

FORUM FÜR HYDROLOGIE UND WASSERBEWIRTSCHAFTUNG

HEFT **31.12**



Wasser ohne Grenzen

Beiträge zum Tag der Hydrologie am 22./23. März 2012
an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Markus Weiler (Herausgeber)



Hydrologische Wissenschaften
Fachgemeinschaft in der DWA

AMICE: erste internationale Modellrechnung der Maas

Bernhard P. J. Becker¹, Simone Patzke¹, Sylvain Detrembleur², Benjamin Dewals²,
Matthias Kufeld³, Stoffel Moeskops⁴, Otto de Keizer¹, Maïté Fournier⁵, Wouter Vanneuville⁶,
Hendrik Buiteveld⁷, Holger Schüttrumpf⁸, Michel Piroton² und Paolo Reggiani^{1,8}

¹ Deltares, Delft, Niederlande

² Université de Liège, Hydraulics in environmental and civil engineering, Belgien

³ Rheinisch-Westfälische Techn. Hochschule (RWTH) Aachen, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Deutschland

⁴ International Marine & Dredging Consultants (IMDC), Antwerpen, Belgien

⁵ Etablissement Public d'Aménagement de la Meuse et de ses Affluents (EPAMA), Charleville-Mézières, Frankreich

⁶ Flanders Hydraulics Research, Antwerpen, Belgien

⁷ Rijkswaterstaat, Lelystad, Niederlande

⁸ RWTH Aachen, Lehr- und Forschungsgebiet Physische Geographie und Klimatologie, Deutschland

Zusammenfassung

Im Rahmen des AMICE-Projektes wurde eine erste zusammenhängende internationale Modellrechnung für den gesamten Flusslauf der Maas inklusive des Nebenflusses Rur durchgeführt. Dazu wurden die in den Anrainerstaaten Frankreich, Belgien, Deutschland und der Niederlande vorgehaltenen numerischen Modelle verwendet. Die Randbedingungen dieser Modelle wurden in einem iterativen Prozess abgeglichen. Die Ergebnisse der zusammenhängenden Simulation tragen zunächst zu einem besseren Systemverständnis bei. Im weiteren Verlauf des Projektes fließen sie in eine Risikobetrachtung ein und werden zur Bewertung von Maßnahmen zur Reduzierung des Hochwasserrisikos vor dem Hintergrund zu erwartender Änderung der Bemessungsgrößen infolge einer erwarteten Klimaänderung herangezogen.

Einleitung

Ziel des Projektes AMICE (Adaptation of the Meuse to the Impacts of Climate Evolutions) ist es, für die im Einzugsgebiet der Maas (Abb. 1) liegenden Länder Frankreich, Deutschland, Belgien und die Niederlande den Einfluss des Klimawandels auf die Hochwassergefährdung über die Landesgrenzen hinaus einheitlich zu erfassen. Ein wesentliches Instrument dazu sind hydraulische Modelle. In jedem Anrainerstaat werden ein oder mehrere hydraulische Modelle für den in seinem Hoheitsgebiet liegenden Teil der Maas vorgehalten.

Szenarien

In einer ersten Projektphase wurden drei Szenarien in Form von Maximaldurchflüssen auf Basis des heutigen Q_{100} definiert (Tab. 1). Das Basisszenario beschreibt damit eine heutige Durchflusssituation mit einem Wiederkehrintervall von 100 Jahren (Q_{100}) und stellt in allen Anrainerstaaten der Maas einen gängigen Bemessungswert dar. Ausgehend davon ergeben sich zwei mögliche Klimawandel-Szenarien unter der einfachen Annahme, dass der dem Wiederkehrintervall von 100 Jahren zugeordnete Durchfluss sich im Lauf des gegenwärtigen Jahrhunderts um 15 beziehungsweise 30 Prozent erhöht.

Hydraulische Modelle der Projektpartner

Die verschiedenen Modelle der Projektpartner basieren auf jeweils unterschiedlichen Programmpaketen und weisen unterschiedliche Dimensionalität, Modellansätze und räumliche Auflösungen auf. Abb. 2 enthält eine schematische Darstellung der Modellgebiete und Erläuterungen zum Modellkonzept.

