

**bsg Handels GmbH**  
Am Königsholz 5  
85411 Hohenkammer

Projekttitle:

**Entwicklung und Erprobung einer mobilen Befüllleinrichtung und eines Sandschlauch-Systems zum Dammbau für den Objekt- und Hochwasserschutz**

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt  
AZ: 25539  
gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von

Thomas Lang, Geschäftsführender Gesellschafter der bsg Handels- GmbH

und

Eduard Demmelmaier, Dipl.-Ing. FH, freiberuflich Selbständig

Hohenkammer, Markt Indersdorf im März 2010

**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



Az	<b>25539</b>	Referat	<b>23</b>	Fördersumme	<b>81.093,00 €</b>
----	--------------	---------	-----------	-------------	--------------------

**Antragstitel** Entwicklung und Erprobung einer mobilen Befüllereinrichtung und eines Sandschlauch-Systems zum Dammbau für den Objekt- und Hochwasserschutz

**Stichworte** Abwasser, Hochwasser

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
<b>18 Monate</b>	<b>04.06.2007</b>	<b>31.12.2009</b>	<b>1</b>

Abschlussbericht

<b>Bewilligungsempfänger</b>	<b>bsg Handels GmbH</b> Am Königsholz 5  85411 Hohenkammer	Tel	08166/9969-12
		Fax	
		Projektleitung	Hr. Thomas Lang
		Techn. Unterstützung	Hr. Eduard Demmelmaier

**Kooperationspartner** Eduard Demmelmaier Dipl. Ing. (FH), Entwicklung, Handel techn. Produkte  
 Altomünsterstraße 2, Tel. 08136/1310, eMail: e.demmelmaier@t-online.de  
 85229 Markt Indersdorf  
 Freiwillige Feuerwehr Nörting, Bachstraße 1  
 85414 Nörting (Kirchdorf a. d. Amper).

### **Zielsetzung und Anlass des Vorhabens**

Zum Bau mobiler Hochwasserschutzdämme, kommen überwiegend Sandsäcke zum Einsatz, die von tausenden von Helfern befüllt, transportiert, aufgeschichtet, später abtransportiert und entsorgt werden müssen. Dieser Aufwand ist enorm material-, personal- und zeitaufwändig; entsprechend hoch sind die Kosten für die Betroffenen. Die Einsatzkräfte müssen oft aus weiten Entfernungen zu den Einsatzorten transportiert werden. Dies und die Verpflegung dieser Menschen bedürfen eines hohen Energie- und Kostenaufwandes. Herstellung, Transport und Einsatz der erforderlichen Jute- Sandsäcke belasten dabei die Umwelt.

Das neue HWS- System besteht aus einer Radladerschaufel, die anstelle der herkömmlichen Schaufelmulde einen Trichter mit Öffnung nach hinten besitzt, durch den Schüttgut (z. B. Sand) in eine dahinter befindliche querliegende Förderschnecke gelangt.

Während langsamer Fahrt des Radladers wird von der Förderschnecke der Sand seitlich in einen Schlauch aus Folie oder Foliengewebe gefördert und zu einem ca. 25 Meter langen Sandschlauch wahlweise rechts oder links ausgelegt.

Das gesamte HWS- System soll aus bekannten, bewährten technischen Komponenten erstellt werden.

Ziel dieses Vorhabens war HW- Schutzdämme maschinell zu errichten und so den materiellen, personellen und finanziellen Aufwand und die Umweltbelastung, zu verringern.

### **Darstellung der Arbeitsschritte**

1. Analyse der aktuell auf dem Markt befindlichen mobilen Hochwasserschutzsysteme und daraus resultierend die Anmeldung einer neuen Idee beim Deutschen Patent- und Markenamt
2. Machbarkeitsstudie (technischer, finanzieller Aufwand)
3. Antragstellung bei der DBU
4. Konstruktion und Auslegung der Radladerschaufel mit Förderschnecke (Förderschaufel)

5. Ersterprobung des Systems „Radlader + Förderschaukel“ mit einem THW- Radlader beim THW- Ortsverband München
6. Erprobung mit unterschiedlichem Schlauchmaterial und unterschiedlicher Sandkörnung
7. Erstmalige Überarbeitung/Optimierung der Förderschaukel und des Systems Förderschaukel/Sandschlauch
8. Erprobung eines Dammbaus und die statische Standsicherheit, Dichtheit des Dammsystems sowie des umweltgerechten Einsatzes, Entsorgung des Schlauchmaterials
9. Weitere Überarbeitung/Optimierung der Förderschaukel und des Systems Förderschaukel/Sandschlauch
10. Optimierung der vorbereitenden Tätigkeiten und des Zubehörs für einen Einsatzfall
11. Erprobung der dynamischen Standsicherheit, Dichtheit des Dammsystems auf dem Versuchsgelände des TUM- München am Walchensee in fließendem Gewässer
12. Auswertung der Ergebnisse aus Pkt. 12 und weitere Optimierung der Förderschaukel und des Zubehörs für einen Einsatzfall
13. Dokumentation der Erprobung und der Ergebnisse in Form eines Videofilms und eine Präsentation
14. Einstellen dieser in „you tube“ und verschiedener anderer Internet- Plattformen

### ***Umweltaspekte:***

Bei der Verwendung unterschiedlicher Schlauchmaterialien zeigten sich deutlich die Vorteile von Folien-schläuchen aus Kunststoff gegenüber dem Jutematerial, sowohl von der Kostenseite, als auch hinsichtlich der umweltrelevanten Aspekte wie Herstellverfahren, Transportwege, Lagerung Kontaminierung des verwendeten Sandes und der Recyclingmöglichkeiten.

