

# Trennung morphologischer Skalen

Die Flusssohle verändert sich kontinuierlich auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen. Grund dafür sind zum Beispiel vorbeiziehende Sohdünen, die lokal sehr schnelle Veränderungen in der Flusssohle herbeiführen können. Gleichzeitig findet über weite Strecken eine Eintiefung der Flusssohle statt infolge von menschlichen Eingriffen, die vor Jahrzehnten gemacht wurden. Um die Entwicklung des Flusses und die Auswirkungen von Eingriffen am Fluss vorhersagen zu können, ist es wichtig, die verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen voneinander trennen zu können.

## Datensatz und Methodik

Die Höhe der Flusssohle in der Fahrrinne der Waal wird alle zwei Wochen gemessen. Dies ist ein einzigartiger Datensatz, der bisher kaum zur Beschreibung der morphologischen Veränderungen im Fluss verwendet wurde. Die sogenannte Wavelet-Methode ermöglicht es, zwischen den räumlichen Skalen zu unterscheiden und sie mit den Ursachen von Veränderungen der Flusssohle in Verbindung zu bringen (Abbildung 1). Auf diese Weise können sowohl klein- als auch großskalige Veränderungen der Flusssohle erfasst werden. Dies bietet neue Einblicke in das Verhalten des Flusses und damit Möglichkeiten für die Gestaltung und Umsetzung neuer Eingriffe sowie für die Bewirtschaftung und Instandhaltung des Flusses.

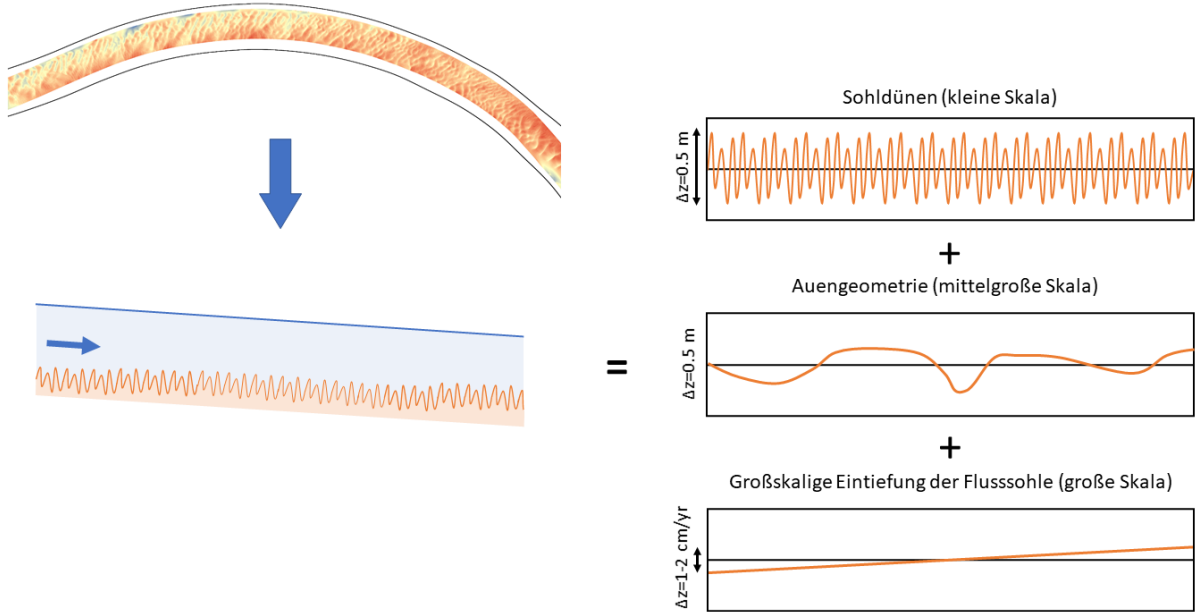
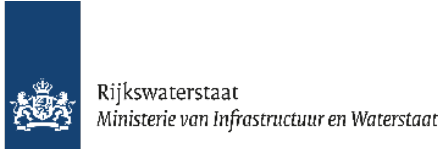


Abbildung 1 Die zweiwöchentlichen Höhenmessungen der Flusssohle werden in ein 1D Profil der Flusssohle umgewandelt. Mithilfe der Wavelet-Methode können im Anschluss die kleinen, mittelgroßen und großen Skalen voneinander getrennt werden.

UNIVERSITY OF TWENTE.



