

Die Maas im 21. Jahrhundert – Integrale Lösungsansätze zur Hochwasserproblematik

Von Jens Reuber,
Ralph Schielen und
Hermjan Barneveld

Die in diesem Jahrhundert erwarteten Klimaveränderungen fragen nach einem vorausschauenden Umgang mit unseren Flüssen. Es ist mit höheren Bemessungsabflüssen im Hochwasserfall und deren häufigerem Auftreten zu rechnen. Zur Kompensation eines hiermit verbundenen Wasserspiegelanstieges der Maas in den Niederlanden werden Maßnahmen nach dem Prinzip „Raum für den Fluss“ unter hydraulischen, raumordnerischen und zukunftsorientierten Aspekten ganzheitlich zu Maßnahmenpaketen für die kommenden 100 Jahre zusammengestellt. Auf dieser Basis kann bereits heute der zukünftig benötigte Raum entlang der Maas reserviert werden.

1 Einleitung

Die Niederlande ist das Land mit der höchsten Bevölkerungsdichte innerhalb der EU. Der Druck auf die noch freien Flächen nimmt dabei stetig zu. Gleichzeitig drohen – bedingt durch mögliche Klimaveränderungen in der Zukunft – größere Abflüsse der Maas und deren häufigeres Auftreten, die den entsprechenden Raum für den Fluss fordern. Das Konzept „Raum für den Fluss“ ist bereits seit 1998 im 4. Bericht zur Wasserwirtschaft des Ministeriums für Verkehr und Wasserwirtschaft in den Niederlanden festgelegt und wird seitdem intensiv umgesetzt.

1.1 Das Problem

Die für dieses Jahrhundert weltweit prognostizierte Klimaveränderung hat in den Niederlanden einen Denkprozess in Gang gesetzt, der sich mit den möglichen Konsequenzen auf die Wasserwirtschaft auseinandersetzt. Hierzu ist im Auftrag der Regierung eine Kommission eingerichtet worden. Diese hat im Jahre 2000 ein Gutachten präsentiert, das als Leitfaden im Umgang mit dem Wassersystem in den Niederlanden im 21. Jahrhundert dient [1].

Für die großen Flüsse (Rhein, Maas, IJssel, Waal) wird ein 20 % höheres maßgebendes Bemessungshochwasser als Aus-

gangswert festgelegt. („worst case“ im Jahre 2050). Für den Fall, dass in der Zukunft keine Maßnahmen getroffen würden, würde die Überströmungsfrequenz im Jahre 2050 damit von 1/1 250 auf 1/180 je Jahr reduziert. Die nachstehende **Tabelle 1** stellt die Eckdaten der Kommission für die Maas dar.

Mit Hilfe mathematisch-numerischer Strömungsmodelle ist der zukünftige Anstieg der Hochwasserpegel entlang der Maas berechnet worden (**Bild 1**). Der erhöhte Abfluss hat im Mittel einen Anstieg des Bemessungswasserstandes (bei HQ_{1250}) von circa 75 cm zur Folge.

1.2 Das Projekt

Auf oben beschriebenen Hintergrund hat das Niederländische Ministerium für Verkehr und Wasserwirtschaft (MVW) von Januar 2001 bis März 2003 die Studie Integrale Verkenning Maas – Integrale Maasuntersuchung (IVM) in Auftrag gegeben [2]. Ziel war es, den Einfluss des Klimas auf das Abflussregime der Maas zu untersuchen, die Konsequenzen für die Gebiete entlang der Maas aufzuzeigen und ein Maßnahmenpaket zur Kompensation der ansteigenden Pegel zu entwickeln. Dabei ist das Prinzip „Raum für den Fluss“ in den Niederlanden maßgebend [3]. Darüber hinaus wurden die Möglichkeiten bei den Oberliegern Belgien und Frankreich untersucht.

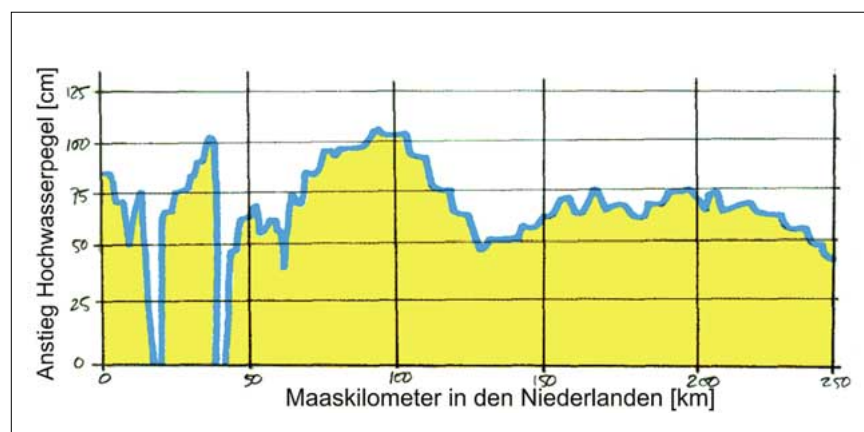


Bild 1: Berechnete relative Zunahme der Hochwasserstände der Maas im Jahre 2050 (y-Achse) und dazu korrespondierende Maaskilometer auf der x-Achse für den „worst case“

