

---

# Textile Deichsicherung - TeD

Annett Schmieder<sup>1\*</sup>, Christoph Müller<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Professur Förder- und Materialflusstechnik, TU Chemnitz, Chemnitz, 09126, Deutschland

\* Correspondence: [annett.schmieder@mb.tu-chemnitz.de](mailto:annett.schmieder@mb.tu-chemnitz.de); Tel.: +49-(0)371-531-33892

Received 22 September 2024; Accepted 26 September 2024; Available online December 2024

© 2024 by A. Schmieder and C. Müller. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. The innoTRAC logo and third-party content are excluded from this.

---

**ABSTRACT** Ziel des Forschungsvorhabens TeD (Textile Deichsicherung) war es, ein textilbasiertes modulares System für die aktive Deichsicherung zu untersuchen, welches den Schutz existierender, jedoch in ihrer Standsicherheit gefährdeter Deiche fokussiert. Somit kann erheblichem volkswirtschaftlichem Schaden vorgebeugt oder dieser zumindest minimiert werden. Forschungsgegenstand war dabei nicht nur die Schutzfunktion am Deich, sondern auch die systematische Ausbringung, ein einfaches Handling beim Auf- und Abbau, ein geringes Gewicht, Lagerung und der Transport des Gesamtsystems im Rahmen des bestehenden Katastrophenschutzsystems. Das Gesamtsystem musste gegenüber verschiedenen Einflüssen (z. B. Wasserdruckbelastung, Wellen- und Anprallwirkungen, mechanische Beanspruchung durch Treibgüter, ...) beständig sein. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) förderte das Projekt „Textile Deichsicherung“ zur Fördermaßnahme „Zivile Sicherheit“.

**KEYWORDS** geschlossenes Deichsicherungssystem, Katastrophenschutzsystem, Hochwasserschutz, Textil, Modulbauweise

---

## 1. Motivation und Problemstellung

Der Klimawandel zeigt sich u.a. in Form von Hochwasserkatastrophen, wie zuletzt 2021 im Ahrtal und ist besonders in Städten mit zunehmender Flächenversiegelung spürbar. Doch bevor ein Hochwasser in den Stadtkernen bemerkbar wird, können Schutzmaßnahmen insbesondere an den Deichen vorgenommen werden. Deiche haben die Aufgabe den im Hinterland liegenden Lebensraum vor Überschwemmungen zu schützen. Die Anfänge vom Deichbau zum Objektschutz sind bereits im frühen Mittelalter zu sehen. Mittlerweile dienen Deiche in dicht besiedelten Regionen und tiefer gelegenen Küstengebieten zum Hochwasserschutz. Dabei wird in See- und Flussdeiche unterschieden. Seedeiche sind nur über einen Tidezyklus hinweg eingestaut

und müssen zusätzlichen hydrodynamischen Belastungen durch Wellen standhalten. Flussdeiche hingegen müssen bei langandauernden Hochwasserereignissen (bis zu 14 Tage) den hydrostatischen Belastungen standhalten. Je nach Aufgabe und Funktion sowie den zur Verfügung stehenden Baumaterialien und den örtlichen Gegebenheiten variiert die Gestaltung der Deiche.

An der Professur Förder- und Materialflusstechnik (FTM) an der TU Chemnitz wurde ein Forschungsvorhaben innerhalb des BMBF-Programms „Forschung für die zivile Sicherheit 2012 – 2017“ ausschließlich für die Sicherung von Flussdeichen durchgeführt. Im Rahmen des Projektes wurden auf Basis technischer Textilien sowie der Fördertechnik innovative Lösungen geschaffen, um somit die Sicherheit der Bürgerinnen und Bürger zu erhöhen und eine anwendungsorientierte Forschung unter Einbeziehung der Endnutzer voranzutreiben, vgl. Abbildung 1.



