

## Mehrdimensionale Gewässergütesimulation mit QSim3D

Gewässer mit einer starken räumlichen Vielgestaltigkeit weisen eine große Variabilität der Vermischungs- und Umsatzprozesse auf, in deren Folge sich erhebliche Unterschiede in der Gewässergüte ergeben können. Nebenrinnen, seenartige Erweiterungen oder auch Wattflächen führen zu Unterschieden, die mit querschnittsgemittelten Betrachtungen entlang der Flusslängsachse nicht mehr dargestellt werden können.

Daher wurde an der BfG eine mehrdimensionale Erweiterung entwickelt. Aktuell lassen sich damit horizontale Unterschiede 2-D-tiefengemittelt simulieren. Die 3-dimensionale Beschreibung vertikaler Unterschiede befindet sich in der Entwicklung.

Speziell im Ästuar, dem von der Tide beeinflussten Bereich einer Flussmündung, treten diese ausgeprägten horizontalen und vertikalen Unterschiede in Wassertiefe, Strömungsgeschwindigkeit, Salzgehalt und Wassertrübung auf. Da die BfG vermehrt Fragestellungen an der Küste bearbeitet, ist eine Herangehensweise mit QSim erforderlich, welche die besonderen Verhältnisse im Ästuar berücksichtigen kann.

So zeigen Messungen im Elbeästuar, dass sich die Gewässergüte in der tiefen Haupt-Rinne anders verhält als in den flacheren Neben-Rinnen. Um diese Unterschiede simulieren zu können, werden Modelle mit einer mehrdimensionalen räumlichen Auflösung benötigt.

Die mikrobiologischen und chemischen Stoffumsetzungsvorgänge sind lokaler Natur. Es ist der Fließvorgang des Wassers, der diese, in QSim als Konzentrationen

Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

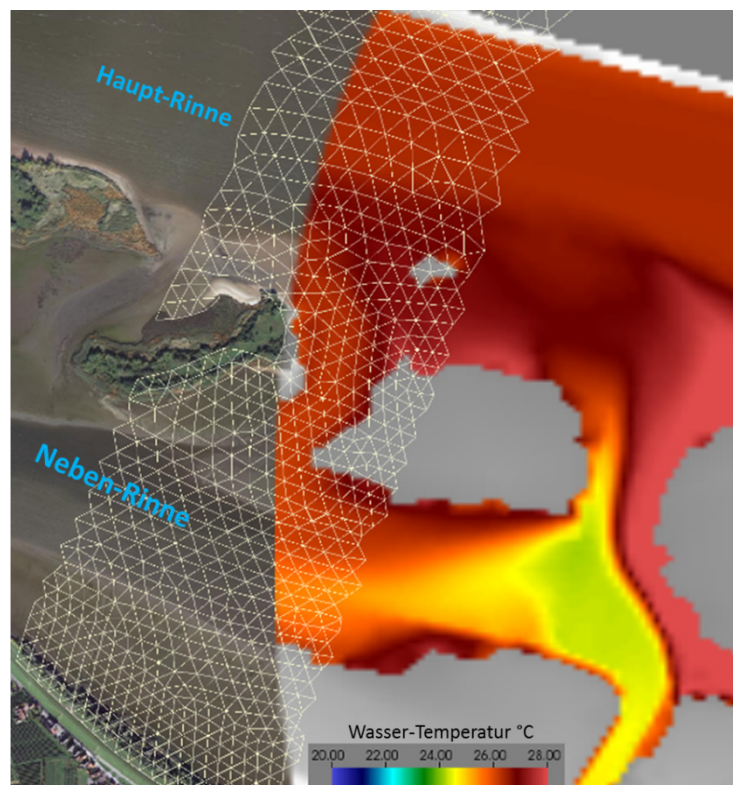
Am Mainzer Tor 1  
56068 Koblenz

Postfach 20 02 53  
56002 Koblenz

Tel.: 0261/1306-0  
Fax: 0261/1306-5302

Referat U2 – Mikrobielle  
Ökologie

01.03.2022



**Abbildung 1** Das numerische Modell, dargestellt anhand eines Ausschnitts aus dem Berechnungsgitter, verbindet die reale Gewässertopographie, links dargestellt, hier die Elbe bei Blankenese, mit dem Simulationsergebnis, rechts dargestellt, hier die Temperaturverteilung an einem sonnigen Sommertag. Deutlich sichtbar der Kontrast zwischen dem kälteren Wasser aus einem Zufluss und dem Wasser, das sich auf den Wattflächen erwärmt hat.

modellierte Inhaltsstoffe, im Fluss bewegt. Die mehrdimensionale Version verwendet dieselben Programmbausteine für die Stoffumsetzungsprozesse wie die bisherige QSim-1D Version. Dadurch nutzt die mehrdimensionale Gütesimulation das aus langjähriger Erfahrung entstandene Fachwissen der Beschreibung von Stoffumsetzungen im Gewässer.

Neu ist die Beschreibung der Stofftransportprozesse. Dazu muss erstens der Strömungsvorgang in der entsprechenden räumlichen Auflösung in dem zu untersuchenden Gebiet mit einem hydraulischen Modell simuliert werden; aus der Sicht des Gütemodells werden diese Softwarepakete auch als „hydraulischer Treiber“ bezeichnet. Zweitens müssen geeignete numerische Verfahren zum Transport der o.g. Konzentrationen im simulierten Strömungsfeld implementiert, erprobt und bewertet werden.

QSim3D ist in der Kopplung mit dem hydraulischen Modell casu (Wyrwa 2003), Version 2008 lauffähig, wobei es ein Semi-Lagrange-Transportverfahren verwendet. Seit 2017 kann QSim3D auch mit Ergebnissen von UnTRIM (Casulli and Zanolli 2005) angetrieben werden, wobei ein finite-Volumen Verfahren zum Einsatz kommt. Die Anbindung an die Modellfamilie SCHISM (Zhang, Ye et al. 2016) ist in Arbeit.

Bisher wurde QSim3D im Elbe- und Weser-Ästuar eingesetzt.

Casulli, V. and P. Zanolli (2005). "High resolution methods for multidimensional advection-diffusion problems in free-surface hydrodynamics." Ocean Modelling **10**(1-2): 137-151.

Wyrwa, J. (2003). Turbulenzmodellierung für stabil dichtegeschichtete Strömungen bei der Simulation des Transports von kohäsiven Sedimenten in Ästuaren  
Dissertation, TU Berlin.

Zhang, Y. J., F. Ye, E. V. Stanev and S. Grashorn (2016). "Seamless cross-scale modeling with SCHISM." Ocean Modelling **102**: 64-81.

Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Am Mainzer Tor 1  
56068 Koblenz

Postfach 20 02 53  
56002 Koblenz

Tel.: 0261/1306-0  
Fax: 0261/1306-5302

Referat U2 – Mikrobielle  
Ökologie

01.03.2022