Tabelle 1: Eckdaten Maas in der Zukunft

Jahr	2000	2050	2050	2050	2100
Szenario		Best case	Mean case	Worst case	
Temperatur [°C]		+0,5	+1,0	+2,0	+4,0
Niederschlag Winter [mm]	350–425	+3%	+6%	+12%	+24%
Meeresspiegelanstieg [cm]		+10	+25	+45	+110
Maßgebender Maasabfluss HQ ₁₂₅₀ [m ³ /s]	3800	4000	4200	4600	5300

Neben dem Aspekt der Hochwassersicherheit ist als Zielsetzung die Verbesserung der Wohn- und Lebensqualität sowie der wirtschaftlichen Situation entlang der Maas – im Weiteren Qualität des Raumes genannt – gleichwertig in die Studie einbezogen worden. Dies vor dem Hintergrund, dass sich beide Aspekte gegenseitig verstärken können und nur hierdurch eine breite Akzeptanz in der Gesellschaft erreicht werden kann.

1.3 Die Partner

Unter der Federführung und mit Mitteln des MVW haben das Ministerium für Landwirtschaft (LNV), das Ministerium für Raumordnung (VROM) sowie die an die Maas angrenzenden drei Provinzverwaltungen (vergleichbar mit den deutschen Bundesländern), vier Wasserverbände und die angrenzenden Gemeinden diese Studie auf höchster politischer Ebene begleitet und ausgeführt. Die fachliche Begleitung erfolgte durch das Rijksinstituut voor Zoetwater- en Afvalwaterbeheer-Reichsinstitut für Süßwasser- und Abwasserwirtschaft (RIZA, vergleichbar mit BFG und BAW) und zahlreiche Ingenieurbüros. Insgesamt waren circa 150 Personen an der Studie beteiligt.

2 Die Maas

Die Gesamtlänge der Maas von der Quelle bis zur Mündung beträgt 930 km. Das Einzugsgebiet hat eine Fläche von 33 000 km² und erstreckt sich über 5 Länder: Niederlande, Belgien, Frankreich, Deutschland und Luxemburg. Mit ihren 26 Nebenflüssen (Bild 2) ist die Maas ein typischer Niederschlagsfluss. Dabei ist das Einzugsgebiet teilweise hügelig mit schlecht durchlässigem Untergrund und geringen Speichermöglichkeiten, wodurch der Niederschlag sehr schnell in der Maas selber zum Abfluss kommen kann. Die Maas ist international betrachtet eine wichtige Transportachse und bietet ferner Trinkwasser für mehr als 6 Mio. Menschen.

Bezüglich der Hochwassersicherheit gilt im Falle der Maas, dass sich das Über-

schwemmungsrisiko durch eine Zunahme der Hochwasserschutzrangstufe verringert, je weiter man von der Quelle (Abschnitt A) stromabwärts (Abschnitt B im Süden der Niederlande, Abschnitt C im Bereich der Deiche) gelangt (Bild 2 rechts).

3 Maßnahmenkatalog und Effekte

Zur Vermeidung des durch eine Klimaveränderung verursachten höheren Hochwasserrisikos, wird in den Niederlanden (anders als der klassische Weg der weiteren Verstärkung von Deichen) primär nach Möglichkeiten gesucht, um nach dem Prinzip „Raum für den Fluss“ das heutige Sicherheitsniveau zu gewährleisten. Dies kann durch die Reduzierung der Zuflüsse zur Maas (Zurückhalten von Wasser in den „Haarspitzen“ des Wassersystems), das zeitlich begrenzte Speichern von Wasser während eines Hochwassers oder durch Erweiterung der Abflusskapazität des Hauptstromes selbst erreicht werden. Diese drei Zielsetzungen – Zu-

rückhalten, Speichern, Ableiten – sind auch im Falle der Maas die Zutaten bei der Suche nach Maßnahmen gewesen. Vorzugsweise verstärken diese Maßnahmen auch andere Funktionen des Flusses, wie beispielsweise die des Naturschutzes.