**Abbildung 1:** Textile Deichsicherung - TeD

Technische Textilien bieten eine Reihe von Vorteilen, die es letztendlich ermöglichen, den aktiven Hochwasserschutz mitzugestalten. Ziel von TeD war es, ein textilbasiertes modulares System für die aktive Deichsicherung zu entwickeln, das den Schutz existierender, jedoch in ihrer Standsicherheit gefährdeter Deiche fokussiert. Weiterhin wurde nicht nur die Schutzfunktion am Deich erforscht, sondern auch die systematische Ausbringung, Lagerung und der Transport des Gesamtsystems. Die Deichverteidigung des aktiven Hochwasserschutzes ist sehr wichtig und wird derzeit durch den Verbau von Sandsäcken realisiert. Jedoch binden die derzeitigen Möglichkeiten der Ausbringung der Sicherungsanlagen viele personelle und zeitliche Ressourcen. Zudem wird aktuell schwere Gerätetechnik zur Deichverteidigung eingesetzt. Dabei kann insbesondere die durchdringende Sickerlinie den Deichkörper schädigen und zu dessen Versagen führen. Das Gesamtsystem sollte dabei den Einflüssen wie Wasserdruckbelastung, Wellen- und Strömungsangriff, Treibgutprall und Eisgang widerstehen, gegenüber den bisherigen Systemen durch eine einfache Logistik, leichtes Handling, kurze Ausbringungszeiten sowie einen geringen Personalaufwand überzeugen und vorteilhafter sein.

## Stand der Technik

Für den innerstädtischen Hochwasserschutz sind künstliche Wände, wie z. B. der Mobildeich [6], Spundwände, das Aqua-Barrier-System [4], die INERO™ Flutschutzbarriere [7], Topomover® [8], fixe Dämme oder Mauern aus Sandsäcken auf dem Markt verfügbar. Diese schützen die Infrastruktur vor Überschwemmungen. Der größte Anteil des aktiven Hochwasserschutzes für die Deichsicherung sieht den Verbau von Sandsäcken vor. Diese Barrieren aus Sandsäcken sind jedoch nur bis zu einem gewissen Pegelstand realisierbar. Nach dem Hochwasserereignis müssen die Sandsäcke wieder entfernt und die Werkstoffe getrennt werden. Am Markt sind bisher PE/PP- und Jute-Säcke vorhanden, die entsprechend der Hochwassersituation verbaut werden. Dabei erfordert der manuelle Verbau der Sandsäcke einen hohen Personal- und Transportmitteleinsatz sowie gewisse Vorlaufzeiten, da es sich um eine hohe Anzahl von Einzelelementen handelt. Die Sandsackbefüllung sowie die Trennung und Entsorgung der Systeme (Sand, Sandsäcke) sind ebenfalls wichtige Faktoren, die bei Hochwasserschutzergebnis sowie bei der Planung berücksichtigt werden müssen.

## 2. Lösungsansatz TeD

Nach den letzten Hochwassern in Deutschland und Rücksprachen mit unterschiedlichen Behörden wie der Flussmeisterei Chemnitz, der Berufsfeuerwehr Chemnitz, dem THW Ortsverband Torgau und Chemnitz sowie verschiedenen Freiwilligen Feuerwehren der Region, sind sich die Einsatzkräfte in vielen Punkten einig, dass die Deichsicherung mit der konventionellen Schutzmaßnahme durch Verbau von Sandsäcken infolge des hohen Personaleinsatzes sowie des hohen Zeitaufwandes an ihre Grenzen stößt. Der Lösungsansatz des durchgeführten BMBF-Projektes sah es vor eine möglichst einfach zu handhabende Konstruktion zu schaffen, die den Erfordernissen an die Einsatzbedingungen gerecht wird und zeitgleich eine hohe Deichsicherungsfunktion sicherstellt. Dies umfasst die textilen Module selbst, textile Zug- und Tragmittel, Erfassung möglicher Einflussfaktoren, Einsatzbedingungen sowie entsprechende Pump- und Mischtechnik.