Dadurch dass wesentlich weniger Einsatzkräften benötigt werden (Transportfahrten, Verpflegung, Ersatzkräfte usw.) sind nicht nur die Einsatzkosten um ca. 80 % geringer, sondern besonders auch die Umwelt wird enorm geschont.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Das neue mobile Hochwasserschutzsystem ist sehr schnell und flexibel einsetzbar, dichtet gut ab und ist einfach an Mauern usw. anzubinden. Es ist unempfindlich bei unebenen, geneigten, grob strukturierten Untergründen. Die Dämme sind stabil bei Wellenschlag, strömendem Wasser oder starkem Wind. Das Befüllen und Auslegen der Sandschläuche erfolgt in einem Arbeitsgang und spart so Zeit und Arbeitskräfte. Die Ausrüstungsgegenstände und das Verbrauchsmaterial sind einfach, Platz sparend zu lagern und unterliegen einem geringen Wartungsaufwand.

Das System Radladerschaukel mit querliegender Förderschnecke kann auch für andere Zwecke, ohne Sandschlauchauslegung, z.B. für das Befüllen von Löchern, Gräben usw. verwendet werden.

Alle verwendeten Teile bestehen aus leicht beschaffbaren Materialien und können mit herkömmlichen Herstellverfahren erstellt werden. Kommunen, die keinen eigenen Radlader besitzen, können für den Einsatzfall einen am Ort vorhandenen Radlader anmieten, wobei dann nur die Ausrüstung zu stellen ist. Dadurch amortisieren sich die Anschaffungskosten bereits nach einem größeren Einsatz.

Die informierten, vom Hochwasser häufig betroffenen, Kommunen zeigten bisher jedoch wenig Interesse an diesem System. Möglicher Weise liegt dies daran, dass die vom Bund und von den Ländern gewährten hohen Fördergelder für den Hochwasserschutz von den Kommunen überwiegend für aufwändige örtliche Hochwasserschutzverbauungen (Dämme usw.) eingesetzt werden.

Die mit hunderten von Millionen Euro geförderten Hochwasserschutzdämme sind überwiegend Linienschutzsysteme, die das Wasser von Ort zu Ort weiterleiten und dadurch die flussabwärts liegenden Orte vor fast unlösbare Aufgaben stellen. Viel kostengünstiger ist es die Niederschläge in der Fläche, außerhalb bewohnter Gebiete, in vielen kleinen, natürlichen Mulden, Senken, in temporär geschaffenen Wasserspeichern zurück zu halten. Zum einen werden Überschwemmungen in den Orten größtenteils vermieden, Regenwasser wird nicht kontaminiert, zum andern versickert ein Teil der Niederschläge an Ort und Stelle und füllt das vielerorts fehlende Grundwasser auf. Zum temporären Erhöhen von natürlichen Retentionsräumen, zum örtlichen Anstauen der Niederschläge außerhalb der Wohngebiete bietet dieses Sandschlauchsystem beste Voraussetzungen. Der Umwelt wäre damit sehr geholfen.

### **Vorteile des Sandschlauchsystems mit Förderschaukel:**

- schnelle Einsatzbereitschaft und sofort wirkende Dämme
- Erstellen von Dämmen auch in fließendes Gewässer
- flexible Dammgestaltung, dadurch leichtes Umgehen von Hindernissen
- sehr gute Abdichtung bei Anbindungen an Mauern usw.
- unempfindlich bei unebenen, geneigten, grob strukturierten Untergründen
- Unempfindlicher Damm bei Wellenschlag, strömendem Wasser oder starkem Wind
- große Effizienz, da das Befüllen und Auslegen in einem Arbeitsgang erfolgt
- einfache, Platz sparende Lagerung der Ausrüstung und des Verbrauchmaterials
- geringer Wartungsaufwand
- schonender, sparsamer und flexibler Personaleinsatz
- einfach, flexibel in der Anwendung
- Umweltschonend in der Anwendung
- vielseitige Einsatzmöglichkeiten mit und ohne Sandschlauch
- hergestellt aus bewährten fördertechnischen Komponenten
- geringe Gesamtkosten
- kurzfristige Amortisation der Anschaffungskosten.

### **Umweltaspekte:**

Bei der Verwendung unterschiedlicher Schlauchmaterialien zeigten sich deutlich die Vorteile von Folienschläuchen aus Kunststoff gegenüber dem Jutematerial, sowohl von der Kostenseite, als auch hinsichtlich der umweltrelevanten Aspekte wie Herstellverfahren, Transportwege, Lagerung und im Bezug auf die körperliche Belastung der Einsatzkräfte.

Dadurch, dass wesentlich weniger Einsatzkräften (Transportfahrzeuge, - Fahrten, Verpflegung, Ersatzkräfte usw.) sind, nicht nur die Einsatzkosten um ca. 80 % geringer, sondern besonders auch die Umwelt wird enorm geschont.

### **Einsatzmöglichkeiten des Sandschlauchsystems mit Förderschaukel:**

- Beim Hochwasserschutz und bei der Deichsicherung
- Erstellen künstlicher Bachläufe
- Umleiten oder regulieren von Überflutungen, von Fließgewässern usw.
- Auffangen von kontaminiertem, umweltbelastendem Löschwasser
- Bei der Landschaftsgestaltung
- Beim Erosionsschutz.

### **Bedarf an Einsatzkräften für den Dammbau mit dem Sandschlauchsystem (siehe Tabelle unten):**

#### **Bei Aufbau**

- befindet sich das Füllmaterial (Sand, Quetschsand) bereits am Einsatzort,
- zwei Mann raffen die Folienschläuche direkt vor Ort auf die Füllrohre.
- ein Mann legt die Quer- Verschnürung für die Sandschlauchlagen aus,
- ein Mann fährt den Radlader mit Förderschaukel,
- zwei Mann unterstützen den Radladerfahrer beim Auslegen der Sandschläuche.

Für den *Aufbau* eines Dammes werden sechs Mann benötigt.

