

Das Projekt **TOPSOIL** ist ein Gemeinschaftsprojekt von 24 Projektpartnern im EU INTERREG Programm der Nordseeregion (Laufzeit: 1.12.15-1.2.20) mit Belgien, Dänemark, Deutschland, den Niederlanden und Großbritannien.

**Ziel:** Lösungs- und Anpassungsstrategien für den nachhaltigen Umgang mit der Ressource Boden und Grundwasser in der Nordseeregion zu erarbeiten.

**Veranlassung:** Der **GDFB** geht den Fragen nach:

Welchen Einfluss hat die Verlagerung des Weserwehres in den 90er Jahren auf das Grundwasserregime (Fließrichtung, Salzwasserintrusion, Schadstofftransport)?

Welchen Einfluss hat der Klimawandel auf die Wechselwirkung zwischen Aquifer und Fluss?



Abb. 1: Lage des Weserwehres und Einfluss der Nordsee aus NW sowie Salztransport aus SSE. Quellen: links: © Geobasis-DE, BKG 2009; rechts: Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes © Geobasis-DE, BKG 2009



Abb. 2: Darstellung des Weserwehres 1911  
Quelle: BAW



Abb. 3: Durchbruch am alten Weserwehr 1981 (Carl-Carstensbrücke)  
Quelle: BAW

Eine Korrektur des Weserverlaufs erfolgte durch L. Franzius bereits 1887 - 1895, mit dem Ziel der Entschlickung durch die Erhöhung der Gezeitenströme. Eine unerwünschte Folge war die starke Erosion der Sohle.

Um die Gezeiten zu kontrollieren, baute Bremen das Weserwehr am alten Hemelinger Hafen (1908-1911).

Geschwächt durch mehrere starke Eiswinter, ließ sich im November 1980 ein Wehrkörper nicht mehr öffnen und es kam zum Weserdurchbruch am 15.03.1981.

Das neue Weserwehr wurde von 1989-1991 180 m flussabwärts errichtet und 1993 vollständig in Betrieb genommen.



Abb. 4: Luftbildaufnahme von altem Weserwehr in Bremen-Hemelingen, das noch in Betrieb ist. Stromab ist das neue Wehr teilweise in Betrieb. Quelle: BAW

**Strömung am Weserwehr** Das Wehr teilt den Fluss in einen Bereich der durch den Salzabbau aus Hessen und Thüringen beeinflusst ist (A) und einen Tide-beeinflussten Bereich (B).

- (A) Eindringen von Salzwasser (Infiltration) aus dem Fluss in den Grundwasserleiter, Wasserstand: ~4,5 mNN
- (B) Tide-beeinflusst (Exfiltration), Wasserstand: 2,5–1,63 mNN

Abb. 5 (oben, links): Alte und neue Grundwasserströmungsrichtung mit Verlagerung der Schadstofffahne (2,3) und neuem Fahnenverlauf (4)  
Abb. 6 (links): Infiltration (A) und Exfiltration (B)

Einer zunächst festgestellten Grundwasserverunreinigung durch PCE<sup>1</sup> und TCE<sup>1</sup> (3) konnte keine Quelle zugeordnet werden. Mögliche bekannte Quellen liegen weiter östlich der Fahne (Pfalzburger Straße, Am Rosenberg) (1). Es gibt keine direkte Verbindung. Die ehemalige Fahne (2) hat sich zunächst durch Verteilungsprozesse im Untergrund nach Westen verschoben (2=>3).

Durch den Bau des Weserwehres hat sich die Strömungsrichtung verändert (blau=>grün). Es bildet sich nun ein neuer Fahnenkörper aus (4).