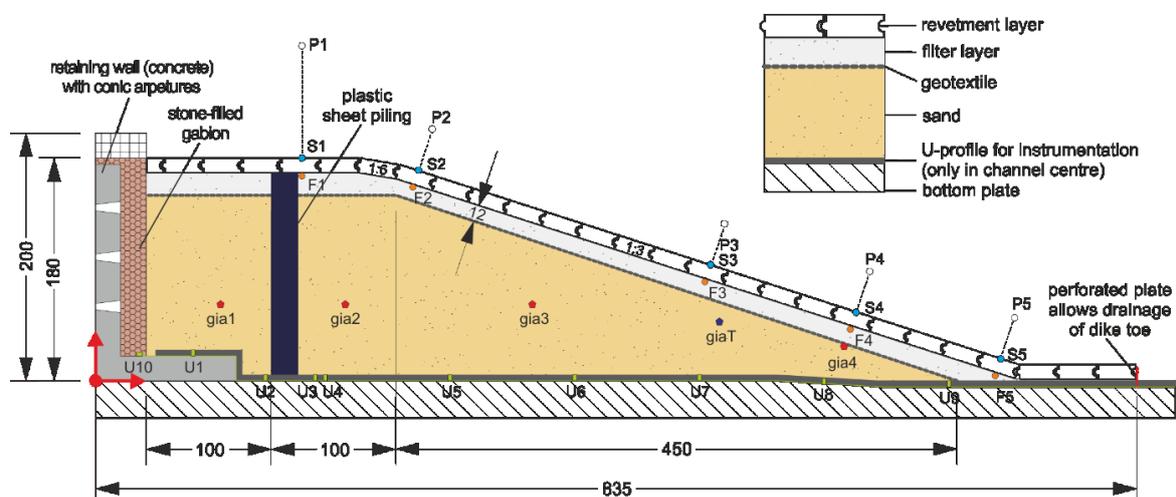


Abbildung 2: Deichmodell RWTH Aachen

Im Vorhaben wurde eine Konstruktion entwickelt, die als textile Modulbauweise zum Einsatz kommen soll. Die damit verbundenen Herstellungsverfahren und Materialkombinationen wurden untersucht und hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit bewertet. Der Projektpartner SKL GmbH ist dabei auf die Konfektionierung von Schwergeweben spezialisiert. Die TU Chemnitz untersuchte an der Professur Förder- und Materialflusstechnik die erforderliche Fördertechnik sowie die textilen hochfesten Zug- und Tragmittel. Assoziierte Partner waren das THW und die Berufsfeuerwehr (BF) Chemnitz, so dass auf die Bedürfnisse der zuständigen Einsatzkräfte und Behörden, die im Katastrophenfall direkt Vorort sind, eingegangen werden konnte.

Weiterhin erfolgte eine fachliche Begleitung aus wasserbaulicher Sicht auf das BMBF-Projekt durch einen Unterauftrag an das Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen Universität (IWW). Dies geschah anhand analytischer Berechnungen sowie großmaßstäblicher, modelltechnischer Untersuchungen eines Prototyps in einem Deichmodell, vgl. Abbildung 2.

Kern des Lösungsansatzes war das Überdecken des Deiches mit mehreren, textilen Modulen in den gefährdeten Bereichen. Die Module gliedern sich dabei in Module für die Binnenböschung, die Deichkrone und für die Wasserseite.

### 3. Versuchsdurchführung

Auf den Versuchsgeländen Markersbach (Ortsteil von Chemnitz) mit Zugang zur „Chemnitz“ (Fluss), dem Stausee Oberwald und bei der Heidelberger Sand und Kies GmbH wurden insgesamt fünf großangelegte Feldversuche in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner und den assoziierten Partnern durchgeführt, vgl. Abbildung 3.