#### **Bei Abbau**

- die Verschnürungen werden entfernt (ein Mann),
- die Sandschläuche werden axial aufgeschnitten (ein Mann),
- das aufgeschnittene Schlauchmaterial wird vom Sand befreit (zwei Mann),
- das Füllmaterial wird mit dem Radlader auf einen LKW verladen (ein Mann),
- das Schlauch- Material wird eingesammelt und verladen (ein Mann).

Für den *Abbau* eines Dammes werden ebenfalls sechs Mann benötigt.

### **Kosten des neuen HW- Schutzsystems:**

Die Einsatzkosten betragen ca. ¼ der Kosten für einen vergleichbaren Sandsackdamm. Dadurch amortisiert sich die Anschaffung des „Sandschlauchsystems“ bereits bei einem 400 m- Damm.

### Aufwandtabelle für Auf- und Abbau im Vergleich mit Sandsäcken:

<u>Damm</u> 100m lang, ca. 75 cm hoch	<u>Sandsackdamm</u>	<u>Sandschlauchdamm</u>
<b>Materialbedarf/Füllgewicht</b>	ca. 5400 Sandsäcke Sandgewicht ca. 92 t <sup>(1)</sup>	6 Schlauchlagen a 4 x 25 m = 600 m Sandgewicht ca. 92 t
<b>Personalbedarf</b>	<b>18 Mann</b> <sup>(2)</sup> je Mannschaft, je Schicht	<b>6 Mann</b> je Mannschaft <sup>(3,4)</sup> , je Schicht
<b>Zeit für Befüllung</b>	<b>ca. 5 Std.</b> (18 x 60 Säcke pro Mh <sup>(2)</sup> )	<b>ca. 2 Std.</b> (ca. 5 Minuten pro 25 Meter für den Aufbau <sup>(4)</sup> )
<b>Zeit für den Dammbau</b>	<b>ca. 3,75 Std.</b> (18 x 80 Säcke pro Mh <sup>(1)</sup> )	
<b>Zeit für den Abbau</b>	<b>ca. 3 Std.</b> (100 Säcke pro Mh) <sup>(2)</sup>	<b>ca. 3 Std.</b> <sup>(4)</sup> .
<b>Personal- Aufwand insgesamt</b>	(5 + 3,75 + 3) x 18 Mann = <b>212 Mh</b>	(2 + 3) x 6 Mann = <b>30 Mh</b>
<b>Reine Aufbauzeit bis der Damm voll schützt</b>	<b>mind. 5 Std. mit mindestens 18 Mann</b>	<b>ca. 2 Std. mit 6 Mann</b>

Berechnung ohne Transportzeit sowohl der gefüllten Sandsäcke als auch des Sandes für die Förderschaukel zur Einsatzstelle

Mh = Mann-Stunden

(1) [www.deichverteidigung.de](http://www.deichverteidigung.de)

(2) [www.hochwasser.feuerwehr-magdeburg.org / Deichverteidigung.pdf](http://www.hochwasser.feuerwehr-magdeburg.org/Deichverteidigung.pdf)

(3) mit Radladerfahrer

(4) bei der Erprobung ermittelt

#### Vorteile des Sandschlauchsystems mit Förderschaukel:

- schnelle Einsatzbereitschaft und sofort wirkende Dämme
- Erstellen von Dämmen auch in fließendes Gewässer
- flexible Dammgestaltung, dadurch leichtes Umgehen von Hindernissen
- sehr gute Abdichtung bei Anbindungen an Mauern usw.
- unempfindlich bei unebenen, geneigten, grob strukturierten Untergründen
- Unempfindlicher Damm bei Wellenschlag, strömendem Wasser oder starkem Wind
- große Effizienz, da das Befüllen und Auslegen in einem Arbeitsgang erfolgt
- einfache, platz sparende Lagerung der Ausrüstung und des Verbrauchmaterials
- geringer Wartungsaufwand
- schonender, sparsamer und flexibler Personaleinsatz
- einfach, flexibel in der Anwendung
- Umweltschonend in der Anwendung
- vielseitige Einsatzmöglichkeiten mit und ohne Sandschlauch
- hergestellt aus bewährten fördertechnischen Komponenten
- geringe Gesamtkosten
- kurzfristige Amortisation der Anschaffungskosten.

#### Einsatzmöglichkeiten des Sandschlauchsystems mit Förderschaukel:

- Beim Hochwasserschutz und bei der Deichsicherung
- Erstellen künstlicher Bachläufe
- Umleiten oder regulieren von Überflutungen, von Fließgewässern usw.
- Auffangen von kontaminiertem, umweltbelastendem Löschwasser
- Bei der Landschaftsgestaltung
- Beim Erosionsschutz.

#### Radladerverfügbarkeit:

Kommunen, die keinen eigenen Radlader besitzen, können für den Einsatzfall einen am Ort vorhandenen Radlader anmieten, wobei dann nur die Ausrüstung zu stellen ist.

#### Diskussion:

Die Aufbauzeit bis der Damm voll schützt ist gegenüber dem Sandsacksystem mehr als halbiert! Dies ist sehr wichtig bei der Vermeidung von Schäden. Die Kosten für einen Sandschlauchdamm betragen nur ¼ im Vergleich zu einem Sandsackdamm. Diese Fakten, die erreichbare Umweltschonung in Verbindung mit der unten beschriebenen anzustrebenden neuen HWS- Strategie sollten ausreichen, um das neue HWS- System flächendeckend einzuführen.

Neue Strategie zum Hochwasserschutz:

Die herkömmlichen Hochwasserschutzsysteme sind überwiegend Linienschutzsysteme, die das Wasser von Ort zu Ort weiterleiten und dadurch die flussabwärts liegenden Orte vor fast unlösbare Aufgaben stellen.