In **Tabelle 2** sind die möglichen Maßnahmen je Zielsetzung zusammengefasst. **Bild 3** zeigt beispielhaft einen Teil dieser Maßnahmen grafisch.

In Bezug auf mögliche Maßnahmen in Frankreich und Belgien wird vermutet, dass das Zurückhalten von Wasser in den regionalen Einzugsgebieten der Seitenflüsse, durch beispielsweise Rückbau, Aufforstung oder Verzögerung des Abflusses, aller Voraussicht nach wenig Sinn macht, da zu Zeiten extremer Abflüsse der Boden gesättigt ist und zu diesem Zeitpunkt nur ein geringes Speichervermögen aufweisen kann. Eventuell ist es möglich, (gesteuerte) Retentionsräume an Nebenflüssen anzulegen, jedoch ist ihre Effektivität unsicher. Um hier genauere Angaben machen zu können, sind sowohl zusätzliche Modellstudien als auch Messungen der Effekte von Maßnahmen im Feld erforderlich. Diese sollten in Zusammenarbeit mit den Kollegen in Belgien und Frankreich geschehen.

Es liegt auf der Hand, dass oben genannte Maßnahmen nicht überall entlang der Maas realisierbar sind. Mit Unterstützung

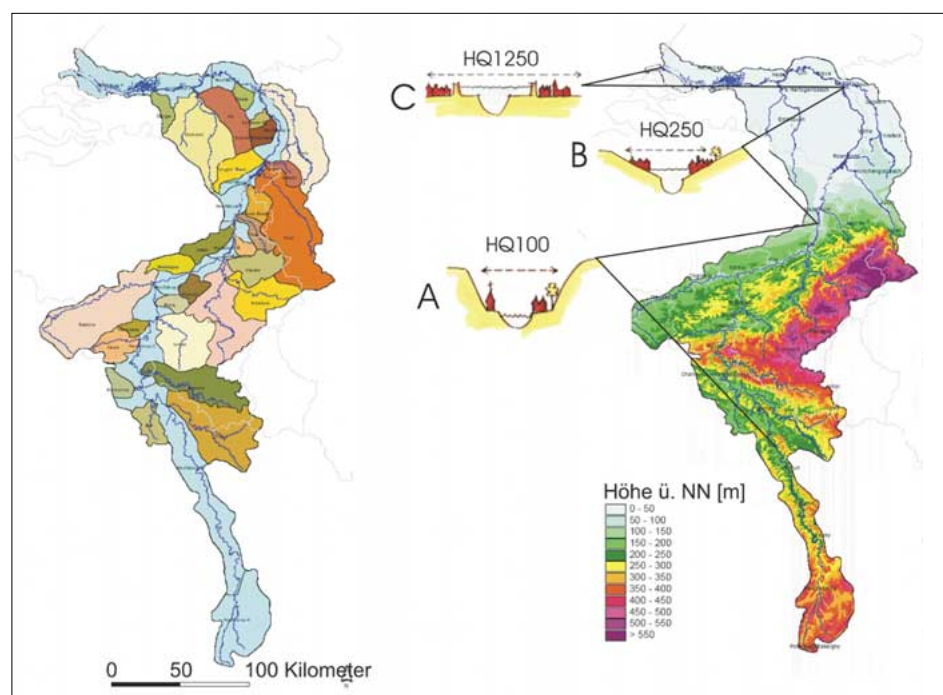


Bild 2: Einzugsgebiet der Maas mit Zuflüssen (links), Topografie (rechts) und Querschnitte (Mitte)

Tabelle 2: Mögliche Flussbaumaßnahmen entlang der Maas

Zielsetzung	Maßnahmen
Zurückhalten	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Retentionsräume Frankreich und Belgien ➤ Regenwasserspeicher ➤ Abbau Drainagesysteme ➤ Rückbau von Bächen
Speichern	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Retentionsräume Niederlande
Ableiten	<p>Großflächige Flusserweiterung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Vertiefung oder Verbreiterung des Hauptstromes, ➤ Ausbaggern der durchströmten Auen. <p>Kleinflächige Maßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ strömende Seitenarme, ➤ Hochwasserflüsse, die nur im Falle eines Hochwassers mitströmen, ➤ Aufheben sogenannter Zwangspunkte, beispielsweise die Verbreiterung einer engen Brücke. <p>Maßnahmen hinter den Deichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Deichverlegungen ➤ sogenannte „Grüne Flüsse“