## Ziel

Ziel ist es, Einblicke in die verschiedenen Prozesse zu gewinnen, die zu Veränderungen der Flusssohle führen. Der große und detaillierte Datensatz ermöglicht es, die Veränderungen auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen zu untersuchen und sie mit den Ursachen in Verbindung zu bringen. Im Folgenden werden drei Anwendungen vorgestellt. (1) Die Veränderungen der Flusssohle werden in Zusammenhang gebracht mit dem Abfluss im Fluss. (2) Die großskaligen Veränderungen der Flusssohle der Waal und der IJssel werden untersucht. (3) Das gemessene morphologische Gleichgewicht wird mit dem berechneten Gleichgewicht verglichen, um hydrodynamische und morphologische Modelle zu verifizieren. Jede dieser Anwendungen wird zunächst kurz zusammengefasst.

### 1. Lokale Dynamik und Eingriffe in den Fluss

Vor den Eingriffen, die im Fluss im Zuge des Projektes „Ruimte voor de Rivier“ (dt. „Raum für den Fluss“) gemacht wurden, befand sich die Höhe der Flusssohle der Waal auf mittelgroßer Skala im Gleichgewicht (Quasi-Gleichgewicht). Zu dieser Zeit konnten die eingetretenen Veränderungen in der Flusssohle direkt mit Abflussschwankungen und Variationen in der Flussgeometrie in Zusammenhang gebracht werden. Die Veränderungen der Flusssohle liegen in der Größenordnung von 50 cm bei stark schwankendem Abfluss und sind damit um ein Vielfaches größer als durchschnittliche Ablagerungen von Sand durch gewöhnliche Eingriffe. Durch die Nutzung der natürlichen Bodendynamik können die morphologischen Auswirkungen von Eingriffen begrenzt werden. Dies bietet die Möglichkeit, Eingriffe besser in den Fluss zu integrieren und so die verschiedenen Flussfunktionen besser zu berücksichtigen.

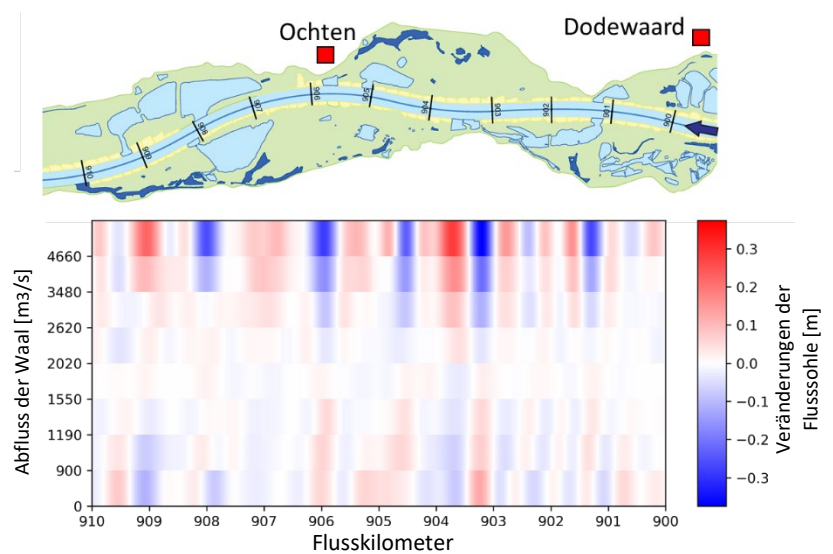


Abbildung 2 Ein Beispiel für eine Bodenhöenschwankung in der Waal aufgrund einer Änderung des Abflusses.

### 2. Großskalige Veränderungen der Flusssohle

Die Wavelet-Methode kann auch zur Untersuchung großskaliger Veränderungen der Flusssohle eingesetzt werden. Durch das Herausfiltern von Flusssohlenveränderungen kleiner und mittelgroßer Skala können Einblicke in die räumliche Variation großskaliger Veränderungen gewonnen werden, ohne dass lokale Eingriffe oder vorbeiziehende Sohlwellen Einfluss darauf haben. Dies führt zu robusteren Trends als wenn keine Filterung angewendet wird. Darüber hinaus müssen die Flussabschnitte, über die die Trends in der Flusssohle bestimmt werden, nicht vorab bestimmt werden.

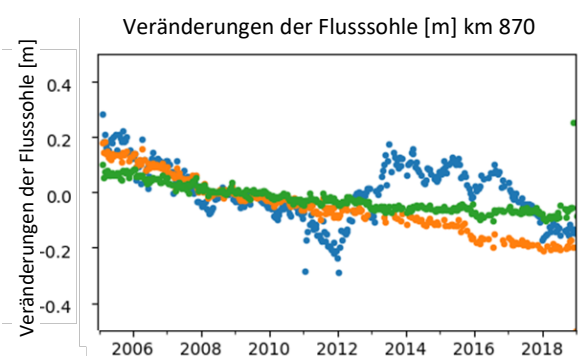


Abbildung 3 Großskalige Veränderungen der Flusssohle bei Flusskilometer 870 der Waal für verschiedene Arten der Filterung: ungefiltert (blau), Durchschnitt über 5 km (orange) und Wavelet-Filterung (grün).