**Fragestellung:** Was bedeutet das für den Austausch zwischen Grundwasserleiter und Fluss?

**Vorgehen:** Verstehen der Prozesse durch Modellierung des Tidesignals an ausgesuchten Messstellen

<sup>1</sup>: PCE = Perchloroethen; TCE = Tetrachloroethen

**Einhängen von Dataloggern im Juni bis Juli 2016**

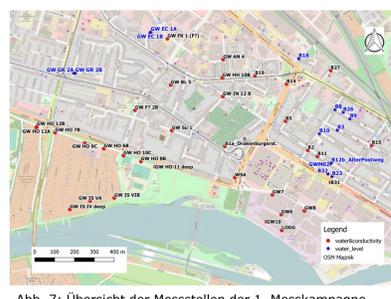
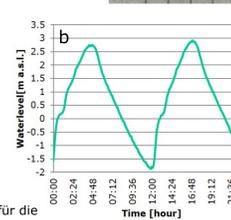


Abb. 7: Übersicht der Messstellen der 1. Messkampagne



- Temperatur (rot, blau)
- Grundwasserstand (rot, blau)
- Elektrischer Widerstand (rot)



An der Unterweserstation lässt sich der tägliche Tidehub ablesen

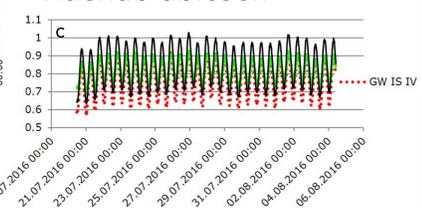


Abb. 8 a: Lage der flussnahen Messstellen für die Erstellung des 4-Layer-Modells. 8b: täglicher Tidehub an der Unterweserstation. 8c: periodische Wasserstandsschwankungen flussnaher Messstellen

An 3 flussnahen Messstellen sind die periodischen Wasserstände im Modell gut sichtbar.

Die Phasenverschiebung und die Dämpfung der Tide hängen von der Untergrundbeschaffenheit und dem Abstand zum Fluss ab.

**Modellierung mit FREEWAT<sup>2</sup>-Tools:**



1. Berücksichtigung einer harmonischen Schwingung => Nachahmung der Tide möglich
2. Berücksichtigung der In- bzw. Exfiltration

Modellergebnisse eines homogenen, isotropen 4-Layer Modells an MS-54:

Dämpfung und Phasenverschiebung passen gut zusammen. Es gibt aber Unterschiede zwischen den absoluten Werten (simulierte Pegelstände zu gemessenen Werten).

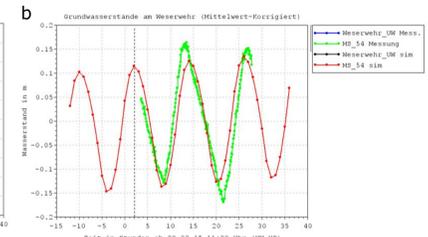
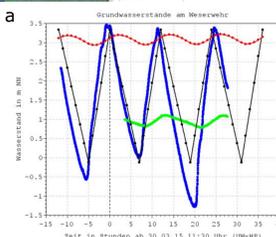
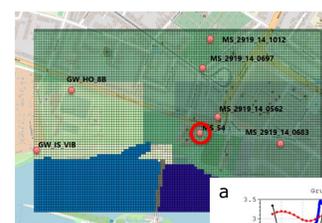
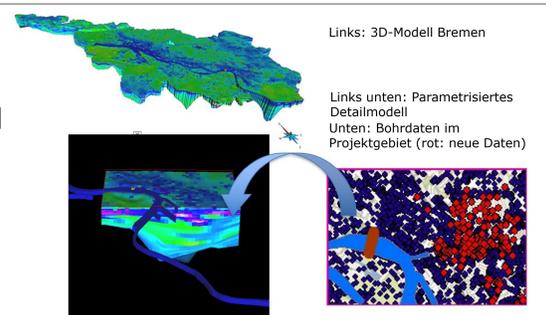


Abb. 10 a: Grundwasserstände in der Weser (blau, schwarz) und am Weserwehr (MS-54 rot, grün). 10 b: korrigiert durch mittleren Tidenhub

<sup>2</sup>: Free and open source software tool for groundwater resource management, GIS-Verbindung (opensource), basierend auf MODFLOW code

**Laufende Arbeiten:**

bessere Anpassung der hydraulischen Parameter und Randbedingungen durch Anpassung und Verfeinerung des hydraulischen parametrisierten 3D-Modells



Links: 3D-Modell Bremen

Links unten: Parametrisiertes Detailmodell  
Unten: Bohrdaten im Projektgebiet (rot: neue Daten)