

IRMA-SPONGE

**Zu einem nachhaltigen Management des Hochwasser-
risikos in den Einzugsgebieten von Rhein und Maas
Die wichtigsten Ergebnisse**

NCR-PUBLICATION 18D-2002

**Aljosja Hooijer, Frans Klijn,
Jaap Kwadijk, Bas Pedroli**



Zu einem nachhaltigen Management des Hochwasserrisikos in den Einzugsgebieten von Rhein und Maas

Die wichtigsten Ergebnisse von IRMA-SPONGE

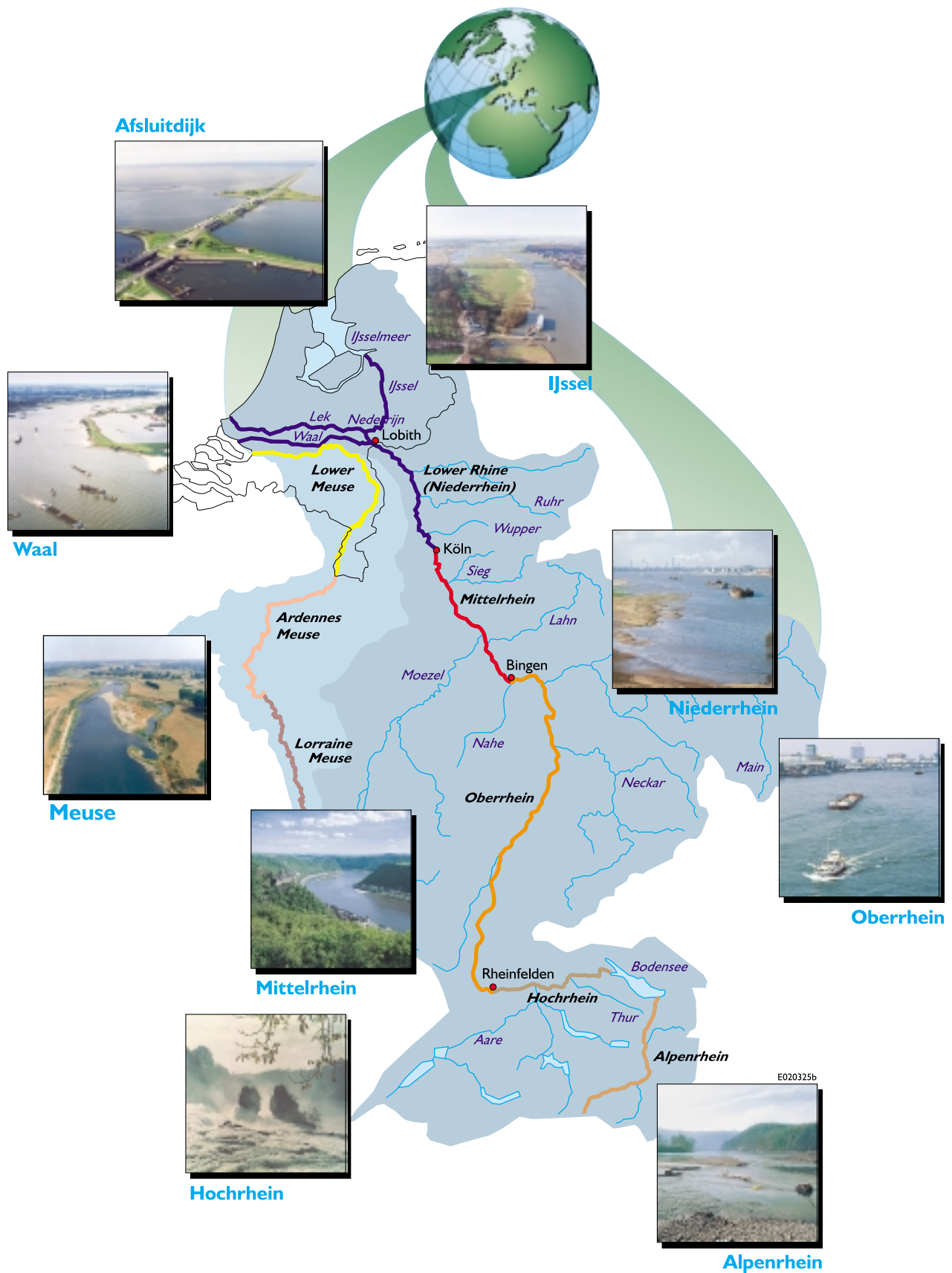
Aljosja Hooijer, Frans Klijn, Jaap Kwadijk, Bas Pedroli,
Redakteuren