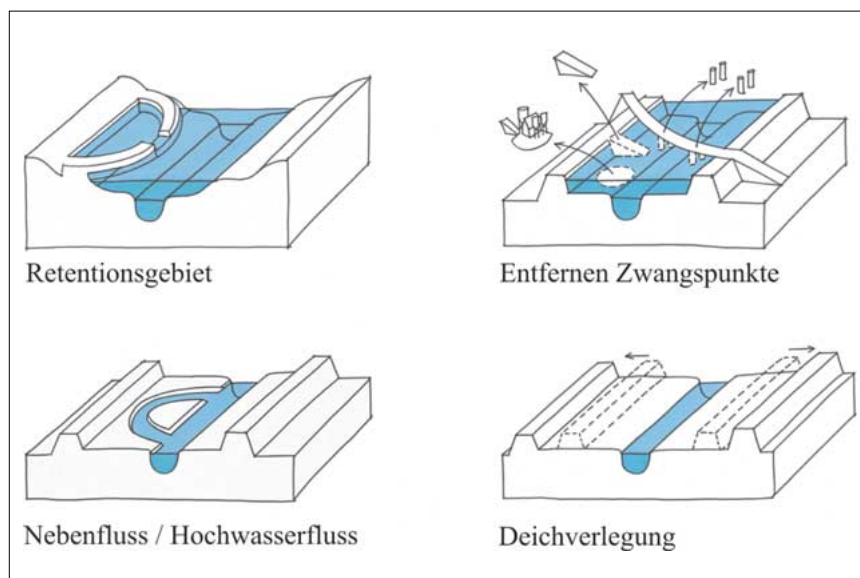


Bild 3: Prinzipskizzen der Flussbaumaßnahmen Retentionsgebiet, Entfernen von Zwangspunkten, Neben- und Hochwasserflüsse sowie Deichverlegung

von Fachleuten auf dem Gebiet Flussbau, Ökologie, Raumordnung sowie mit regionalen Interessenvertretern je Flussabschnitt wurden im Rahmen von Workshops die Möglichkeiten zur Schaffung von Raum für den Fluss inventarisiert und in einer ersten Annahme ihre Dimensionen (Länge, Breite, Tiefe) abgeschätzt.

Die entscheidende Frage ist, inwieweit die technisch möglichen Maßnahmen in der Niederlande und bei den Oberliegern im benachbarten Ausland die zunehmenden Wasserstände (Mittelwert 75 cm) kompensieren können. Dazu wird mit Hilfe eines mathematisch-numerischen Modells der Effekt aller Maßnahmen auf die Wasserstände der Maas berechnet. Neben hydraulischen Effekten, u. a. Laufzeit der Hochwasserwelle, wurden für alle Maßnahmen auch die Konsequenzen für andere Funktionen bestimmt, wie beispielsweise für Natur oder Erholung. Dies geschieht ebenfalls mit Modellen, indem beispielsweise veränderte Überströmungsfrequenzen von Auen und Vorländern (wichtig für die Funktion Natur) dargestellt werden. Darüber hinaus werden die Kosten aller Maßnahmen berechnet.

Alle Angaben und Effekte der individuellen Maßnahmen sind in einer Datenbank gespeichert, die den Kern eines Analysesystems bildet, mit dem Pakete aus einzelnen Maßnahmen zusammengestellt werden können [4].

Durch die Aufsummierung der einzelnen Einflüsse der Maßnahmen auf den Wasserstand kontrolliert das System, ob sich durch die Kombination diverser Maßnahmen die hydraulische Zielsetzung erreichen lässt. Da das Analysesystem aus vielen einzelnen Bausteinen besteht, mit dem Pakete zusammengestellt werden können, wird das System auch „Baukasten“ genannt.

Das Analysesystem geht davon aus, dass die Effekte der Flussbaumaßnahmen aufsummiert werden, wenn diese miteinander kombiniert werden. Selbstverständlich ist dies eine zu einfache Annahme. Besonders die Effekte, die eine Maßnahme auf Wasserstände und Abfluss haben, werden durch mögliche Maßnahmen im Ober- und Unterlauf beeinflusst. Der „Baukasten“ ist daher lediglich ein Hilfsmittel, mit dem in erster Näherung ein Eindruck von der Effektivität der Maßnahmenpakete vermittelt wird (Bild 4). Eine Gesamtberechnung aller Maßnahmen bleibt darüber hinaus notwendig.

The River Meuse in the 21st Century – Integral Solutions for Flood Protection

by Jens Reuber, Ralph Schielen and Hermjan Barneveld

After the floods of 1993 and 1995 in the Meuse River, flood protection studies were started in the Netherlands, to improve the safety level behind the dikes. The plans (called Meuse Works) consisted of river widening rather than dike strengthening and should be implemented before 2020. As a consequence of expected climate changes however, temperature, winter precipitation, flood discharges and flood levels are expected to increase further in the coming century. To anticipate for the more frequent and higher flood levels, additional (to the Meuse Works) measures are investigated, following the concept of „Room for the River“. Combination of such measures in balanced packages should not only guarantee the desired safety level, but should also enhance, and possibly be combined with spatial planning. Based on the results of this explorative study preliminary spatial claims on required land can be made.

