

# Verweildauer und Austauschrate in den Nebelbecken bei sich ändernden Oberwasserabflüssen als wichtige Voraussetzung für die Vorhersage des Sauerstoffgehalts

## Ressortforschungsprogramm

- Deutscher Wetterdienst (DWD)
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
- Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)
- Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)

[www.kliwas.de](http://www.kliwas.de)

## Hintergrund

Aufgrund der unterschiedlichen Wassertiefe haben die verschiedenen Bereiche der Ästuar grundlegend andere Funktionen für die Gewässergüte. Flachwasserbereiche fördern aufgrund ihrer besseren Lichtversorgung die Primärproduktion durch planktische Algen. Auf Wattflächen tragen sessile Algen zur Sauerstoffproduktion bei. Die im tiefen Wasser der Fahrrinne absterbenden Algen lösen Sauerstoff zehrende Prozesse aus.

Die Messungen in Abb. 1 zeigen, dass diese unterschiedlichen Bedingungen auch zu signifikant unterschiedlichen Sauerstoffgehalten führen.

Um das Algenwachstum und damit die Sauerstoffverhältnisse beurteilen zu können, ist es wichtig, die Aufenthaltsdauer [1] zu kennen, welche die planktischen Organismen in den verschiedenen ökologischen Kompartimenten, Haupt- und Nebenstrom, des Ästuars verbringen, und die Wassermengen bemessen zu können, die zwischen den Bereichen ausgetauscht werden.

Durch den Klimawandel werden sich Abflussverhältnisse ändern. Hier wird untersucht, wie sich unterschiedliche Oberwasserabflüsse auf Verweildauer und Austauschrate auswirken.

Gemessene Unterschiede im Sauerstoffgehalt 2009 (Tagesmittelwerte)