Zum temporären, örtlichen anstauen der Niederschläge außerhalb der Wohngebiete bietet dieses Sandschlauchsystem beste Voraussetzungen.

Viel sinnvoller und kostengünstiger ist es die Niederschläge in der Fläche, außerhalb bewohnter Gebiete, in vielen kleinen, von der natürlichen Topographie vorgegebenen Mulden, Senken, Seitentälern usw. in temporär geschaffenen Wasserspeichern zurück zu halten.

Dies hätte mehrere Vorteile; zum einen werden Überschwemmungen in den Orten größtenteils vermieden, Regenwasser wird nicht kontaminiert, zum anderen versickert ein Teil der Niederschläge an Ort und Stelle und füllt das vielerorts fehlende Grundwasser auf.

### **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

Das neue HW- Schutzsystem ist durch ein europaweites Patent geschützt.

Organisationen wie THW, Gemeindegtag, Kreistag, Städtetag, Feuerwehrverband und einige vom Hochwasser häufig betroffenen Gemeinden wurden schriftlich über dieses neue HW- Schutzsystem informiert.

Eine genaue Beschreibung und ein Videofilm liegen auch unter [www.demmelmaier.eu](http://www.demmelmaier.eu) vor.

### **Fazit**

Das neue mobile Hochwasserschutzsystem „Sandschlauch mit Förderschaukel“ in Kombination mit dem Trägerfahrzeug (Radlader) wurde erfolgreich entwickelt und erprobt.

Der Nachweis der dynamischen Standsicherheit und Dichtheit des Sandschlauch- Systems erfolgte auf der „Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft“ der TU- München, auf dem Versuchsgelände des „Oskar von Miller- Instituts“ in Obernach (Walchensee).

Die Ziele, HW- Schutzdämme aus Sandschläuchen maschinell zu errichten, um so den materiellen, personellen und finanziellen Aufwand und die Umweltbelastung zu verringern, wurden nachweislich erreicht. Neben einer Reduzierung der Kosten um ca. 80 % wurde auch eine wesentliche Reduzierung der Aufbauzeit der Dämme erreicht.

Durch die Verwendung von Folienschläuchen aus Kunststoff anstelle von Jutematerial und die damit verbundenen effizienteren Herstellverfahren, kürzeren Transportwege, der geringere Lageraufwand, durch den um ca. 80 % geringeren Einsatzkräftebedarf mit Transport- und Verpflegungsaufwand, wird die Umwelt enorm entlastet.

Es wird empfohlen, künftig mit diesem neuen mobilen HW- Schutzsystem flächendeckend viele kleine Retentionsräume in der Landschaft, dort wo die Niederschläge noch nicht zu Überschwemmungen geführt haben, noch nicht kontaminiert sind und noch keine Schäden angerichtet haben, zum temporären Speichern der Niederschläge zu errichten.

Dies schont zusätzlich die Umwelt und verringert die Folgen (Schäden, Kosten) für flussabwärts liegende Orte gegenüber den heutigen Linienschutzsystemen.

Markt Indersdorf den 25.3.2010

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
Titelblatt	
Projektkennblatt	2
Inhaltsverzeichnis	7
Zusammenfassung	8
1    Anlass des Vorhabens	9
2    Ziel des Vorhabens	9
3    Projektverlauf	9
4    Mindestausstattung des Equipments und Einsatzkräfte	11
5    Ergebnisse	12
6    Vorteile gegenüber anderen mobilen HWS- Systemen	12
7    Umweltaspekte	14
8    Fazit	14
9    Literaturverzeichnis	15
Anhang 1, Fotos	16
Anhang 2, Skizze Aufbauempfehlung	18
Anhang 3, Tabelle zum Zeitaufwand für Auf- und Abbau	19

## **Zusammenfassung**

Zum Schutz vor Hochwasser werden Jahr für Jahr Millionen von Sandsäcken eingesetzt. Diese Sandsäcke müssen von vielen Helfern aufwändig befüllt, verladen, transportiert und aufgeschichtet, ebenso nach dem Hochwasser wieder abtransportiert, entleert und entsorgt werden. Dies bedeutet jeweils einen enormen Material- und Personalaufwand, da die Einsatzkräfte oft aus weiten Entfernungen zu den Einsatzorten transportiert werden müssen. Entsprechend hoch sind die Kosten für die Betroffenen (Kommunen, Firmen, usw.) und die negativen Folgen für die Umwelt durch Transport und Verpflegung der Einsatzkräfte. Herstellung, Transport und Einsatz der erforderlichen Jute- Sandsäcke belasten ebenfalls die Umwelt. Mit dem Sandschlauchsystem wurde ein neues mobiles Hochwasserschutzsystem (HWS- System) entwickelt, mit dem Anstelle von Sandsäcken jeweils ca. 25 m lange Sandschläuche mit der so genannten „Förderschaukel“ maschinell gleichzeitig befüllt und zu einem Damm ausgelegt werden können. Dabei handelt es sich um eine Neuheit; ein entsprechender Patentschutz ist vom DPMA erteilt. Die Entwicklung und Erprobung gestaltete sich insofern schwierig, da die Fördermenge des Sandes aus der Förderschaukel übereinstimmen musste mit der Fahrtgeschwindigkeit des Radladers und der optimalen Füllung der Sandschläuche. Nach mehrfachen Änderungen wurde eine sehr effizient und flexibel einsetzbare Förderschaukel entwickelt, mit der Dämme wesentlich umweltfreundlicher, schneller und kostengünstiger zu errichten sind als beispielsweise mit Sandsäcken. Wesentlich weniger Einsatzkräfte werden benötigt bzw. müssen zu den Einsatzorten transportiert und dort verpflegt werden. Auf dem Gelände der Lehr – und Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Technischen Universität München in Oberrach, wurde auf Basis der Standards des BWK- Merkblattes 6, „Mobile Hochwasserschutzsysteme“ bzw. Sandsack- Ersatzsysteme, die Belastbarkeit und Dichtheit entsprechend erstellter Dämme nachgewiesen. Die Erprobungen ergaben auch, dass Sandschläuche aus Kunststofffolien (Folienschläuche) wesentlich besser zu handhaben sind und dichtere Dämme ergeben, als Sandschläuche aus Jutematerial. Wasserdichte Folienschläuche haben den zusätzlichen Vorteil, dass der verwendete Sand nicht durch verunreinigtes Wasser kontaminiert wird; er kann dadurch wiederverwendet werden. Dadurch eignet sich das Sandschlauchsystem auch für Öl- und Löschwassersperren. Die Entsorgung des Schlauchmaterials aus Folien ist wesentlich einfacher und umweltfreundlicher; Kunststofffolien können recycled werden. Das Sandschlauchsystem ist ein neues mobil einsetzbares HWS- System, das Zeit und Kosten einspart und vor allem die Umwelt schützt.