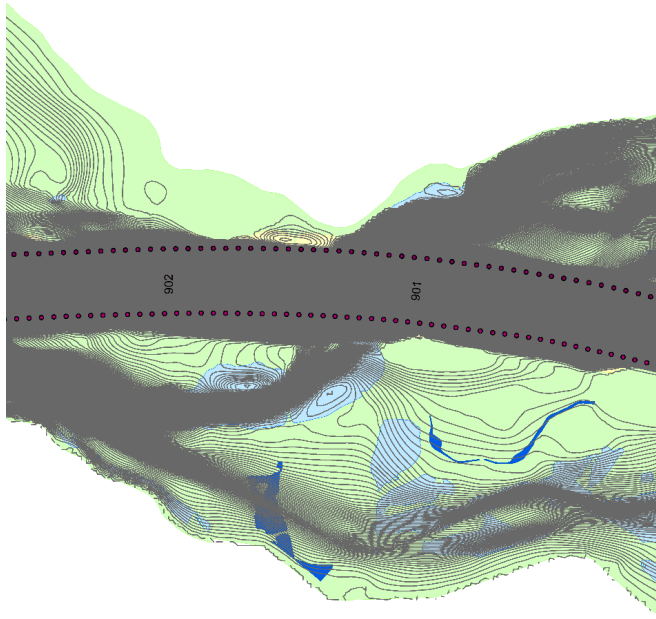


Abbildung 4 Die Verteilung des Abflusses zwischen Hauptgerinne und Aue ist ein wichtiger Parameter bei der Bestimmung des morphologischen Gleichgewichts der Flusssohle.

### 3. Verifizierung von hydrodynamischen und morphologischen Modellen

Vor der Umsetzungen von „Ruimte voor de Rivier“-Maßnahmen befand sich die Höhe der Waalsole in einem Quasi-Gleichgewicht. Dies bedeutet, dass auf mittelgroßer Skala die zeitlich gemittelte Sohlage konstant ist. Mit Hilfe von Gleichgewichtsbeziehungen kann dieses Quasi-Gleichgewicht berechnet werden. Ein wichtiger Parameter dabei ist die Verteilung des Abflusses zwischen Hauptgerinne und Aue. Diese Verteilung kann für verschiedene Abflüsse mittels WAQUA-Ergebnissen ermittelt werden. Durch den Vergleich des berechneten und gemessenen morphologischen Gleichgewichts können Stellen identifiziert werden, an denen es möglicherweise

Unzulänglichkeiten in der WAQUA-Schematisierung gibt. Das morphologische Gleichgewicht sowie andere morphologische Berechnungen reagieren, im Gegensatz zu vielen hydrodynamischen Berechnungen, sehr empfindlich auf derartige Unzulänglichkeiten. Diese schnelle Methode kann also zur Erfassung derartiger Unzulänglichkeiten verwendet werden und bietet damit die Möglichkeit, zukünftige morphologische Modelle zu verbessern.

## Möglichkeiten für die Bewirtschaftung, Verwaltung und Instandhaltung von Flüssen

1. Bestimmung der Auswirkungen von Eingriffen oder großskaligen Veränderungen durch intelligentes Filtern
2. Besseres Verständnis der Morphodynamik des Flusses
3. Reduzierung unerwünschter morphologischer Auswirkungen auf Flussfunktionen bei der Umsetzung neuer Maßnahmen
4. Verifizierung bestimmter Prozesse in Modellen durch die Trennung von Skalen

Das TKI-Projekt (UTW01) ist eine Zusammenarbeit zwischen TKI Deltatechnologie (Rob Koster), der Universität Twente (Pepijn van Denderen & Denie Augustijn), Rijkswaterstaat (Ralph Schielen) und HKV (Andries Paarlberg, Freek Huthoff & Hermjan Barneveld) und zielt auf die Anwendung wissenschaftlicher Ergebnisse und Innovationen in der Praxis ab.

Für Fragen und weitere Informationen:

Andries Paarlberg  
[a.paarlberg@hkv.nl](mailto:a.paarlberg@hkv.nl)

Pepijn van Denderen  
[r.p.vandenderen@utwente.nl](mailto:r.p.vandenderen@utwente.nl)