4 Von Visionen zu einer konkreten Gestaltung

Zur Umsetzung der oben beschriebenen Annäherung an eine integrale Lösung für die Maas wurden mehrere Arbeitsschritte durchlaufen. **Bild 5** zeigt die Vorgehensweise zur Zusammenstellung eines sinnvollen Maßnahmenpaketes, dessen einzelne Schritte im Folgenden beschrieben werden.

4.1 Leitlinie Raumordnung

Das Bestimmen einer Leitlinie für des Gebiet der Maas, die notwendig ist, um die richtige Kombination der Maßnahmen wählen zu können, lässt sich in zwei Teile aufschlüsseln:

- Nähere Charakterisierung von Maasabschnitten: Dies kann dazu verwendet werden, um zu entscheiden, ob Maßnahmen prinzipiell zu einem bestimmten Gebiet passen, beispielsweise vom Gesichtspunkt einer Landschaftsvision. So liegt es z. B. auf der Hand, dass sich Retentionsgebiete gut in ein Gebiet einfügen, in dem sowieso größere Wasserflächen zu finden sind.
- Entwicklung von Zukunftsvisionen: Durch das Entwickeln von Zukunftsvisionen auf Basis autonomer Entwicklungen kann ein Bild der Maas in 50 Jahren skizziert werden, auf die die Wasserwirtschaft kaum oder gar keinen Einfluss hat. In eine solche Umgebung passen wasserbauliche Maßnahmen mehr oder weniger gut hinein.

Im Rahmen des Projektes IVM wurden drei Zukunftsszenarien betrachtet:

- Das marktoptimistische Szenario kennzeichnet sich durch ein Gesellschaftsbild, in dem Wasser als ein wirtschaftliches Gut gesehen wird. Das Vertrauen in die Technologie wie auch in die Marktwirtschaft ist groß.
- Im umweltberücksichtigenden Szenario werden Umweltsysteme als verwundbar betrachtet, und zum Schutze der Natur wird jedes Risiko vermieden. Wasser ist das leitende Prinzip.
- Im kontrollierenden Szenario ist die Sicherheit das leitende Prinzip. Die Regierung ist verantwortlich für das Wassersystem und legt die Regeln fest.

Zur Ausarbeitung der Szenarien wurden in Interviews mit Experten Unsicherheiten relativ zu den Szenarien betrachtet und in den möglichen zukünftigen Ent-

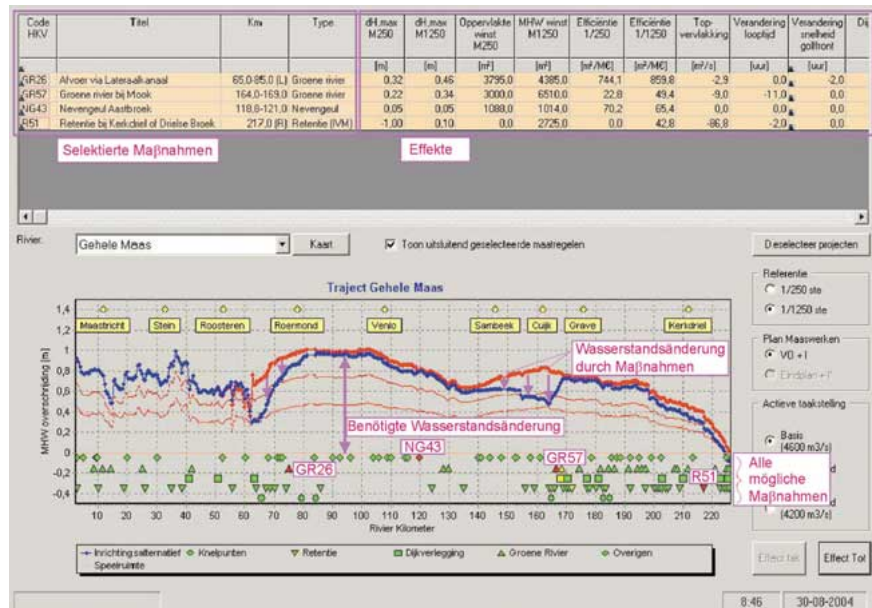


Bild 4: Darstellung des Ergebnisses einer Berechnung mit dem Baukasten für die Maas

wicklungen verarbeitet. Dabei ist klar, dass sich die Zukunft sicherlich nicht exakt entsprechend einem dieser Szenarien, sondern vielmehr differenziert entwickeln wird. Das letztendlich favorisierte Maßnahmenpaket soll daher ausreichend robust sein, um entsprechend auf derartige (autonome) Veränderungen im Zusammenleben reagieren zu können, und wird daher auch an diesen Szenarien getestet.

