

Abfluss- und Strukturverbesserung am Niederrhein – ein hydraulischer Ansatz zur Vereinbarkeit von Hochwasserschutz und Strukturverbesserung

Gesa Kutschera, Hermjan Barneveld, Bernd Mehlig, Martin Brinkmann, Rita Lammersen

Zusammenfassung

Das Projekt „Hydraulische Studie zur Abfluss- und Strukturverbesserung am Niederrhein“ (HyStAT) ist ein Beispiel, die Ziele der europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (EG-HWRM-RL) und der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) ganzheitlich zu betrachten. Ziel des Vorhabens ist die hydraulisch sinnvolle Vorabstimmung von Maßnahmenkombinationen zur Beseitigung von Engpässen und Integration von WRRL-Maßnahmen („Projektmaßnahmen“); hierzu sind instationäre, zweidimensionale hydraulische Strömungsberechnungen durchgeführt worden.

Der gewählte 2D-Modelldatensatz (WAQUA) beinhaltet die bisher geplanten Retentions- und Deichrückverlegungsmaßnahmen (bis 2020) zur Senkung der Hochwasserscheitel am Niederrhein im Abschnitt zwischen Andernach bis Lobith. Basierend auf der „Erarbeitung der Maßnahmenplanung für die Bundeswasserstraßen in NRW“ erfolgte zunächst die Auswahl abflussrelevanter und ökologisch sinnvoller Maßnahmen, die anschließend in den Modelldatensatz implementiert worden sind. Die durchgeführten 2D-Simulationen erlauben die Darstellung und Analyse der Wirkung der Projektmaßnahmen auf Hochwasserabflüsse und –wasserstände, ggf. ihrer Wechselwirkungen sowie eine Definition von Optimierungskriterien. Die Ergebnisse der Kombination der Anforderungen aus Hochwasserschutz, WRRL und Schifffahrt zeigen das Potential zur Reduzierung der Hochwasserstände im Rhein und Verbesserung der Gewässerstruktur, ohne die Bemessungsabflüsse in Deutschland und den Niederlanden wesentlich zu beeinflussen.

Das Projekt wird von einer interdisziplinären, grenzüberschreitenden Arbeitsgruppe unter Beteiligung der niederländischen Akteure begleitet.

1. Einleitung

Die europäische Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (EG-HWRM-RL) und die Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) sind wesentliche Stützen einer integrierten Gewässerbewirtschaftung. Ihre aufeinander abgestimmte Umsetzung bedeutet eine große Chance für die Verbesserung der hydraulischen und ökologischen Verhältnisse an Gewässern. Trotz der teilweise unterschiedlichen Zielsetzungen der beiden Richtlinien gibt es auch Synergien. Die Herausforderung besteht darin, die einzelnen Ziele der unterschiedlichen Akteure zu definieren, dabei aber das Ganze im Blick zu behalten und die Arbeiten daran auszurichten.

In Nordrhein Westfalen ist das Projekt „Hydraulische Studie zur Abfluss- und Strukturverbesserung am Niederrhein“ (HyStAT) ein Beispiel, die beiden europäischen Richtlinien ganzheitlich zu betrachten. Ziel des Vorhabens ist die hydraulisch sinnvolle Vorabstimmung von Maßnahmenkombinationen zur Beseitigung hydraulischer Engpässe für die Schifffahrt und Hochwasserengpässe sowie WRRL-Maßnahmen. Die Vermeidung von Beeinträchtigungen der jeweiligen Verantwortungsbereiche gilt als Rahmenbedingung, so dass die Grundlage für eine gewinnbringende Planung geschaffen wird, in der die Belange des Hochwasserschut-

zes mit den Anliegen der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und der Schifffahrt gleichermaßen Berücksichtigung finden („Win-Win-Win-Situation“).