Tab. 1: Szenarien und Bemessungswerte für die Grenzpunkte Chooz (Grenze Frankreich-Belgien) und Eijsden Grens (Grenze Belgien-Niederlande)

Szenario	Zeitraum	Bemessungsdurchfluss Chooz [m ³ /s]	Bemessungsdurchfluss Eijsden Grens [m ³ /s]
Q_{100}	Gegenwart	1650	3150
$Q_{100} + 15\%$	2021 – 2050	1898	3623
$Q_{100} + 30\%$	2071 – 2100	2145	4095



Abb. 1: Einzugsgebiet der Maas, Landesgrenzen und größere Städte

SYNTHESIS OF HYDRAULIC MODELS

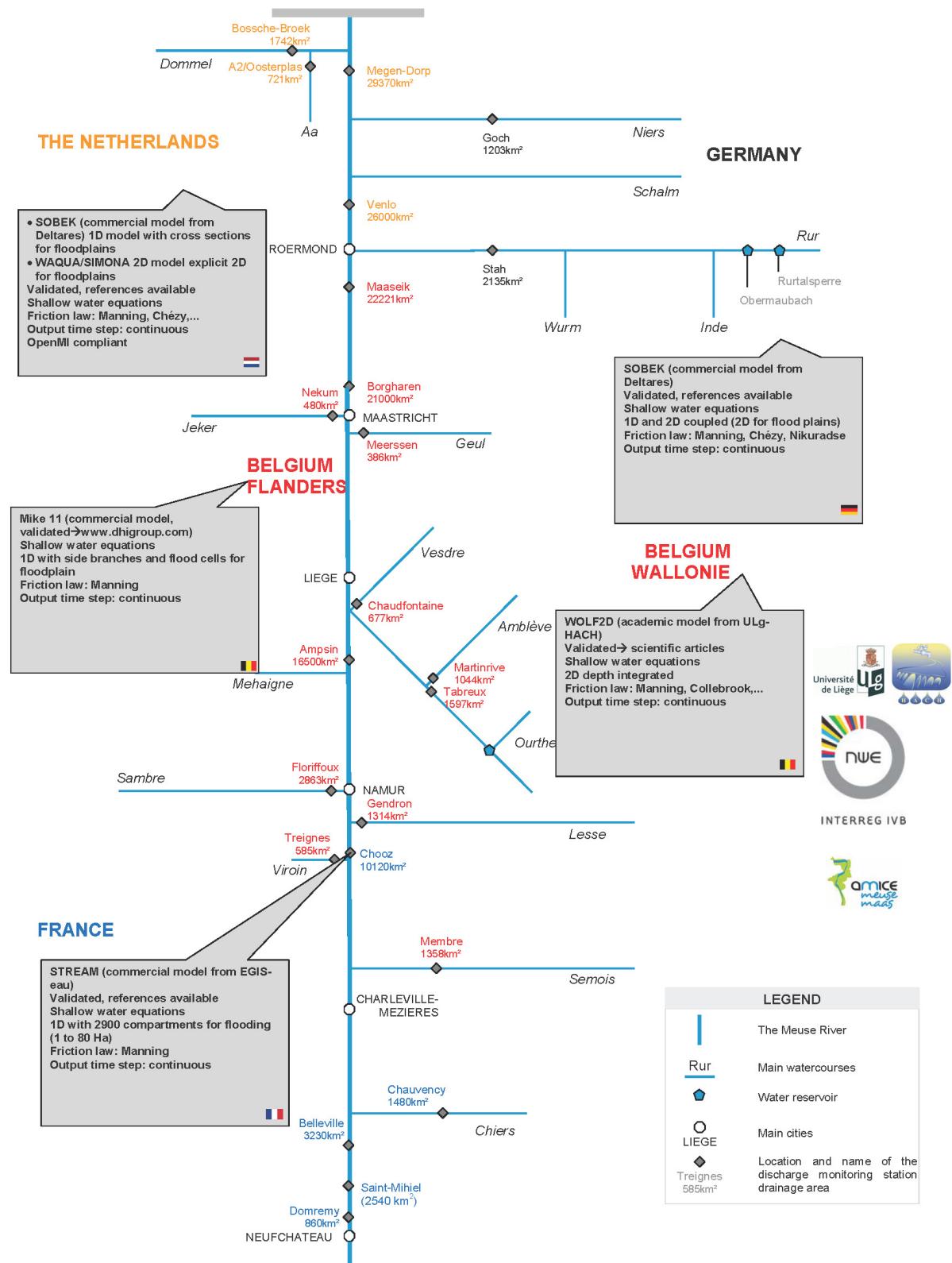


Abb. 2: Schematische Darstellung der Modellgebiete mit Erläuterung der unterschiedlichen Modellierungsansätze