4.2 Strategien, Referenzbild und Maßnahmenpakete

Zur Entwicklung der Maßnahmenpakete sind nach raumordnerischen Gesichtspunkten drei Strategien entwickelt worden, in denen die Maas jeweils eine andere Rolle spielt.

Die erste Strategie, zu umschreiben mit dem Begriff „Konzentration“, zieht eine deutliche Trennung zwischen (Gebrauchs-) Funktionen, die durch die Maas gefördert werden. Bestehende Kontraste zwischen Land, Wasser und Stadt werden benutzt und wo möglich verstärkt. Innerhalb der Strategie „Mosaik“ verstärkt die Maas die Verbindung der Funktionen Wohnen, Arbeiten und Erholen mit der Folge eines variantenreichen Landschaftsbildes. Innerhalb der „Netzwerk“-Strategie nimmt die Maas die Rolle als verbindendes Glied in der infrastrukturellen Anknüpfungspunkte wahr.

Um nun die entsprechenden Maßnahmen den passenden Strategien zuordnen zu können, wird zunächst ein Referenzbild aus den verschiedenen Strategien erstellt.

Der erste Schritt ist, das Bild einer bestimmten sektoralen Hauptfunktion (z. B. Natur, oder Landwirtschaft), die zu einem Maasabschnitt passt, zu betrachten, was dem Prinzip einer Strategie (z. B. Konzentration) für den Sektor bedeutet. Aus der Sicht des Sektors „Stadtbau“ beispielsweise kann das Prinzip „Konzentration“ interpretiert werden als eine Verdichtung der Städte. Bei „Netzwerk“ wird aus Sicht der Natur das Verstärken großer zusammenhängender ökologischer Verbindungszonen gefördert, und dies sowohl entlang der Maas als auch in ihrem weiteren Umfeld. Die Ausarbeitung der Erholungsfunktion innerhalb der Strategie „Mosaik“ bedeutet, kleine, nahe beieinander gelegene Erholungsgebiete zu entwickeln.

Durch die Ausarbeitung dieser Entwicklungen in Zusammenhang mit den Charakteristiken bestimmter Maasabschnitte (entstanden aus den Visionen) entsteht das Referenzbild. Dieses Referenzbild darf nicht mit den oben beschriebenen Zukunftsszenarien verwechselt werden. Eine notwendige Überprüfung wird zeigen, ob ein Paket besser oder schlechter in ein bestimmtes Zukunftsszenario einzupassen ist.

Auf Grund des Referenzbildes wurde festgelegt, welche Flussbaumaßnahme am besten in ein derartiges Bild und damit zu einer Strategie passt. Auch hier spielen die Sektoren eine wichtige Rolle, da sie angeben, worin die Chancen und Gefährdungen einer Maßnahme (Retention, Nebenflüsse etc.) bezüglich des entsprechenden Sektors liegen.