2. Kriterien bei der Auswahl der Projektmaßnahmen

Um die Ziele der Studie zu erreichen sind zunächst die Maßnahmen zur Beseitigung hydraulischer Engpässe aus der Sicht des Hochwasserschutzes und der Schifffahrt sowie der WRRL-Maßnahmen in einem Maßnahmenpaket zusammengefasst worden. Zunächst stand die hydraulische Betrachtung hinsichtlich der Aussagen zu Auswirkungen und Wechselwirkungen von Projektmaßnahmen (Flutrinnen und Vorlandabträgen) und Gehölzstrukturen sowie die Evaluierung der Abbildung des hydraulischen Systems im numerischen Modell im Vordergrund, weitere relevante Interessen (z.B. Vogelschutzgebiete, Landwirtschaft, Natur, Schifffahrt, Kosten) sind daher zunächst nicht mit eingeflossen. Darüber hinaus wurden die sich durch das Gesamtmaßnahmenpaket ergebenden Veränderungen bestimmt, um die großräumigen Auswirkungen für Hochwasserschutz (Wasserstandsreduzierungen entlang des gesamten Niederrheins), Ökologie (durch zusammenhängende Maßnahmen) und Schifffahrt (v.a. Fließgeschwindigkeiten) zu analysieren.

Die detaillierte Betrachtung von Einzelmaßnahmen und die Integration der Belange aller beteiligten Akteure sollen in den weiteren Prozessen Berücksichtigung finden. Im Rahmen der regelmäßig stattfindenden Gespräche der interdisziplinären grenzüberschreitenden Arbeitsgruppe sind auch ergänzende Aspekte wie Naturschutz, landwirtschaftliche Belange, ökonomische Restriktionen, integrale Schadenspotenzialanalyse, Schifffahrt, Gewässerunterhaltung, Umgang mit verunreinigtem Boden, aber auch die Auswirkungen für den Unterlieger, die Niederlande, angesprochen worden.

Darüber hinaus sind hinsichtlich der WRRL-Maßnahmen weiterhin folgende Aspekte berücksichtigt worden:

- Flutrinnen müssen den geforderten Mindestabstand zum Deich einhalten, für die Berechnung wurde daher ein Abstand von 50 m zu Grunde gelegt.
- Die Bergsenkungsgebiete am Niederrhein stellen eine besondere Problematik dar, die berücksichtigt werden muss. In diesem Vorhaben wurden daher im Bereich zwischen Emschermündung und Rheinberg keine Projektmaßnahmen verortet.

3. Projektmaßnahmen

3.1 Hochwasserschutz / Engpassanalyse

Örtlichkeiten im Fluss, an welchen im Hochwasserfall die Abflusskapazität lokal beschränkt ist, werden als Hochwasserengpässe bezeichnet. Durch die einschnürende Wirkung dieser „Flaschenhälse“ wird ein Aufstau nach oberhalb verursacht. Mit dem 2D-Modell WAQUA wurde zur Identifikation dieser Engpässe eine Flaschenhalsanalyse für zwei Abflusszustände (HQ5 und HQ200) durchgeführt, welche frühere Ergebnisse des Waterdienst, Rijkswaterstaat (RIZA 2003) einbezog. Ergänzend wurden die im Rahmen der Projektbegleitung seitens der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung aufgezeigten hydraulischen Engpässe der Schifffahrt integriert.

Die Engpässe sind auf Basis des Unterschieds zwischen dem lokalen und durchschnittlichen Gefälle (über 10 km) definiert worden. Der Grenzwert des Gefälleunterschiedes ist dabei auf Grund einer Sensitivitätsanalyse und der früheren Flaschenhalsanalysen auf 0,25 m/km gelegt worden.

In der Engpassanalyse wurden 30-35 Engpässe identifiziert, welche durch Maßnahmen beseitigt werden sollen. Ein Ausschnitt (Rhein-km 610 - 750) der Ergebnisse ist in Abbildung 1 dargestellt. Viele der identifizierten Engpässe werden durch die im Folgenden angesprochenen WRRL-Maßnahmen bereits entschärft, zur Entlastung der übrigen Engpässe sind einige WRRL-Maßnahmen verlängert oder neue Maßnahmen hinzugefügt worden.