## **1 Anlass des Vorhabens**

Das Auftreten und die Folgen von Hochwasser (HW) / Starkregen haben an Häufigkeit und Intensität zugenommen. Die gefährdeten Orte und Objekte müssen bei jedem HW-Ereignis mit hohem Kostenaufwand geschützt werden. Kontaminiertes HW belastet über Ländergrenzen hinweg Lebewesen, Böden, Oberflächengewässer, Trinkwasserbrunnen und das Grundwasser.

Deutschland- und europaweit setzen die betroffenen Kommunen für den Schutz gefährdeter Objekte und ungeschützter Ortslagen, sowie bei Straßenüberflutungen, Jahr für Jahr Millionen von Sandsäcken ein. Diese Sandsäcke müssen von vielen Helfern aufwändig befüllt, verladen, transportiert und aufgeschichtet, ebenso später wieder abtransportiert und entsorgt werden. Dies bedeutet jeweils einen enormen Material- und Personalaufwand; entsprechend hoch sind die Kosten für die Betroffenen (Kommunen, Firmen, usw.) und die negativen Folgen für die Umwelt.

## **2 Ziel des Vorhabens**

Die Fa. bsg- GmbH beabsichtigte durch den Bau einer Radladerschaufel mit Förderschnecke und Sandschlauch, ein mobiles Gerät zum Hochwasserschutz zu entwickeln, bei dem weniger Material und Einsatzkräfte benötigt werden und so die Umwelt geschont wird.

Anstelle der Sandsäcke werden Sandschläuche mit der so genannten „Förderschaufel“ maschinell gleichzeitig befüllt und zu einem Damm ausgelegt, um die gefährdeten Objekte zu schützen.

Mit der sehr effizient und flexibel einsetzbaren Förderschaufel sind diese Arbeiten umweltfreundlicher und kostengünstiger durchzuführen. Ziel dieses Vorhabens ist, Hochwasser- Schutzdämme maschinell zu errichten, um so den materiellen, personellen und finanziellen Aufwand und die Umweltbelastung zu verringern.

## **3 Projektverlauf**

Eine Analyse der aktuell auf dem Markt befindlichen mobilen HWS- Systeme ergab, dass die Idee, „Schutzdämme mittels Radlader, Förderschaufel und Sandschlauch zu erstellen“, weder beim Deutschen Patent- und Markenamt geschützt ist, noch in der Realität als Gerät existiert.

Der Förderantrag bei der DBU wurde nach einer Machbarkeitsstudie (technischer, finanzieller Aufwand, wirtschaftliche Verwertung) gestellt.

Nach der Förderzusage erfolgte die Konstruktion und rechnerische Auslegung der Radladerschaufel mit Förderschnecke (Förderschaufel) im Detail, sowie die Fertigung der Radladerschaufel mit angebaute Förderschnecke, der Anbauteile wie Hydraulikmotor und der Füllrohre als Prototype (siehe Anhang, Foto 1 und 2)

Bei der Erprobung des ersten Prototypen mit einem Radlader des THW- Ortsverbandes München, auf einem nahegelegenen Kieswerk, zeigten sich unerwartete Probleme beim Entleeren der Förderschaufel. Der Sand staute sich innerhalb der Schaufel, bzw. die Juteschläuche konnten nicht gleichmäßige befüllt und ausgelegt werden (Foto 3). Ursache dafür waren zu kleine Öffnungen (Auslässe) rechts und links an der Schaufel und zu kleine Füllrohre. Eine Abstellung des Problems war nur durch den Bau einer komplett neuen Förderschaufel und neuer Füllrohre möglich.

Mit dem zweiten optimierten Prototypen (Foto 4, 5) verlief die Erprobung des Systems „Radlader + Förderschaufel + Sandschlauch“ mit unterschiedlichem Schlauchmaterialien und unterschiedlicher Sandkörnungen problemlos (Foto 6). Dabei zeigte sich, dass Schandschläuche aus Kunststofffolien wesentlich besser zu handhaben sind und dichtere Dämme ergeben, als Sandschläuche aus Jutematerial. Auch die Entsorgung des Schlauchmaterials aus Folien ist einfacher und umweltfreundlicher (Foto 7). Kunststofffolien können auch recycled werden.

Nach weiteren Verbesserungen der Förderschaufel, des Systems Förderschaufel/Sandschlauch und des Zubehörs, wie die Raffvorrichtung (Foto 8), wurde die dynamische Standsicherheit und Dichtheit des Dammsystems auf dem Versuchsgelände des TUM- München am Walchensee in fließendem Gewässer erprobt (Fotos 9 bis 11). Die Versuchsergebnisse wurden ausgewertet.

Bei weiteren Erprobungen wurde das gesamte Equipment immer wieder optimiert und für einen schnellen Einsatzfall konzipiert.