Es haben beigetragen:
Ad van Os,
die Mitglieder des ISAC
die Teilnehmer des IRMA-SPONGE Projectes



Inhalt

DIE WICHTIGSTEN BOTSCHAFTEN VON IRMA-SPONGE.....	1
1 EINLEITUNG: DAS IRMA-SPONGE PRORAMM.....	3
Die Organisation des IRMA-SPONGE Programms - Grundlagen	3
Ziel und Reichweite des IRMA-SPONGE Programms - Erläuterung der Schlüsselkonzepte	3
Dieser Bericht	5
2 DIE NOTWENDIGKEIT EINES VERBESSERTEN HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENTS	9
Trends im Hochwasserrisiko	9
Der gegenwärtige Ansatz im Hochwasserrisikomanagement und seine Defizite	11
3 DIE WIRKSAMKEIT VON MAßNAHMEN ZUR HOCHWASSERREDUZIERUNG	15
Die Vorbeugung von Hochwasser: Maßnahmen in den Einzugsgebieten	15
Hochwasserverflachung: Retention und gesteuerte Retention entlang der stromaufwärts gelegenen Rinnen	17
Raum für die Flüsse beibehalten und sichern	19
Schadensprävention	21
4 INTEGRIERTE STRATEGIEN ZUM HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENT	23
Der Umgang mit Unsicherheiten durch Dehnfähigkeitsstrategien	23
Wie kann man Hochwasserrisikomanagement und Naturmanagement kombinieren?	25
Die Bewertung von integrierten Strategien des Hochwasserrisikomanagements	29
5 DIE UMSETZUNG VON MAßNAHMEN	33
Wie findet man Unterstützung für eine Maßnahme?	33
Die Bedeutung von finanziellen Entscheidungen	33
Das Hochwasserrisiko in der Raumplanung: Ausweisung von Risikozonen als regulierende Maßnahme	35
Regionale und institutionelle Kooperation im Hochwasserrisikomanagement.....	37
6 ABSCHLIEßENDE BEMERKUNGEN	39
Kenntnissen und fehlende Daten	39
Was wir gelernt haben	41
ANHANG	42
Projekte, die sich auf Aspekte von Hochwasserrisiko und Hydrologie konzentrieren	42
Projekte, die sich auf Aspekte von Hochwasserschutz und Ökologie konzentrieren	43
Projekte, die sich auf das Thema Hochwasserrisikomanagement und Raumplanung konzentrieren	44
Glossar der Fachbegriffe	45



Die Einzugsgebiete des Rheins und der Maas.

Die wichtigsten Botschaften von IRMA-SPONGE

*Zu einem nachhaltigen Management des Hochwasserrisikos in den Einzugsgebieten von Rhein und Maas
(die Schlussfolgerungen und Empfehlungen basieren auf den Erkenntnissen von 13 Forschungsprojekten in 6 Anrainerstaaten)*

A. Die Zukunft birgt ein zunehmendes Hochwasserrisiko

Schlussfolgerung: Das Hochwasserrisiko (definiert als die *Kombination von Hochwasserwahrscheinlichkeit und möglichem Schaden*) entlang des Rheins und der Maas wird in zweierlei Hinsicht zunehmen:

- A. Klimaveränderungen werden die *Wahrscheinlichkeit* extremer Hochwasserereignisse bedeutend erhöhen (entsprechend den meisten Klimaveränderungsszenarien).
- B. Der *potenzielle Schaden* durch Hochwasser (die Sachwerte in gefährdeten Gebieten) verdoppelt sich etwa alle drei Jahrzehnte.

bedieses steht durch die fortschreitende Urbanisierung der hochwassergefährdeten Gebiete immer weniger Raum für verbesserte Maßnahmen zum Management des Hochwasserrisikos zur Verfügung. Dadurch werden die Kosten für zukünftige Leistungen steigen.