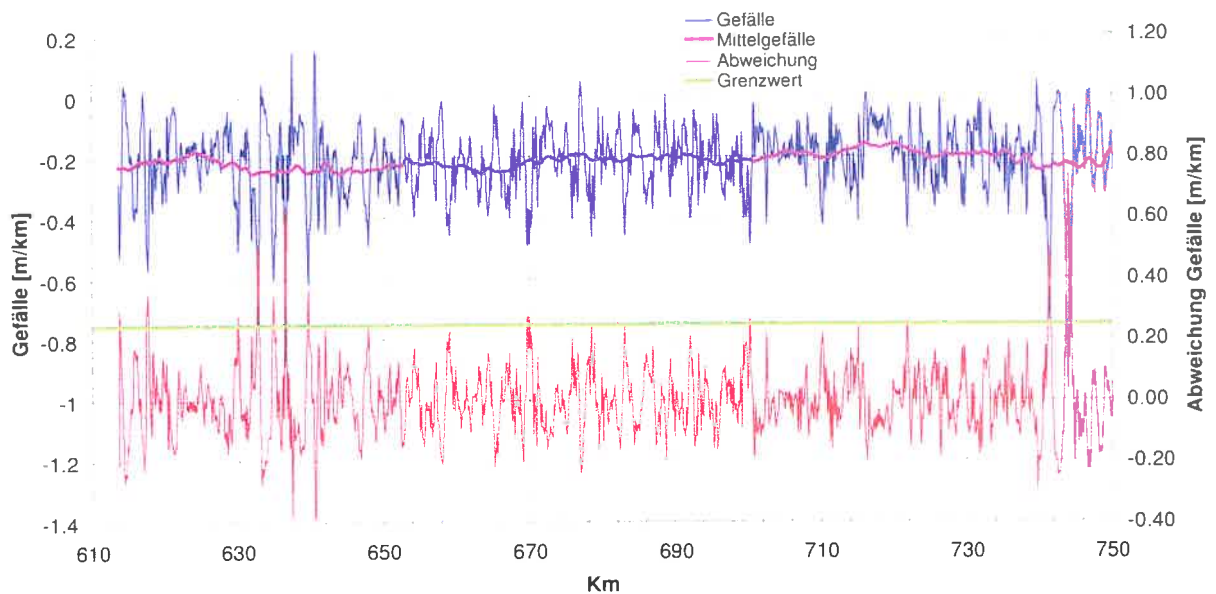


Abb. 1: Gefälleanalyse [m/km] für Abflusszenario HQ200 im Längsprofil (Ausschnitt Rhein-km 610 - 750)

3.2 WRRL-Maßnahmen

Im Rahmen der „Erarbeitung der Maßnahmenplanung für die Bundeswasserstraßen in NRW“ (LANUV 2009) sind zur Erreichung der Umweltziele der EG-WRRL Entwürfe zu Maßnahmenprogrammen erstellt worden, um die im Rahmen des Monitorings bzw. bei der Bestandsaufnahme identifizierten Defizite zu beheben. Maßnahmentypen sind Flutrinnen, Vorlandabsenkungen und Gehölzstrukturen.

Bei den Bundeswasserstraßen kommt der Aufrechterhaltung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs eine zentrale Bedeutung zu.