Randabgleich

Weil die verfügbaren Modelle auf unterschiedlichen Modellkonzepten basieren, können die Modelle nicht ohne weiteres zu einem Gesamtmodell gekoppelt werden. Um eine kohärente Simulation des gesamten Flusslaufs zu realisieren wird deshalb die Methode des Randabgleichs gewählt. An gemeinsamen Modellgrenzen wird im Modell des Oberliegers eine Wasserstandsrandbedingung angesetzt. Das korrespondierende Modellergebnis ist eine Durchflusskurve. Das Unterliegermodell erhält dagegen eine Durchflussrandbedingung und berechnet als Modellergebnis den Wasserstand. Die Randbedingungen werden nun so aufeinander abgestimmt, dass Durchfluss und Wasserstand an den Modellgrenzen (Landesgrenzen) ausreichend genau übereinstimmen. In Abb. 3 ist der Ablauf des Randabgleichs schematisch dargestellt. Ausgangspunkt für diesen sogenannten Randabgleich sind die mit der Szenariendefinition (Tab. 1) gegebenen Spitzendurchflüsse. Für das stationäre Modell des wallonischen Teils der Maas ist dieser Spitzendurchfluss der Randbedingungswert. Für die instationären Modelle wird auf Basis des Spitzendurchflusses eine Standard-Hochwasserwelle abgeleitet (siehe z. B. Becker et al. 2011 und Dewals et al. 2012). Mit der entsprechenden Schlüsselkurve stehen damit auch die Wasserstände zur Verfügung, die als untere Randbedingung des Oberliegermodells benötigt werden. Während der erste Rechenlauf an den Modellgrenzen noch inkonsistente Ergebnisse lieferte, konnten die Modellergebnisse nach Anpassung der Schlüsselkurven schon in der zweiten Simulationsrunde in ausreichende Übereinstimmung gebracht werden (Detrembleur et al. 2011).

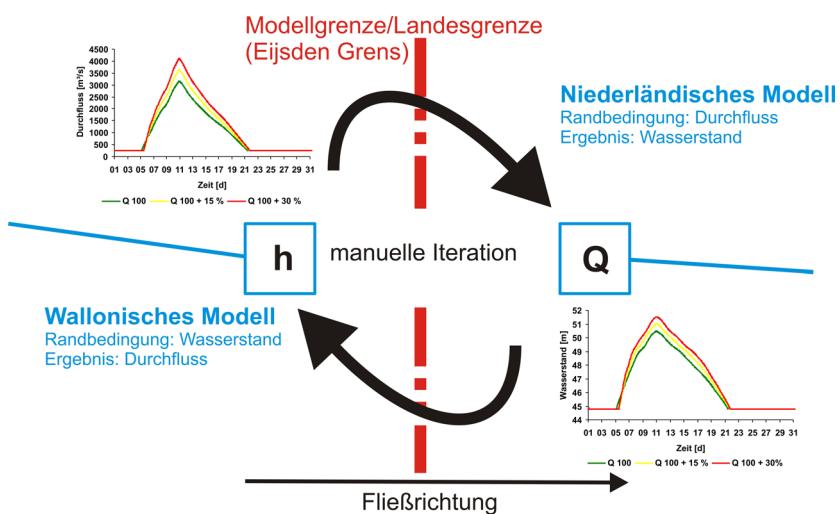


Abb. 3: Ablaufschema des Randabgleichs am Beispiel der gemeinsamen Modellgrenze Belgien (wallonischer Teil) und der Niederlande

Ergebnisse der grenzüberschreitenden Modellrechnung

Zunächst trägt die zusammenhängende Darstellung von Spitzendurchflüssen (Abb. 4) für den gesamten Flusslauf der Maas bei den Projektbeteiligten zur Verbesserung des Systemverständnisses bei. So spielen in Frankreich die Nebenflüsse eine größere Rolle bei der Abflussbildung als beispielsweise in der Grenzregion zwischen Flandern und den Niederlanden. Im durch steile Felshänge geprägten Flusslauf im wallonischen Teil von Belgien wird eine Hochwasserwelle kaum gedämpft, in den Niederlanden dagegen zeigen sich sehr starke Dämpfungseffekte aufgrund der großen Speicherkapazität des Flachlandes.