Empfehlung: Strategien und Maßnahmen zum Management des Hochwasserrisikos sollten auch in Erwartung künftiger höherer Spitzenabflüsse entwickelt werden. Weil dabei immer gewisse Unsicherheitsfaktoren bestehen, sollten auch Freiflächen für zukünftige Maßnahmen vorgehalten werden.

B. Stromaufwärts vorgenommene Rückhaltemaßnahmen können extreme Hochwasserabflüsse nur auf lokaler Skala reduzieren

Schlussfolgerung: Die Retention von Wasser durch Veränderungen in der Landnutzung kann dazu dienen, die Auftretenshäufigkeit extremer Hochwasserereignisse in kleineren Einzugsgebieten zu reduzieren. In den Dimensionen der gesamten Einzugsgebiete von Rhein und Maas haben solche Maßnahmen aber keinen nennenswerten Effekt auf extreme Hochwasser, welche durch langanhaltenden Regenfall über großen Gebieten verursacht wurden (häufig in Kombination mit Schneeschmelze). In dieser Hinsicht sind auch Retentionsgebiete (wie z.B. Feuchtgebiete) an den Oberläufen der Flüsse nur unwesentlich wirksam.

Empfehlung: An den Unterläufen großer Flüsse sollten Entscheidungsstrategien nicht stromaufwärts nach Leistungen suchen, sondern sich auf Maßnahmen an oder nahe bei den stromabwärts gelegenen Flußabschnitten konzentrieren.

C. Die effektivste Strategie zum Management des Hochwasserrisikos ist Schadensprävention durch Raumplanung

Schlussfolgerung: In Flusstälern und im alluvialen Flachland wird immer ein gewisses Hochwasserrisiko bestehen. Solange sich die Behörden im Umgang mit dem Hochwasserrisiko mehr auf den technischen Hochwasserschutz als auf die Schadensprävention konzentrieren, wird auch die Raumplanung Hochwasserrisiken nur ungenügend berücksichtigen können. Als Folge davon wird das tatsächliche Risiko weiterhin steigen, während es im öffentlichen Bewußtsein sinkt. Dieses Vorgehen ist auf lange Sicht nicht haltbar. Eine wichtige Überlegung besteht auch darin, dass man Todesopfer in den unteren Einzugsgebieten von Rhein und Maas heutzutage durch verbesserte Hochwasserwarn- und Evakuierungssysteme vermeiden kann. Das Hochwasserrisikomanagement könnte daher in diesen Gebieten eher eine Frage der Kosten-Nutzen-Optimierung von Maßnahmen sein als ein Kampf gegen die Fluten.

Empfehlung: Geht man davon aus, dass **A)** das Hochwasserrisiko zunimmt, und dass **B)** weit stromaufwärts angesetzte Maßnahmen relativ unwirksam sind, dann sollte die Strategie im Umgang mit Hochwasserrisiken für den Rhein und die Maas geändert werden. Angesichts der zukünftigen Veränderungen und Unsicherheiten ist es notwendig, dass das Thema Hochwasserrisiko eine der Hauptüberlegungen bei der Raumplanung aller hochwassergefährdeter Gebiete (einschließlich deichgeschützter Gebiete) wird. Auch das öffentliche Bewußtsein für diese Problematik muß geschärft werden. Die Grundlage dafür sollte eine Ausweisung von Risikozonen bilden, die auf Karten der berschwerungsgefährdeten Bereiche basiert. Auch die Bewahrung von Gebieten zur gesteuerten Überflutung entlang der Flussläufe (Deichrückverlegung, große Flüsse, Taschenpolder) ist notwendig.