Auf Grund dieser Maßnahmenplanung ist für HyStAT ein Paket von WRRL-Maßnahmen in zwei Arbeitsschritten entworfen worden. Zunächst sind aneinander angrenzende und überlappende Maßnahmen selektiert worden, um einen ökologischen Zusammenhang und eine hydraulische Wirksamkeit zu erzielen. In einem zweiten Schritt sind die Höhen der Maßnahmen anhand des niedrigsten Niedrigwassers 2003 (NNW2003) und einem Ausbaumittelwasserstand+1 m (AMW90+1 m), der 1990 festgelegt wurde, definiert worden (Abbildung 2). Die Flutrinnen werden bei geringeren Abflussverhältnissen vom Unterwasser her eingestaut (Sohlhöhe auf NNW2003). Oberwasserseitig ist eine feste Schwelle auf Höhe des AMW90+1

4. Modellaufbau

4.1 Software und Ausgangsdatensatz für das hydraulische Modell

Zur Durchführung der Simulationen wurden für die Ausgangssituation und die Projektmaßnahmenzustände WAQUA-Modelle aufgebaut. In (HKV 2008) sind die Erstellung der geplanten Retentions- und Deichrückverlegungsmaßnahmen in NRW und den Niederlanden in der GIS-Datenbank BASELINE und die Berechnung der Auswirkungen dieser Maßnahmen beschrieben.

Als Basis wurde das Innen-Modell, welches die Situation zwischen den Banndeichen und bis zu 5 km dahinter darstellt, verwendet. Falls die Wasserstände infolge höherer Abflüsse die Höhe der Banndeiche überschreiten, bildet die Modellbegrenzung das Gebiet ab, so dass Wasser in das Hinterland fließen kann.

4.2 Referenzzustand

Als Ausgangssituation für HyStAT wird der Zustand im Jahr 2020 (nachfolgend Referenzzustand 2020 genannt), nach Deichsanierung und Implementierung schon geplanter Hochwasserschutzmaßnahmen, wie Deichrückverlegungen, gesteuerte und ungesteuerte Retentionsmaßnahmen und die Flutmulde Rees herangezogen. Detaillierte Beschreibungen der berücksichtigten Maßnahmen sind in (HKV 2011) und (HKV 2008) nachzulesen.

4.3 Implementierung in BASELINE

Die in Abschnitt 3 identifizierten Projektmaßnahmen werden individuell in BASELINE implementiert und anschließend in das WAQUA-Modell integriert (Abbildung 3). Dadurch werden die Entwürfe reproduzierbar festgelegt und eine Kombination mit anderen Maßnahmen ist problemlos durchführbar (Mix-Maßnahme in BASELINE).