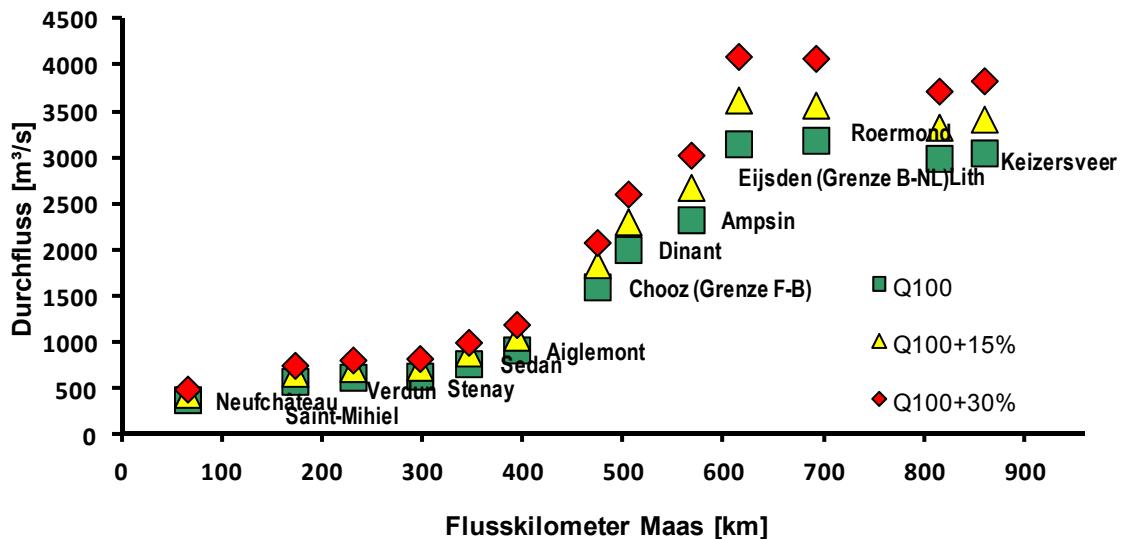


Abb. 4: Spitzendurchflüsse der Szenarien Q_{100} , $Q_{100} + 15\%$ und $Q_{100} + 30\%$ dargestellt über Flusskilometer der Maas

Die vergleichende Auswertung der Modellrechnungen zeigt, dass der Einfluss eines höheren Bemessungsdurchflusses auf die überflutete Fläche und die Überflutungstiefe in verschiedene Regionen sehr unterschiedlich ist. So wirkt sich im engen Mittellauf der Maas ein höherer Durchfluss zweimal stärker auf die Wassertiefe aus als im durch weite Vorlandbereiche geprägten Ober- und Unterlauf (Detrembleur et al. 2011). Am Beispiel der Überflutungskarte für die Region Lüttich (Abb. 5) wird die Auswirkung einer Durchflusserhöhung beispielhaft deutlich: Gegenwärtig ist das Ausmaß einer bei einem Durchfluss mit einem Wiederkehrinterval von 100 Jahren sehr überschaubar. Schon bei einer Erhöhung des Bemessungsdurchflusses um 15 % vergrößert sich die Überflutungsfläche. Bei einer Erhöhung des Q_{100} um 30 % ist mit einer signifikanten Erhöhung der Überflutungsfläche zu rechnen.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Im Rahmen des AMICE-Projektes wurde die erste zusammenhängende hydraulische Modellrechnung der Maas durchgeführt. Die Auswertung der Ergebnisse zeigt für einige Bereiche entlang der Maas auf, dass noch Anpassungsbedarf an die zu erwartenden größeren Bemessungswerte besteht. Die Simulationsergebnissen werden deshalb im weiteren Verlauf des Projektes zur Schadensberechnung im Rahmen einer Risikobetrachtung und zur Beurteilung von Maßnahmen zur Reduzierung des Hochwasserschadenspotentials herangezogen. Darüber hinaus hat die internationale Modellrechnung bereits jetzt einen wichtigen Beitrag zum Wissensaustausch über die Landesgrenzen hinweg geleistet. Ein Beispiel ist die Gegenüberstellung der verschiedenen Methoden zur Erstellung von synthetischen Bemessungsdurchflusskurven, die in den Niederlanden, im wallonischen und im flämischen Teil Belgiens angewendet werden (Dewals et al. 2012).