D. Strategien zum Management des Hochwasserrisikos sollten Teil einer integrierten Entwicklung des Flusskorridors sein

Schlussfolgerung: Maßnahmen zum Management des Hochwasserrisikos können dazu beitragen, eine Kombination aus wirtschaftlicher Entwicklung und anderen politischen Zielen zu erreichen: die Schaffung einer ökologischen Infrastruktur und eine qualitative Verbesserung der Landschaft. Zu diesem Zweck sollte eine fachbereichsreifende (integrierte) Strategie zur Entwicklung des gesamten Flusskorridors erarbeitet werden. Natürlich muß eine solche Strategie die Unterstützung aller Interessengruppen bekommen: Widerstände aus der örtlichen Bevölkerung gegen geplante Maßnahmen könnten durch eine gute Informationspolitik gemildert werden, aber auch durch angemessene finanzielle Kompensationen und die vollständige und korrekte Anwendung bestehender Vorschriften.

Empfehlung: Strategien zum Management des Hochwasserrisikos sollten nicht isoliert entwickelt werden. Da der Raum in den Niederungen des Rheins und der Maas begrenzt ist, sollte das Ziel darin bestehen, mehrere Funktionen in den hochwassergefährdeten Gebieten zu optimieren. Die Schaffung und Erhaltung vielfältiger Landnutzungen und Habitate entlang der Flüsse ist aus ökologischer Sicht ebenfalls von großer Bedeutung. Dies erfordert eine langfristige Perspektive, die sich auf die gesamten Einzugsgebiete erstrecken soll. Es wird unvermeidbar sein, auch schwierige Entscheidungen zu treffen, denn es ist nicht immer möglich, eine optimale Leistung für alle lokalen Interessengruppen zu finden.

Die Teilnehmer des IRMA-SPONGE Programms.

Mitglieder des NCR		
<i>Abkürzung</i>	<i>Organisation</i>	<i>Land</i>
ALTERRA	Alterra	Die Niederlande
IHE	International Institute for Infrastructure and Environmental Engineering	Die Niederlande
KUN	Katholieke Universiteit Nijmegen (Universität Nijmegen)	Die Niederlande
RWS-DON	Rijkswaterstaat - Directie Oost Nederland.	Die Niederlande
RWS-RIZA	Rijkswaterstaat - Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling	Die Niederlande
TUD	Technische Universiteit Delft (Technische Universität Delft)	Die Niederlande
UU	Universität Utrecht (Universität of Utrecht)	Die Niederlande
WL	WL Delft Hydraulics	Die Niederlande
Andere IRMA-SPONGE Teilnehmer		
	<i>Organisation</i>	<i>Country</i>
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Deutschland
CC	Carthago Consultancy	Die Niederlande
CEREG	Centre d'Etudes et de Recherches Ecologiques (Universität Strasbourg)	Frankreich
CHR	Commission internationale de l'Hydrologie du bassin du Rhin	Frankreich, Deutschland, Die Niederlande, Die Schweiz
CRP	Centre de Recherche Public - Gabriel Lippmann	Luxemburg
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt	Deutschland
EPFL	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (Technische Universität Lausanne)	Die Schweiz
ICIS	International Centre for Integrative Studies (Universität Maastricht)	Die Niederlande
IfW	Institut für Wasserbau	Deutschland
IvN	Instituut voor Natuurbehoud	Belgien
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut	Die Niederlande
PIK	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung	Deutschland
RA	Resource Analysis	Die Niederlande
TUD/WAR	Technische Universität Darmstadt / Wasserversorgung-, Abwassertechnik-, Abfalltechnik-, Umwelt- und Raumplanung	Deutschland
UB	Universität Bonn	Deutschland
UBerne	Universität Bern	Die Schweiz
UM	Universität Metz, Laboratoire de Phyto-ecologie	Frankreich
VUB (FUB)	Vrije Universiteit Brussel	Belgien
Andere Mitwirkende		
	<i>Organisation</i>	<i>Country</i>
BWG	Bundesamt für Wasser und Geologie (Federal Institute for Water and Geology)	Deutschland
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule (Universität Zürich)	Die Schweiz
OVb	Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (Organisation for the improvement of Inland Fishery)	Die Niederlande
RIVO	Rijks Instituut voor Visserij Onderzoek (Institute for Fish Research)	Die Niederlande
Stroming	Bureau Stroming B.V.	Die Niederlande
UHo	Universität Hohenheim (Universität of Hohenheim)	Deutschland
UKa	Universität Karlsruhe (Universität of Karlsruhe)	Deutschland
URou	Universität de Rouen (Universität of Rouen)	Frankreich
USt	Universität Stuttgart (Universität of Stuttgart)	Deutschland
UTr	Universität Trier (Universität of Trier)	Deutschland
WUR	Wageningen Universität and Research centre	Die Niederlande
WWF	World Wildlife Fund - Auen Institute	Deutschland