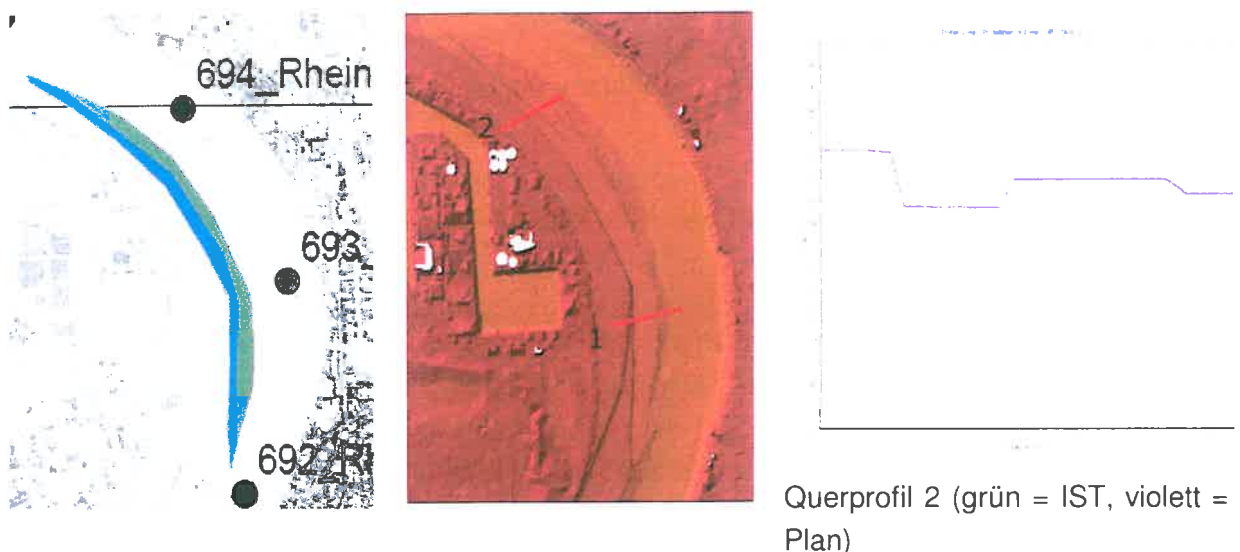


Abb. 3: Beispiel der Geometrieangepassung und Geometriekontrolle (Querprofile) für eine mögliche Projektmaßnahme

4.4 Hydraulische Randbedingungen und Rauheitsansätze

Die Berechnungen sind mit sechs verschiedenen Hochwasserwellen (HQ1, HQ5, HW1995, HQ200, HQ500 und HW824) mit Scheitelabflüssen am Pegel Andernach zwischen 5.260 und 15.120 m³/s durchgeführt worden (obere Randbedingung). Das HW824 entspricht im grenznahen Bereich etwa dem HQ1250, welches als Bemessungsabfluss in den Niederlanden herangezogen wird. Für Nebengewässer, Zwischeneinzugsgebiete und Grundwasseraustausch sind laterale Zuflüsse zugefügt worden.

Die untere Randbedingung des Basis WAQUA-Modells ist am Pannerdensche Kop in den Niederlanden bei Kilometer 876.2. Die in den Niederlanden durchgeführten Maßnahmen (Raum für den Fluss) sind durch entsprechende WQ-Beziehungen berücksichtigt worden.

Die Rauheitsansätze sind im Wesentlichen aus dem bestehenden WAQUA-Modell übernommen worden. Für die neu implementierten Projektmaßnahmen wurde zur Gewährleistung der Abflussfähigkeit des Vorlandabtrages eine kurze Vegetation (Grünland mit einem Nikuradse k-Wert von 0,25 m) angenommen. In potenziellen Bereichen mit Gehölzstrukturen wurden als Bewuchs Weichholzsträucher mit einer maximalen Rauheit (k-Nikuradse-Wert von 10 m, bei 2 m Einstautiefe) zugrundegelegt (VELZEN VAN, E.H. et al. 2003).

5. Erkenntnisse

Für das Maßnahmenpaket sind mit dem WAQUA-Modell für verschiedene Hochwasserereignisse (HQ1, HQ5, HW1995, BHQ und eine Extremabflusswelle) die hydraulischen Auswirkungen (Wasserstände, Abflussverhältnisse und Fließgeschwindigkeiten) für den Referenzzustand und den Zustand mit dem Maßnahmenpaket bestimmt worden. Die Analyse der Gesamtwirkung zeigt, wie sich Maßnahmen entlang der Niederrhein-Strecke auswirken bzw. gegenseitig beeinflussen.

Ergänzend durchgeführte Berechnungen für eine Abflusswelle größer BHQ ergeben, dass sich nach Unterstrom in den angrenzenden Niederlanden (Pegel Lobith) der dortige Bemessungsabfluss nicht erhöht.

Grundsätzlich wirken Flutrinnen sowie Vorlandabträge wasserstandsmindernd und Gehölzstrukturen aufstauend, jeweils nach oberhalb. Eine hydraulisch sinnvolle Kombination erlaubt summarisch eine Reduzierung der Scheitelwasserstände. Insbesondere die Beseitigung der Hochwasserengpässe, sei es als Einzelmaßnahme oder im Zuge einer WRRL-Maßnahme, wirkt sich wasserstandsmindernd aus.