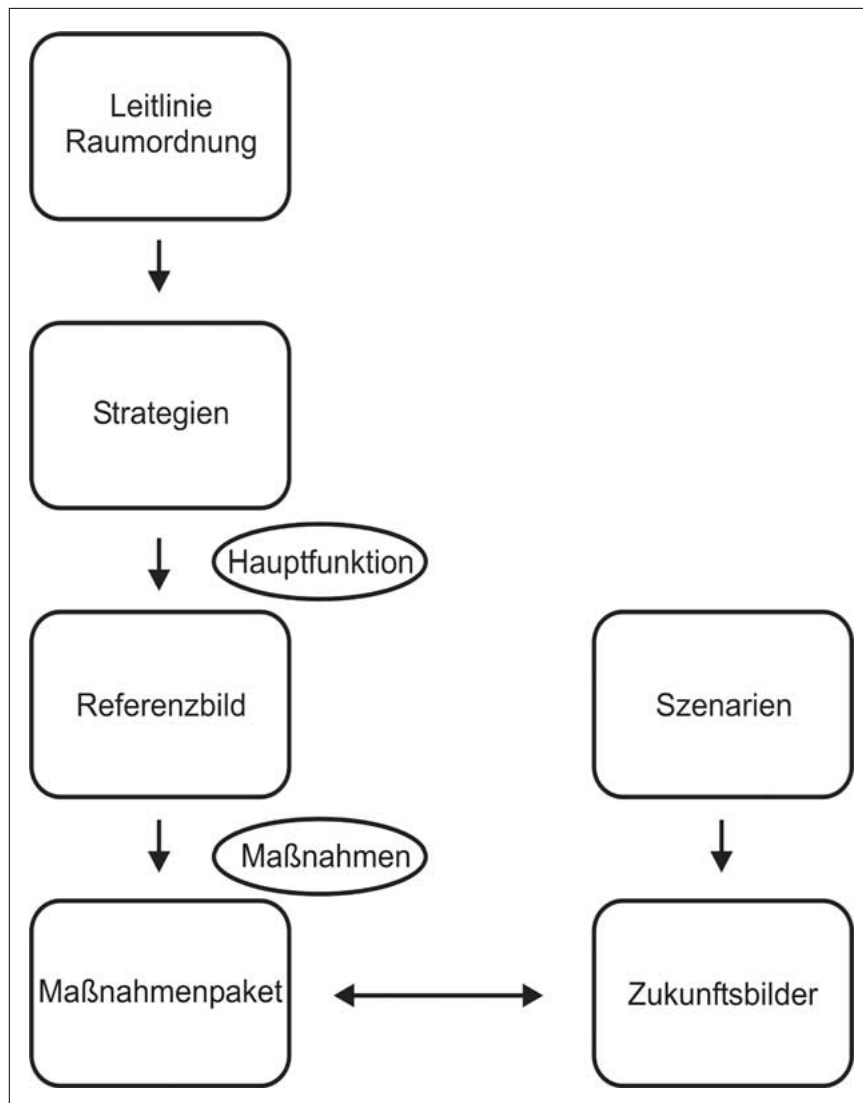


Bild 5: Vorgehen zum Maßnahmenpaket

Große, sogenannte „Grüne Flüsse“ werden in der Network-Strategie einen Platz finden, da sie Gebiete verbinden können. Kleine Retentionsräume passen besser zur Strategie „Mosaik“. Das Ausbaggern von Auen erlaubt es, sich auf eine Hauptfunktion, z. B. extensive Landwirtschaft, zu konzentrieren, was wiederum besser zur Strategie „Mosaik“ passt. Eventuelle Spannungen zwischen einer Maßnahme, die einerseits zu einem Referenzbild passt und andererseits einem Sektor nicht förderlich ist, können durch die Betrachtung der Hauptfunktion des entsprechenden Maasabschnittes gelöst werden. Dies ist ausschlaggebend dafür, ob nun der Sektor oder das Referenzbild maßgebend ist.

Als Beispiel ist in **Bild 6** die Strategie Mosaik wiedergegeben. Links zu erkennen ist das Referenzbild, rechts das Maßnahmenpaket für die Maas.

Die geschätzten Kosten für ein solches Maßnahmenpaket belaufen sich auf circa 3 bis 10 Mrd. Euro je nach Umfang der durch die Maßnahmen verstärkten anderen Funktionen. Zum Vergleich würde ein Maßnahmenpaket, das ausschließlich den Aspekt der Hochwassersicherheit nach dem Prinzip „Raum für den Fluss“ berücksichtigt und andere Funktionen bzw. Sektoren außer acht lassen würde, in der Größenordnung von circa 1 Mrd. Euro liegen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

An Hand eines integralen Ansatzes konnten für die Maas in den Niederlanden Strategien entwickelt werden, die die Folgen einer möglichen Klimaveränderung im Laufe des 21. Jahrhunderts kompensieren können. Die dazu erforderlichen

Flussbaumaßnahmen folgen dem Prinzip „Raum für den Fluss“ und bieten neben dem Hochwasserschutz die Möglichkeit der Verbesserung der Qualität des Raumes durch Erhöhung der Wohn- und Lebensqualität sowie der wirtschaftlichen Situation entlang der Maas in den Niederlanden.

Für das weitere Vorgehen ist es von entscheidender Bedeutung, dass entsprechend den Anforderungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie das gesamte Einzugsgebiet der Maas betrachtet wird. Hierzu ist die Zusammenarbeit der fünf Staaten im Einzugsgebiet der Maas gefragt, die in der internationalen Maas-Kommission ihren Niederschlag gefunden hat. Parallel hierzu wird in den Niederlanden bis Ende 2005 verstärkt an einer detaillierten Ausarbeitung der Einzelmaßnahmen in enger Zusammenarbeit mit den Städten und Gemeinden gearbeitet. Ziel ist es, ein Maßnahmenpaket zu präsentieren, das eine möglichst breite Akzeptanz erfährt und zugleich die Folgen einer möglichen Klimaveränderung kompensieren kann.