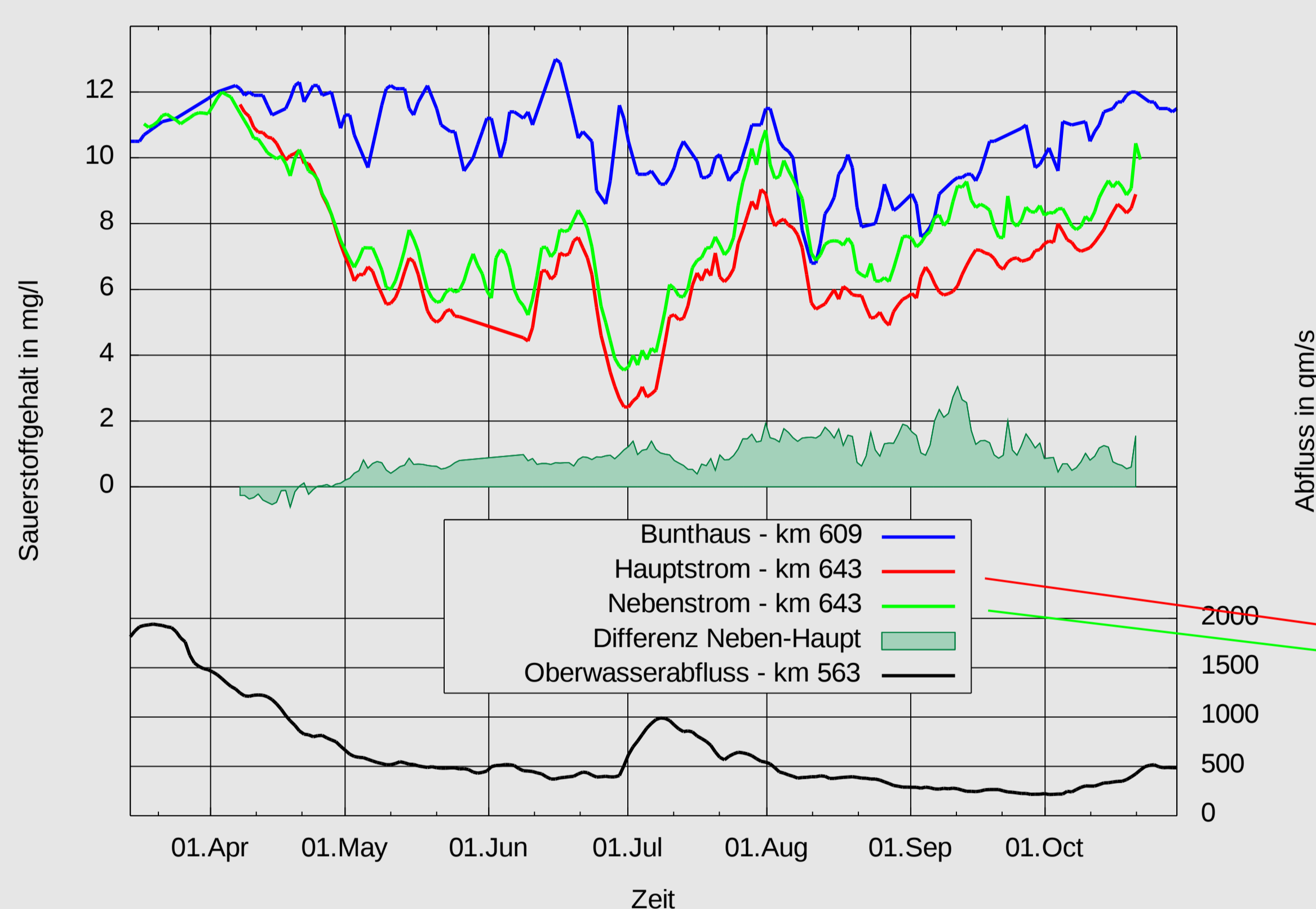


Abbildung 1: Sauerstoffmessungen in der Tideelbe 2009

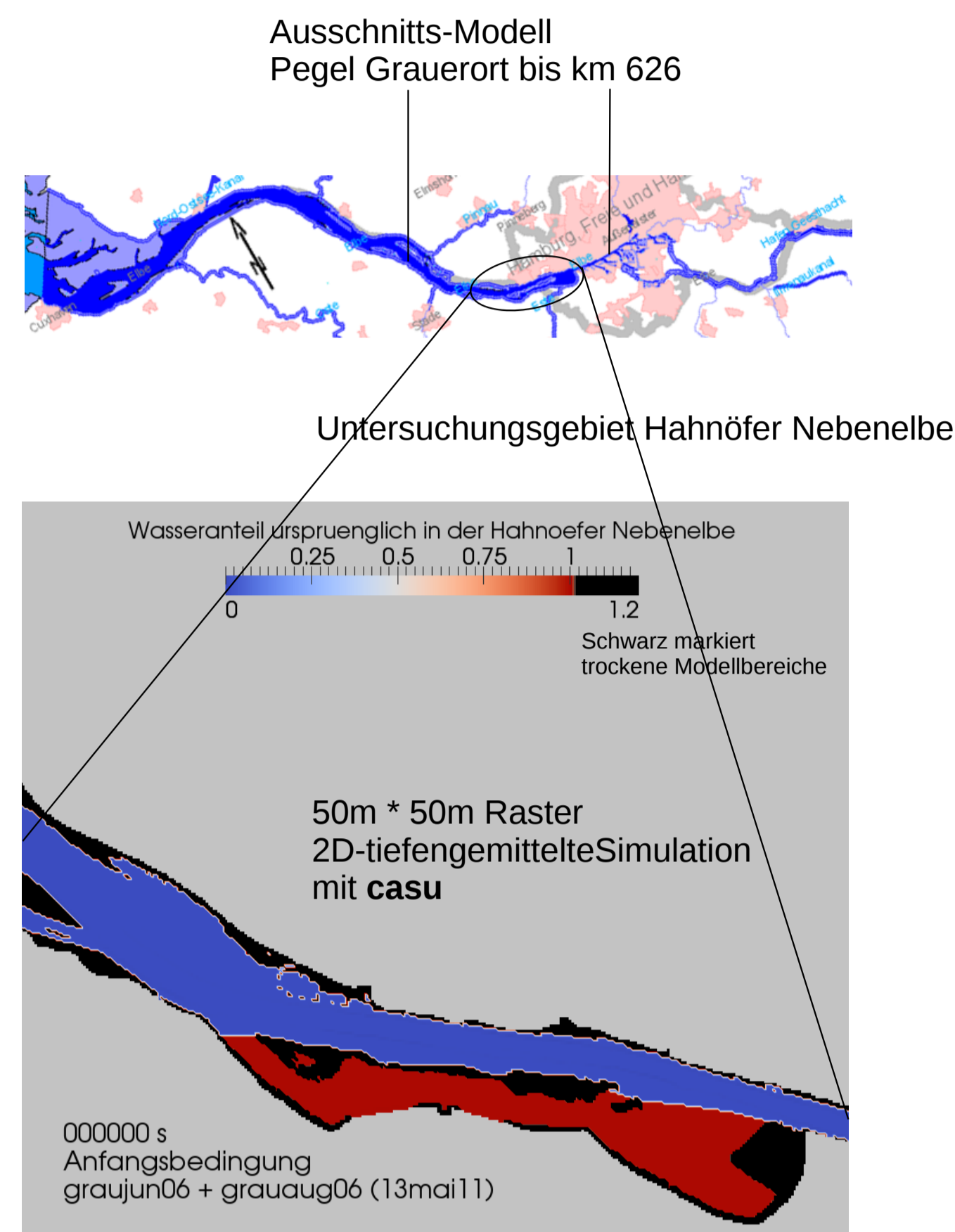
## Modellergebnisse

Die Konzentrationsverteilungen in Abb. 2 wurden mit dem mehrdimensionalen Strömungsmodell casu [2] simuliert und zeigen, wieviel von dem zu einem Anfangszeitpunkt in der Hahnöfer Nebelbecken markierten Wasser nach 6 Tidezyklen dort noch vorhanden ist und wo. Ansatzweise ist auch erkennbar, in welche Bereiche der Hauptrinne es sich eingemischt hat.

Der Vergleich zwischen den beiden Situationen mit stark unterschiedlichem Oberwasserabfluss lässt erkennen, dass hohe Zuflüsse ins Ästuar den Wasseraustausch mit den Nebenräumen verstärken. Die Unterschiede werden sowohl von den Unterschieden in den Fließgeschwindigkeiten als auch von der Änderung des Tidenhubes hervorgerufen.

Gut erkennbar werden durch diese Simulation unterschiedliche Bereiche in der Nebelbecken:

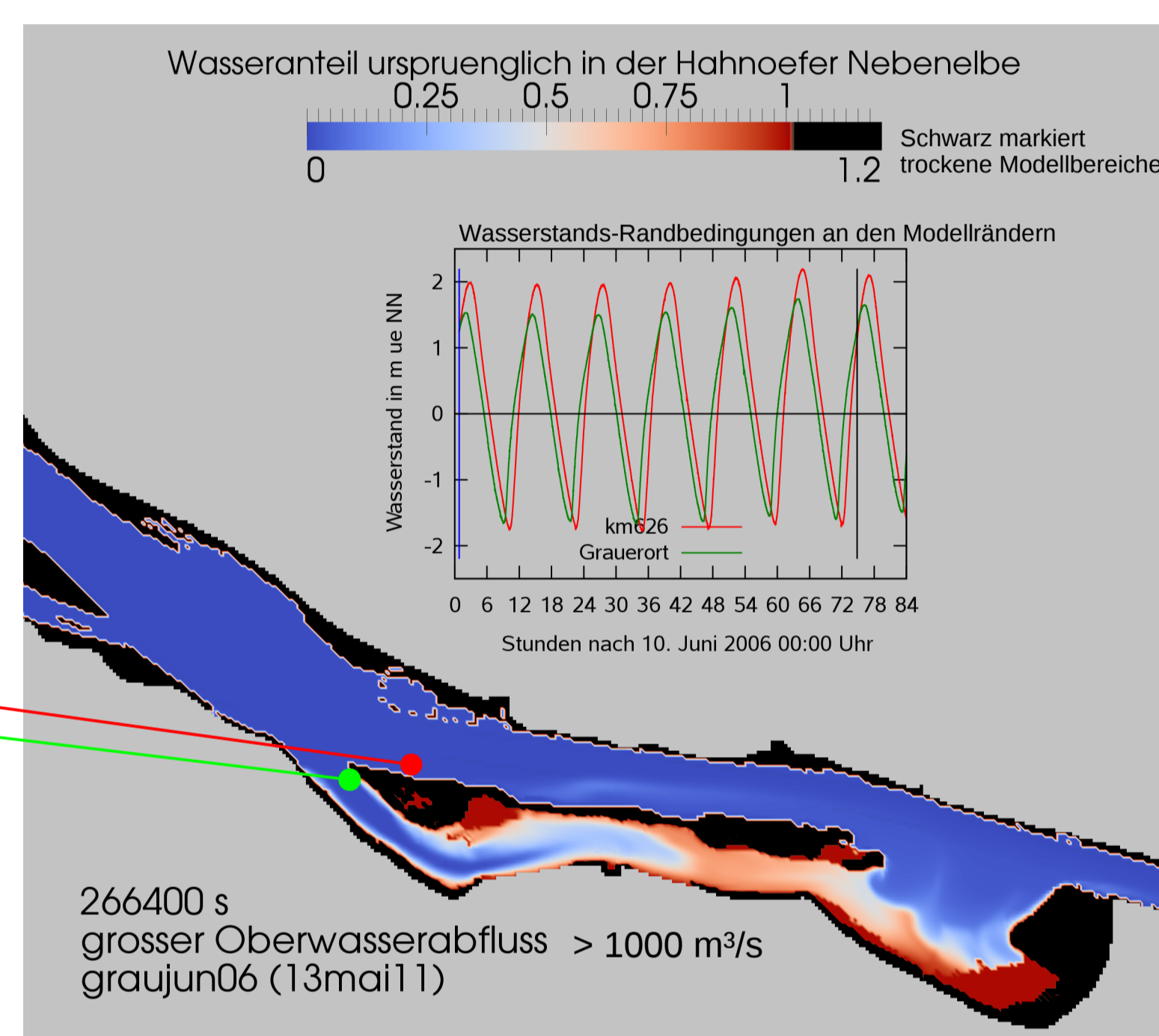
- Am seeseitigen Rand der Nebenrinne, durch den der größte Teil des Tidevolumens ein- und ausschwingt, findet ein schneller Austausch mit der Hauptrinne statt.
- Im mittleren Bereich wird die Nebelbecken nicht in jedem Tidezyklus komplett entleert. Dort erreicht das Wasser längere Aufenthaltszeiten.
- Die breite oberstromige Öffnung der Nebelbecken, durch die nur ein vergleichsweise geringes Wasservolumen ausgetauscht wird, hat nur im Bereich nahe der Hauptrinne große Austauschraten und kleine Aufenthaltszeiten.
- Die abgelegenen rückwärtigen Wattflächen nehmen fast gar nicht am Wasseraustausch teil. Das Wasser läuft dort im Tidezyklus überwiegend nur vor und zurück.



## Simulation

Die Markierung des Wassers mittels einer Tracerkonzentration in einem Nebenraum (Hahnöfer Nebelbecken) wird benutzt, um einen ersten Einblick in den Austauschvorgang zwischen Haupt- und Nebenrinne zu erhalten.

Die Konzentrationsverteilungen nach 6 Tidezyklen ergeben Anhaltspunkte für die Aufenthaltszeiten, der planktisch-passiv mit dem Wasser transportierten Lebewesen.



## Literatur:

[1] Lucas, L.V. et al.  
Why are diverse relationships observed between phytoplankton biomass and transport time?  
Limnol. Oceanogr. 54(1), 2009, 381-390

[2] Wyrwa, J.  
Turbulenzmodellierung für stabil dichtegegeschichtete Strömungen bei der Simulation des Transports von kohäsiven Sedimenten in Ästuaren.  
Diss. TU Berlin 2003