Die Ergebnisse sind in Form eines Videofilms und einer Präsentation dokumentiert. Die Präsentation wurde im pdf- Format an vom Hochwasser betroffenen Gemeinden, an den Bayrischen Feuerwehrverband, an den bayrischen Gemeindetag und Kreistag versandt, Das Video wurde in das „you tube“ eingestellt.

Nach der Erprobung dieser Förderschaufel mit 2 m<sup>3</sup> Inhalt, mit der jeweils ein Sandschlauch von 25 m Länge sehr effizient ausgelegt werden kann, wurde auf den genehmigten Bau und auf die Erprobung einer kleineren Förderschaufel mit nur 1 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen und einem kleineren Radlader verzichtet, da mit dieser kleineren Schaufel jeweils Sandschläuche mit nur ca. 12,5 m Länge erreichbar gewesen wären und damit die Effizienz dieses HWS- Systems weitaus geringer gewesen wäre.

## **4 Mindestausstattung des Equipments und Einsatzkräfte**

### **4.1 Ausstattung, Platzbedarf für die Einlagerung**

Für den Einsatz des mobilen HWS- Systems „Förderschaukel mit Sandschlauch“ empfiehlt sich eine Mindestausstattung wie folgt:

- Radlader aus eigenem Bestand oder temporär angemietet,
- Förderschaukel,
- mindestens zwei Füllrohre,
- eine Schlauchraff- Vorrichtung,
- Schlauchmaterial nach Bedarf,
- stabile Schnüre (z.B. Bindegarn) zum Verzurren der Sandschläuche
- Zubehör (Messer, Schaukel).

Alle verwendeten Teile bestehen aus leicht beschaffbaren Materialien und können mit herkömmlichen Herstellverfahren gefertigt werden. Das Schlauchmaterial aus Kunststoff- folien kann sowohl bei deutschen als auch bei ausländischen Herstellern in großen Mengen, ab 10 000 Metern, beschafft werden. Die Folienschläuche sind auf Rollen von ca. 750 Metern länge, Rollengewicht ca. 60 kg, Rollenbreite ca. 55 cm, Rollendurchmesser ca. 60 cm, aufgerollt. Dies hat den großen Vorteil des einfachen, Platz sparen- den Einlagerns. Schlauchmaterial von 10 000 Metern Länge benötigen ca. 3 m<sup>2</sup> Grundfläche bei einer Stapelhöhe von ca. 1,65 Metern. Die Förderschaukel benötigt eine Grundfläche von ca. 3 m<sup>2</sup>, die Raffvorrichtung ca. 2 m<sup>2</sup>.

Kommunen, die keinen eigenen Radlader besitzen, können für den Einsatzfall einen am Ort vorhandenen Radlader anmieten, wobei dann nur die Ausrüstung des mobilen HWS- Systems zu stellen ist.

### **4.2 Einsatzkräfte:**

Für den Aufbau eines 100 m langen, ca. 75 cm hohen Dammes, bestehend aus 24 Schlauchlagen a 25 m Länge, benötigen 6 Mann mit einem Radlader und Förderschaukel ca. 2 Std., bzw. insgesamt 30 Mannstunden für Auf- und Abbau (siehe Skizze 2). Für einen vergleichbaren Sandsackdamm benötigen 18 Mann mindestens 5 Stunden zum Füllen der Sandsäcke und Aufbauen des Dammes, bzw. insgesamt 212 Mannstunden für Auf- und Abbau.

#### *Für den Aufbau eines Sandschlauchdammes*

- befindet sich das Füllmaterial (Sand, Quetschsand) bereits am Einsatzort,
- zwei Mann rafften die Folienschläuche direkt vor Ort auf die Füllrohre.
- ein Mann legt die Quer- Verschnürung für die Sandschlauchlagen aus,
- ein Mann fährt den Radlader mit Förderschaukel,
- zwei Mann unterstützen den Radladerfahrer beim Auslegen der Sandschläuche.

*Für den Aufbau eines Dammes werden insgesamt sechs Mann benötigt.*

#### *Für den Abbau eines Sandschlauchdammes*

- die Verschnürungen werden entfernt (ein Mann),
- die Sandschläuche werden axial aufgeschnitten (ein Mann),
- das aufgeschnittene Schlauchmaterial wird vom Sand befreit (zwei Mann),
- das Füllmaterial wird mit dem Radlader auf einen LKW verladen (ein Mann),
- das Schlauch- Material wird eingesammelt und verladen (ein Mann).

*Für den Abbau eines Dammes werden ebenfalls sechs Mann benötigt.*

## **5 Ergebnisse**

Die auf dem Gelände der Lehr – und Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Technischen Universität München in Obernach, auf Basis der Standards des BWK- Merkblattes 6, „Mobile Hochwasserschutzsysteme“ bzw. Sandsack- Ersatzsysteme, durchgeführten dynamische Belastungstests, verliefen sehr erfolgreich. Die bewusst mit Schwachstellen aufgebauten Dämme hielten die normale Belastung und die erhöhte Belastung durch leichte Überspülung mit Wasser, problemlos aus.

Bei der Anwendung im Ernstfall wird zur Erhöhung der Standsicherheit und Stabilität der Dämme empfohlen, die in Verlegerichtung hintereinander gereihten Schlauchlagen an ihren Enden (Stößen) miteinander zu verbinden, die Schlauchenden mindestens 2 m versetzt zueinander anzuordnen, in Kurvenbereichen, wenn möglich, Stöße zu vermeiden und die Schlauchlagen quer zur Verlegerichtung miteinander zu verschnüren, zu verzurren (siehe Anhang, Skizze1).