Im Weiteren sollen ab 2006 raumordnerische Maßnahmen eingeleitet werden, die die erforderlichen Flächen für die Zukunft reservieren sollen. Diese Deutlichkeit im Umgang mit dem knappen Raum bietet damit auch die Möglichkeit, schon heute Flächen für andere Nutzungen zur Verfügung zu stellen, die für den Fluss nicht benötigt werden. Die Ausführung der Flussbaumaßnahmen kann damit sukzessive in den nächsten Jahrzehnten in Abhängigkeit der tatsächlichen Klimaentwicklung realisiert werden.

Literatur

- [1] Kommission Wasserpolitik im 21. Jahrhundert: Wasserpolitik im 21. Jahrhundert – Gebt Wasser den Raum und die Aufmerksamkeit, die es verdient. Gutachten der Kommission Wasserpolitik im 21. Jahrhundert, 2000.
- [2] Ministerium für Verkehr, Wasserwirtschaft und Öffentliche Arbeiten Rijkswaterstaat, Niederlande (Hrsg.): Integrale Verkenning Maas. Gutachten, Bericht und Hintergrunddokumentation, 2003.
- [3] Ministerium für Verkehr, Wasserwirtschaft und Öffentliche Arbeiten Rijkswaterstaat, Niederlande (Hrsg.): Ein Neuer Umgang mit Wasser – Wasserpolitik im 21. Jahrhundert, 2000.
- [4] Vriend, H. J.; Dijkman, J. P. M.: A new method of decision support to river flood management. In: Proceedings of the 1st International Yellow River Forum, 21–24 October 2003, Zhengzhou, China, Vol. III, S. 63–71.

Anschrift der Verfasser
Dr.-Ing. Jens Reuber
 Ministerium für Verkehr und
 Wasserwirtschaft
 Postfach 25
 6200 MA Maastricht
 Niederlande
 j.reuber@dlb.rws.minvenw.nl;
Dr. Ralph Schielen
 Ministerium für Verkehr und
 Wasserwirtschaft-RIZA
 Postfach 9072
 6800 ED Arnheim
 Niederlande
 r.schielen@riza.rws.minvenw.nl;
Dipl.-Ing. Hermjan Barneveld
 HKV Consultants
 Postfach 2120
 8203 AC Lelystad
 Niederlande
 Barneveld@hkv.nl

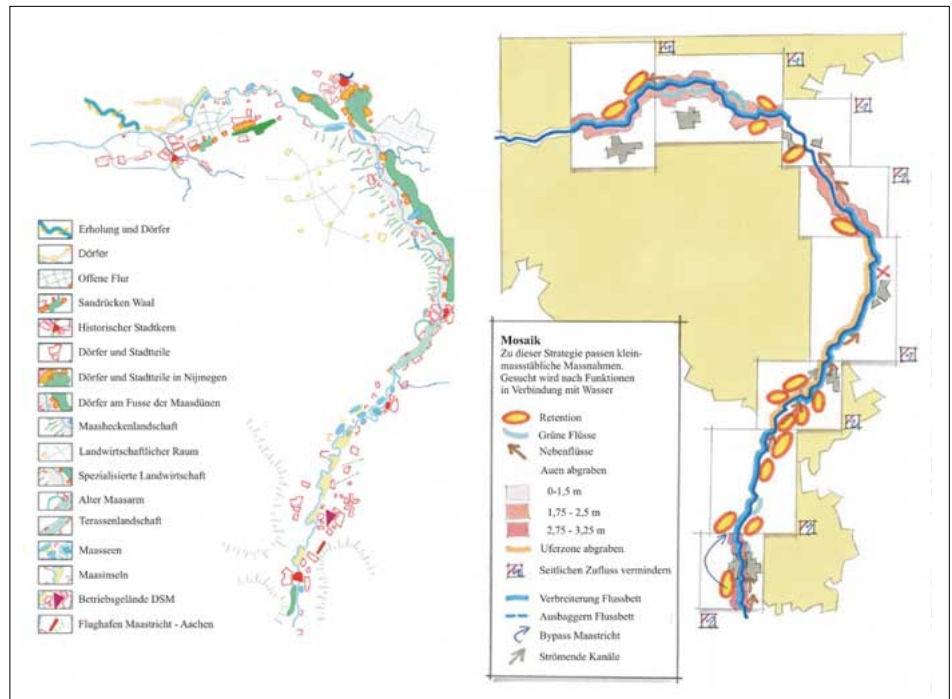


Bild 6: Strategie Mosaik mit Referenzbild (links) und Maßnahmenpaket (rechts)