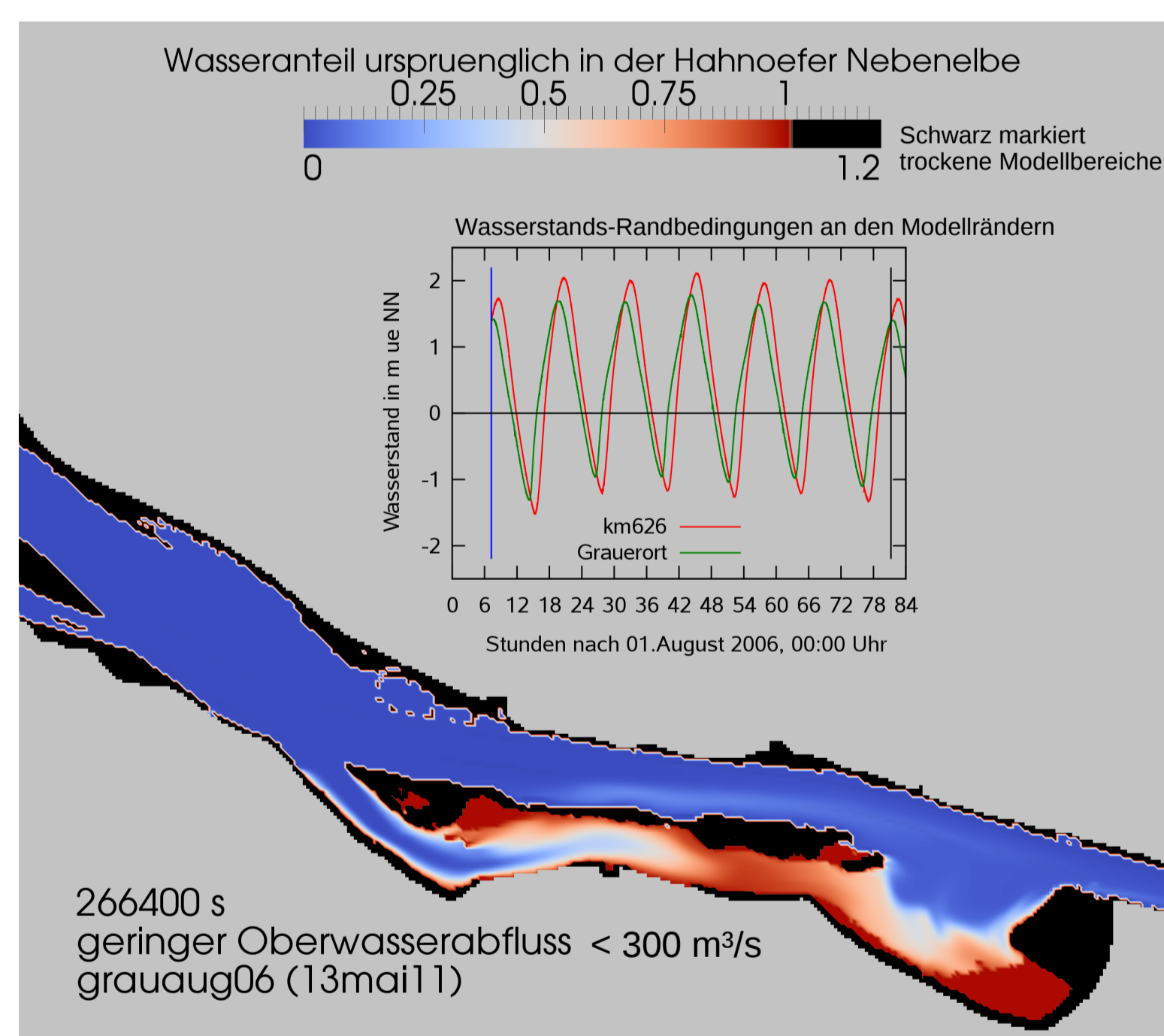


Abbildung 2: Lage des Modellgebiets, Anfangsbedingung und Konzentrationsverteilungen bei großem und geringem Oberwasserabfluss (von oben nach unten)

Jens Wyrwa  
Andreas Schöl

KLIWAS Projekt 3.08:  
Einfluss von klimabedingt veränderten Stoffeinträgen und Oberwasserabflüssen auf die Sauerstoffgehalte der Nordsee-Ästuar

Bundesanstalt für Gewässerkunde  
Referat U2 Ökologische Wirkungszusammenhänge  
Am Mainzer Tor 1  
56068 Koblenz

Tel.: +49 (0) 261/1306-5958  
Fax: +49 (0) 261/1306-5333  
E-Mail: [wyrwa@bafg.de](mailto:wyrwa@bafg.de)  
[www.bafg.de](http://www.bafg.de)

3. Plenum und Methodenworkshop  
24. – 26. Mai 2011  
beim DWD in Offenbach

## Perspektiven

Mehrdimensionale Modelle helfen die gute-relevante Interaktion zwischen Haupt- und Nebenrinnen im Ästuar aufzulösen.

Konzentrationsausbreitungssimulationen sind eine Vorstufe zur mehrdimensionalen Gütesimulation.