Da sich durch die Projektmaßnahmen auch eine unmittelbare Auswirkung auf lokale Wasserstands-Abfluss-Beziehungen ergeben kann, ist in Einzelfällen zu prüfen, ob abflussabhängige Bauwerke oder Steuerungen betroffen sein können. Somit sind auch Wechselwirkungen zwischen den geplanten Retentionsmaßnahmen und den Projektmaßnahmen gegeben.

Grundsätzlich wurden die Auswirkungen auf Scheitelabflüsse (Hochwasserschutz Unterlieger) und Fließgeschwindigkeiten (Schifffahrt) für alle Ereignisse ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen, dass geeignete Maßnahmenkombinationen Potenzial für „Win-Win-Win-Situationen“ haben.

6. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die hydraulische Modellierung ergab, dass mit dem Gesamtmaßnahmenpaket die Wasserstände über die gesamte betrachtete Strecke des Niederrheins reduziert werden könnten. Eine Optimierung hinsichtlich der Verortung und des Umfangs der Gebiete mit Gehölzstrukturen (z.B. räumlich differenzieren und lokal reduzieren) erlaubt weitere scheinvermindernde Wirkung.

Es ist unwahrscheinlich, dass alle Projektmaßnahmen in einem Zuge und in kurzer Zeit zur Umsetzung gelangen. Da im Rahmen dieses Projektes jedoch nicht von vorneherein zu viele Maßnahmen wegen unterschiedlicher Interessen verworfen werden sollten und sich aneinandergrenzende einzelne Maßnahmen beeinflussen können, ist hier mit dem Gesamtmaßnahmenpaket gerechnet worden.

In der Umsetzung werden neben maßnahmenscharfen Betrachtungen und der „Hochwasserneutralität“ noch weitere wichtige Aspekte diskutiert werden, die z.B. den Naturschutz, landwirtschaftliche Belange, ökonomische Restriktionen, Schifffahrt, Pflege, ggf. Umgang mit verunreinigtem Boden, etc. betreffen.

Ergänzend ist für eine Umsetzungsplanung auch der jeweilige Maßnahmenstand/-planungsstand einer hydraulischen Betrachtung hinsichtlich jeweiliger Hochwasserauswirkungen zu unterziehen. Das vorliegende Instrumentarium bietet die Grundlagen dafür.

Literatur

- HKV (2008): Grenzüberschreitende Abstimmung wasserstandssenkender Maßnahmen 2-D-Berechnungen mit WAQUA. HKV-Bericht PR1350 (im Auftrag der Rijkswaterstaat, Waterdienst) (unveröffentlicht).
- HKV Hydrokontor (2011): Hydraulische Studie zur Abfluss- und Strukturverbesserung am Niederrhein – HyStAT; Abschlussbericht (im Auftrag des LANUV NRW) (unveröffentlicht).
- LANUV (2009): Erarbeitung der Maßnahmenplanung für die Bundeswasserstraßen in NRW - Erarbeitung der Maßnahmenplanung für die Bundeswasserstraße Rhein in NRW
- RIZA (2003): Studie afvoercapaciteit Niederrhein, Verkennende berekeningen met het BOS Inrichting Rivieren. RIZA - werkdocument 2003.027X, (Studie zur Abflussfähigkeit des Niederrheins, erste Berechnungen mit dem BOS (DSS) Einrichtung Flüsse. Rijkswaterstaat RIZA, Dokument 2003.027X).
- VELZEN VAN, E.H. et al. (2003): Stromingsweerstand vegetatie in uiterwaarden. Deel I Handboek versie 1-2003 (Strömungswiderstand Vegetation in Vorländern, Teil I Handbuch Version 1-2003)
- WSA Duisburg-Rhein. (2003): Engpassanalyse aus hydraulischer und morphologischer Sicht, Präsentation Workshop Grenzüberschreitende Auswirkungen extremer Hochwasser am Niederrhein am 30.6.-1.7.2003 in Arnheim.