**Abbildung 3:** Versuchsgelände Markersbach (Ortsteil von Chemnitz) mit Zugang zum Fluss Chemnitz

Die unterschiedlichen Versuchsstandorte dienten zur Untersuchung der Hanglage, eines optimalen Durchflusses des Wasser-Sand-Gemisches sowie Handlingsversuchen. Innerhalb dieser Praxistests wurde ebenfalls die Gerätetechnik, ein eigens gefertigter

Mischer sowie die unterschiedlichen textilen Module selbst im Maßstab 1:1 untersucht und bewertet. Die gefertigten Einzelmodule wurden geeignet positioniert, fixiert und anschließend mit Ballastmaterial befüllt. Das Ausbreiten musste dabei selbsttätig geschehen, da ein manuelles Auslegen der textilen Elemente auf der Deichkrone im Hochwasserfall nicht möglich ist. Untersuchungsgegenstand waren die Punkte fluider Stofftransport (Fluid-Mineralstoff-Gemische verschiedener Ausprägungen), Verhalten der textilen Elemente während des Befüllungsvorgangs sowie Handhabungsaspekte. Die textilen Module wurden zum einen mit dem Wasser-Sand-Gemisch zum anderen nur mit Wasser befüllt.

Am Stausee Oberwald wurde praxisnah an der Hanglage die Ausbringung des Moduls auf der Wasserseite erprobt. Der Stausee Oberwald ist ein stehendes Gewässer, der als Versuchsstandort sehr gute Rahmenbedingungen (Befahrung der Deichkrone mit Einsatzfahrzeugen des THWs, Hanglage, Verbleib des Sandes nach Durchspülung des Moduls nach Versuchsende) bot. An dem Versuchsgelände mit Zugang an einem Stausee wurde zusätzlich Strömung simuliert, um somit möglichst praxisnah den Versuch durchzuführen, vgl. Abbildung 4. Unter die textilen Module wurde eine Plane ausgelegt, um somit Schutz der textilen Module vor Verletzungen durch Steine und spitze Gegenstände zu bieten. Weiterhin diente die Plane zur schnellen und sicheren Positionierung der textilen Module am Deich.



**Abbildung 4:** Ausbringung des Moduls auf der Deichkrone

Nachdem sich die im vierten Feldversuch die auf einer Wasserstrahlpumpe basierten Fördertechnik bewährt hat, wurde dieses Prinzip auf dem Gelände der Heidelberger Sand und Kies GmbH mit einem optimierten Modul und Ausbringungsmöglichkeit getestet. Für den Versuch wurde ein Modul mit Wasser für die Binnenböschung, ein Modul mit Wasser für die Deichkrone und ein Modul mit Wasser-Sand für die Wasserseite befüllt, vgl. Abbildung 5.



**Abbildung 5:** Befüllung des wasserseitigen Moduls

Das wasserseitige Modul liegt aufgerollt an der Deichkrone vor. Die Entfaltung sah dabei ein Aufrollen vor. Im Modulinneren sind B-Schläuche integriert, welche mit Druckluft oder Wasser beaufschlagt werden können, um das Modul zu entfalten. Nach der Entfaltung wird das Modul mit einem Wasser-Sand-Gemisch mittels einer Wasserstrahlpumpe befüllt. Am unteren Ende des Moduls befinden sich auf der Oberseite Drainagetextilien, so dass das Wasser aus dem Modul während der Befüllung entweichen kann und nur der Sand im Modul verbleibt.

#### **4. Ergebnisse und Zusammenfassung**

Eigene Versuche sowie die Untersuchungen der RWTH Aachen zeigen, dass die Textile Deichsicherung theoretisch in allen bekannten Fällen der Deichverteidigung den klassischen Einsatz von Sandsacksystemen ersetzen kann. Es sind jedoch weiterführende Untersuchungen sowie Optimierungen am Textil notwendig. Schwachstellen zeigten sich in den Nähten und Materialien, welche jedoch in optimierten Varianten deutlich verbessert werden konnten, vgl. Abbildung 6.