## **6 Vorteile gegenüber anderen mobilen HWS- Systemen:**

Dieses System „Förderschaukel mit Sandschlauch“ weist folgende Vorteile gegenüber anderen HWS- Systemen auf:

### **Beim Einsatz für den Hochwasserschutz:**

- schnelle Einsatzbereitschaft und sofort wirkende Dämme,
- erstellen von Dämmen auch in fließendes Gewässer,
- flexible Dammgestaltung da leichtes Umgehen von Hindernissen,
- sehr gute Abdichtung bei Anbindungen an Mauern usw.,
- unempfindlich bei unebenen, grob strukturierten Untergründen,
- unempfindlich bei Wellenschlag, strömendem Wasser oder starkem Wind,
- unempfindlich bei Frost,
- große Effizienz, da das Befüllen und Auslegen in einem Arbeitsgang erfolgt,
- einfache, Platz sparende Lagerung der Ausrüstung und des Verbrauchmaterials,
- einfacher Abbau der Schlauchdämme,
- einfache Entsorgung und Recycling des Schlauchmaterials,
- Wiederverwendbarkeit des Sandmaterials,
- geringer Wartungsaufwand des Equipments,
- schonender, sparsamer und flexibler Personaleinsatz,
- einfach, flexibel und umweltschonend in der Anwendung,
- vielseitige Einsatzmöglichkeiten mit und ohne Sandschlauch, siehe unten,
- hergestellt aus bewährten fördertechnischen Komponenten,
- hohe Beschaffungssicherheit des Schlauchmaterials,
- kurzfristige Amortisation der Anschaffungskosten.

### **Weitere Einsatzmöglichkeiten der Förderschaukel mit Sandschlauch:**

- beim Hochwasserschutz und bei der Deichsicherung,
- erstellen künstlicher Bachläufe,
- umleiten oder regulieren von Überflutungen, von Fließgewässern usw.,
- erstellen von Öl- und Löschwassersperrern,
- bei der Landschaftsgestaltung,
- beim Erosionsschutz,
- erstellen militärischer Schutzwälle.

### **Weitere Einsatzmöglichkeiten der Förderschaukel ohne Sandschlauch:**

- im Tiefbau, zum Auffüllen von Vertiefungen, Bohrungen, Gräben usw.,
- im Straßenbau, zum Bankettausgleich, beim Verlegen von Betonunterlagen für Randsteine usw.,
- für allgemeine leichte Laderarbeiten.

## **7 Umweltaspekte**

Bei der Verwendung unterschiedlicher Schlauchmaterialien zeigten sich deutlich die Vorteile von Folienschläuchen aus Kunststoff gegenüber dem Jutematerial, sowohl von der Kostenseite, als auch hinsichtlich der umweltrelevanten Aspekte wie Herstellverfahren, Transportwege, Lagerung Kontaminierung des verwendeten Sandes und der Recyclingmöglichkeiten.

Dadurch, dass wesentlich weniger Einsatzkräften benötigt werden (Transportfahrten, Verpflegung, Ersatzkräfte usw.) sind nicht nur die Einsatzkosten um ca. 80 % geringer, sondern besonders auch die Umwelt wird enorm geschont.

Die informierten, vom Hochwasser häufig betroffenen, Kommunen zeigten bisher jedoch wenig Interesse an diesem System. Möglicher Weise liegt dies daran, dass die vom Bund und von den Ländern gewährten hohen Fördergelder für den Hochwasserschutz von den Kommunen überwiegend für aufwändige örtliche Hochwasserschutzverbauungen (Dämme usw.) eingesetzt werden.

Die mit hunderten von Millionen Euro geförderten Hochwasserschutzdämme sind überwiegend Linienschutzsysteme, die das Hochwasser von Ort zu Ort weiterleiten und dadurch die flussabwärts liegenden Orte vor fast unlösbare Aufgaben stellen. Viel effizienter ist es die Niederschläge in der Fläche, außerhalb bewohnter Gebiete, in vielen kleinen, natürlichen Mulden, Senken, in temporär geschaffenen Wasserspeichern zurück zu halten. Zum einen werden Überschwemmungen in den Orten größtenteils vermieden, Regenwasser wird nicht kontaminiert, zum anderen versickert ein Teil der Niederschläge an Ort und Stelle und füllt das vielerorts fehlende Grundwasser auf. Ziel eines nachhaltigen Hochwassermanagements sollte sein, dass jede Kommune die Niederschläge auf ihrem Gebiet weitest gehend zurückhält und andere Kommunen durch Hochwasser nicht schädigt oder diese zu hohen Investitionen zwingt. Durch temporäres Speichern von Niederschlägen in natürlichen Retentionsräumen, mit Hilfe dieses Sandschlauchsystems, durch temporäres örtliches Anstauen der Niederschläge außerhalb der Wohngebiete, dort wo noch kein Schaden entstehen kann, ist dies zu erreichen. Auch die Umwelt würde davon enorm profitieren.

## **8 Fazit**

Nach mehrmaligem Optimieren, unter sehr engagierter Mithilfe der THW Ortsgruppe München Ost, wurde mit der Förderschaukel und dem Sandschlauch ein neues mobil einsetzbares Hochwasserschutzsystem zum Bau von Hochwasserschutzdämmen, Öl-

und Löschwassersperrern entwickelt, das Arbeitskräfte, Zeit und Kosten einspart und damit die Menschen, die Umwelt und Sachwerte schützt.

Das Förderschaukel- Sandschlauchsystem zeichnet sich gegenüber den herkömmlichen mobilen HWS- Systeme besonders aus, durch die schnelle Einsatzbereitschaft, sofort wirkende Dämme, Unempfindlichkeit bei unebenem Untergrund, Einsatz auch im Winter bei Gefahr der Vereisung, einfachen Abbau, einfache umweltfreundliche Entsorgung des Schlauchmaterials, geringen Wartungsaufwand des Equipments, schonendem, sparsamen und flexiblen Personaleinsatz, einfache, flexible und umweltschonende Anwendung und durch kurzfristige Amortisation der Anschaffungskosten.