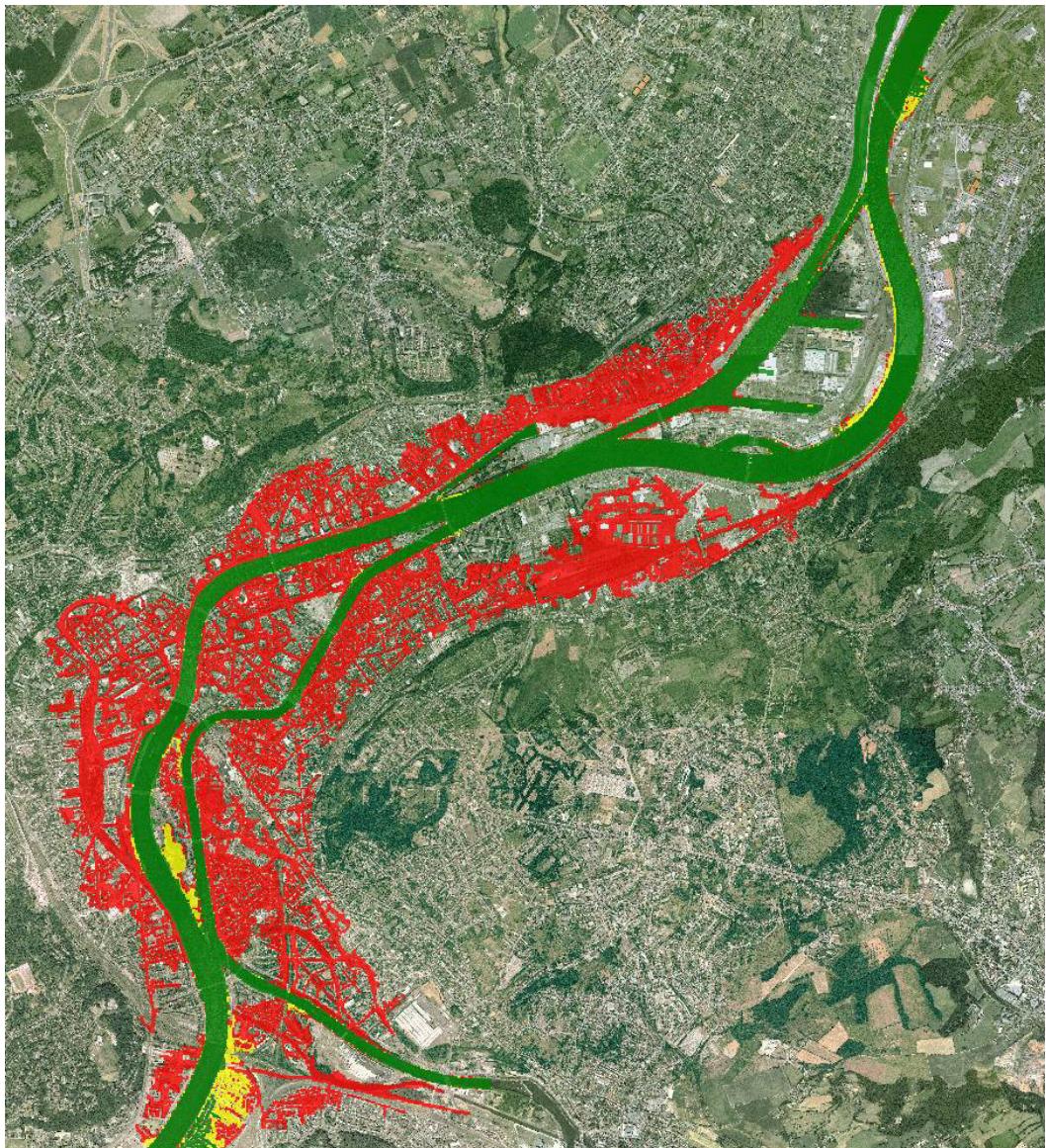


Abb. 5: Überflutungsflächen Stadtgebiet Lüttich für Szenario Q_{100} (grün), $Q_{100} + 15\%$ (gelb) und $Q_{100} + 30\%$ (rot)

Literatur

- Becker B.; Sprengers C.; Ochterbeck T. (2011): AMICE: Action 6. Hydraulic Sobek-model for the Dutch part of the Meuse. Deltares: Delft. Memo Nr. 1201007-000-ZWS-0014.
- Detrembleur S., Dewals B., Fournier M., Becker B., Guilmin E., Moeskops S., Kufeld M., Archambeau P., de Keizer O., Pontegnie D., Huber N.P., Vanneuville W., Buiteveld H., Schüttrumpf H. und Pirotton M. (2011): Effects of climate change on river Meuse / Hydraulic modelling from spring to mouth. WP1 report - Action 6. Eine Zusammenfassung des Berichts ist abrufbar unter http://www.amice-project.eu/docs/pa1_pr4_1326132512_Summary_WP1_Action6_VF_en.pdf.
- Dewals B., Detrembleur S., Becker, B., Moeskops S., Erpicum S., de Keizer O., Vanneuville W., Buiteveld H., Pirotton M., Archambeau P. (2012): Transboundary assessment of the effect of climate change on river Meuse: flood wave selection for hydraulic modelling from Ampsin (B) to Maaseik (NL). Beitrag Nr. 42621, 2nd IAHR Europe Congress, München, 27.-29. Juni 2012.