Weitere Vorteile der innovativen Deichsicherungsmethode im Vergleich zur Verwendung von Sandsäcken im Hochwasserfall sind in einer schnelleren Bereitstellungszeit des Systems und im wesentlich geringeren Personalaufwand zu sehen. Außerdem bietet TeD eine neue Methode zur aktiven Deichsicherung mit modularer Bauweise. Im Ergebnis steht dabei, dass geringe Nettogewicht der einzelnen Module. Jedes Modul ist dabei mit max. vier Personen tragbar. Im gleichen Maße wurde innerhalb der Projektbearbeitung auf eine schnelle, zuverlässige Fördertechnik mit geringem Gewicht geachtet. Auf diese Weise kann die mechanische Belastung, die auf den Deich einwirkt, erheblich reduziert werden.



**Abbildung 6:** Binnenböschung mit dem TeD-Modul nach 24 h mit Wasseraustritt am Modul; Erosion unterhalb des Moduls (ausgetragener Sand am Deichfuß) (Krebs und Schüttrumpf 2019)

Im Ergebnis des Projektes stehen drei unterschiedliche Module. Es gibt ein Deichkronenmodul, ein Deichmodul für die Wasserseite und ein Deichmodul für die Landseite. Alle drei Module haben primär die Aufgabe den angegriffenen Deich durch eine zusätzliche Masse zu stabilisieren und die vorhandenen Deichversagensmechanismen so weit wie möglich zu minimieren. Das Deichmodul auf der Wasserseite hat noch eine weitere Aufgabe, denn es fungiert als abgedichtetes Element auf der Hochwasserseite und kann einer weiteren Erosion und Schädigung der Deckschicht vorbeugen. Weiterhin kann dieses Modul den Eintritt von Wasser in den Deich reduzieren. Auf diese Weise kann ein positiver Effekt auf die Sickerlinie des Deiches genommen werden. Das Deichmodul auf der Landseite besitzt eine Drainagefunktion und hat die Aufgabe den Deich zu beschweren. Die Drainagefunktion des Landmoduls sorgt dafür, das Sickerwasser kontrolliert aus dem Deichkörper dringen kann, damit es sich nicht aufstauen kann und es folglich zu keiner Deichschädigung bzw. einem Deichbruch kommen kann. Weiterhin minimiert das Deichmodul auf der Landseite die Erosion der Landseite des Deiches, die durch das Sickerwasser hervorgerufen wird und somit nimmt diese Wirkungsweise einen positiven Einfluss auf die Stabilität des aufgeweichten Deiches.

## Referenzen

- [1] Amari-Hochwasser (2019): Objektschutz. Produktbeschreibung. Online verfügbar unter [www.amari-hochwasser.at](http://www.amari-hochwasser.at).
- [2] Fa. Sattler: Textile Aarchitektur. Mobiler Hochwasserschutz. Online verfügbar unter <https://www.sattler-global.com/textile-architektur/mobiler-hochwasserschutz-1019.jsp>.
- [3] Feuerwehr Stadt Bleckede (2019): Spundwände im Hochwasserschutz. Online verfügbar unter <https://www.feuerwehren-stadt-bleckede.de/2012/09/alt-garge-aufbau-der-mobilen-hochwasserschutzanlage/>, zuletzt geprüft am 02.07.2019.
- [4] Hannes Silberbauer GmbH: Der Aqua-Barrier Hochwasserschutz. Hg. v. Hannes Silberbauer GmbH. [www.hs-silberbauer.at](http://www.hs-silberbauer.at).
- [5] Krebs, Verena; Schüttrumpf, Holger (2019): Textile Deichsicherung. Standsicherheitsberechnungen und modelltechnische Untersuchungen an einem Deichmodell. Bericht. Aachen.
- [6] MOBILDEICH GmbH: Mobildeich. Internetdokument. Werk Hamburg. [www.mobildeich.de](http://www.mobildeich.de)
- [7] RS Stepanek KG: INERO™ Flutschutzbarriere. [www.hochwasserschutz-rs.de](http://www.hochwasserschutz-rs.de).
- [8] THW München: Sandschlauch-Schaufelsystem (ÖGA Hochwasserschutz). Hg. v. THW München. Online verfügbar unter [www.thw-muenchen-ost.de](http://www.thw-muenchen-ost.de).
- [9] topocare GmbH: [www.topocare.de/topomover](http://www.topocare.de/topomover).