Die Förderschaukel kann sehr vielseitig mit und ohne Sandschlauch eingesetzt werden.

## **9 Literaturverzeichnis**

- BWK- Merkblatt 6, „Mobile Hochwasserschutzsysteme“ (Grundlagen für Planung und Einsatz); vom Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V.
- Hydraulischer Belastungsversuch des Sandschlauchsystems der Fa. bsg GmbH zum Hochwasserschutz; von der Lehr – und Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Technischen Universität München in Obernach

## Anhang 1, Fotos



Foto 1: Prototype, Radladerschaufel mit querliegender Förderschnecke (= Förderschäufel)



Foto 2: Förderschäufel mit Füllrohr + Adapter



Foto 3: Ungleichmäßiges Befüllen und Auslegen der Juteschläuche



Foto 4: Zweiter Prototyp, neue Förderschäufel



Foto 5: Neue Förderschäufel



Foto 6: Auslegen der Folien- Sandschläuche



Foto 7: Folienschläuche als recyclebare Abfälle



Foto 8: Raffvorrichtung f. den Folienschlauch



Foto 9: Dammbau in fließendes Gewässer



Foto 10: Fertiger Damm aus 10 Schlauchlagen



Foto 11: Abbau des Sandschlauchdammes



Foto 12: Förderschaukel und Sandschlauch, Hochwasser der flexible, schnelle Hochwasserschutz



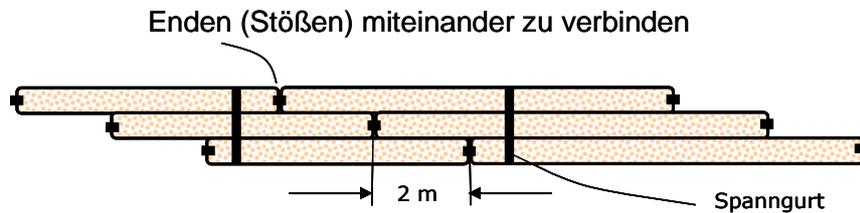
Beispiel Sandsackdamm:  
Elbdeich bei Wehningen in Niedersachsen,  
August 2002;  
Bildrechte: Niedersächsischer Landesbetrieb  
für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

## Anhang 2:

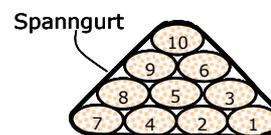
### Skizze: Aufbauempfehlung

#### Trotz positiver Testergebnisse wird beim Damm- Aufbau empfohlen:

- die in Verlegerichtung hintereinander gereihten Schlauchlagen an ihren



- die Schlauchenden mindestens 2 m versetzt zueinander anzuordnen,
- in Kurvenbereichen, wenn möglich, Stöße zu vermeiden,
- die Schlauchlagen quer zur Verlegerichtung miteinander zu verschnüren, zu verzurren.



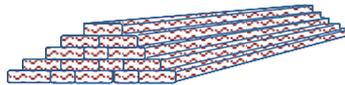
Dazu vor dem Auslegen der ersten Schlauchlage ca. alle 5 m, in Kurven ca. alle 2,5 m, beispielsweise Spanngurte auslegen und nach Verlegen der letzten Schlauchlage schließen und festzurren.

## Anhang 3

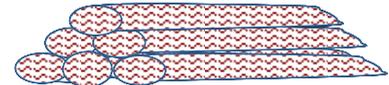
Tabelle 2:

### Aufwand- Zeit- Tabelle für Auf- und Abbau im Vergleich zu Sandsäcken:

**Sandsackdamm**



**Sandschlauchdamm**



<b>Damm</b> 100m lang, ca. 75 cm hoch	<b>Sandsackdamm</b>	<b>Sandschlauchdamm</b>
<b>Materialbedarf/Füllgewicht</b>	ca. 5400 Sandsäcke Sandgewicht ca. 92 t <sup>(1)</sup>	6 Schlauchlagen a 4 x 25 m = 600 m Sandgewicht ca. 92 t
<b>Personalbedarf</b>	<b>18 Mann</b> <sup>(2)</sup> je Mannschaft, je Schicht	<b>6 Mann</b> je Mannschaft <sup>(3, 4)</sup> , je Schicht
<b>Zeit für Befüllung</b>	<b>ca. 5 Std.</b> (18 x 60 Säcke pro Mh <sup>(2)</sup> )	<b>ca. 2 Std.</b> (ca. 5 Minuten pro 25 Meter für den Aufbau <sup>(4)</sup> )
<b>Zeit für den Dammbau</b>	<b>ca. 3,75 Std.</b> (18 x 80 Säcke pro Mh <sup>(1)</sup> )	
<b>Zeit für den Abbau</b>	<b>ca. 3 Std.</b> (100 Säcke pro Mh) <sup>(2)</sup>	<b>ca. 3 Std.</b> <sup>(4)</sup> .
<b>Personal- Aufwand insgesamt</b>	(5 + 3,75 + 3) x 18 Mann = <b>212 Mh</b>	(2 + 3) x 6 Mann = <b>30 Mh</b>
<b>Reine Aufbauzeit bis der Damm voll schützt</b>	<b>mind. 5 Std. mit mindestens 18 Mann</b>	<b>ca. 2 Std. mit 6 Mann</b>

Berechnung ohne Transportzeit sowohl der gefüllten Sandsäcke als auch des Sandes für die Förderschaukel zur Einsatzstelle

Mh = Mann-Stunden

(1) [www.deichverteidigung.de](http://www.deichverteidigung.de)

(2) [www.hochwasser.feuerwehr-magdeburg.org / Deichverteidigung.pdf](http://www.hochwasser.feuerwehr-magdeburg.org/Deichverteidigung.pdf)

(3) mit Radladerfahrer

(4) bei der Erprobung ermittelt

Copy right Eduard Demmelmaier Dipl. Ing. FH