1 Einleitung: Das IRMA-SPONGE Programm

Die Organisation des IRMA-SPONGE Programms - die Grundlagen

Das IRMA-SPONGE Programm ist darauf ausgerichtet, einen Beitrag zu den Maßnahmen von Thema 3 (Verbesserung von Kenntnis und Zusammenarbeit) des gemeinsamen Programms zur Durchführung von Bestimmungen IRMA (Interreg Rhine Meuse Action Plan) zu leisten. IRMA ist eine Interreg II-C Initiative der Europäischen Kommission, welche die Reduzierung des Hochwasserrisikos in den Einzugsgebieten des Rheins und der Maas zum Ziel hat. Die EU Mitgliedsstaaten Deutschland, Belgien (Flandern und Wallonien), Luxemburg, Frankreich und die Niederlande haben sich, in Zusammenarbeit mit der Schweiz, dazu entschlossen, gemeinsam verbesserte Methoden zum Management des Hochwasserrisikos zu entwickeln und zu fördern.

IRMA-SPONGE ist ein Kreis von 13 innovativen, sich gegenseitig ergänzenden Projekten, in denen mehr als 30 Institute aus den Anrainerstaaten der Einzugsgebiete des Rheins und der Maas zusammenarbeiten. Das Management des IRMA-SPONGE Programms wurde durch das NCR (das Niederländische Zentrum für Flussstudien), an dem neun Universitäten und Forschungsinstitute (sowohl der Regierung als auch unabhängige) beteiligt sind. Das NCR wurde in seiner Aufgabe durch ein internationales wissenschaftliches Beratungskomitee (ISAC) unterstützt.

Ziel und Reichweite des IRMA-SPONGE Programms - Erläuterung der

Schlüsselkonzepte

Wie der Titel dieses Berichts bereits andeutet, zielte das IRMA-SPONGE Programm darauf ab, zur Entwicklung von Strategien zu einem nachhaltigen Management des Hochwasserrisikos in den Einzugsgebieten des Rheins und der Maas beizutragen. Die beteiligten Hauptkonzepte können eine unterschiedliche Bedeutung für verschiedene Menschen haben und sollen daher zunächst näher erläutert werden.

Was ist Hochwasser und wodurch wird es verursacht?

Dieser Bericht beschäftigt sich mit Hochwasserereignissen, die Schäden durch das Überschwemmen normalerweise trockener Gebiete verursachen können. Das Augenmerk liegt auf extremen Hochwasserereignissen entlang der mittleren und unteren Flussabschnitte in den Einzugsgebieten des Rheins und der Maas. Dabei sollte allerdings berücksichtigt werden, dass die Ergebnisse nicht immer auf häufiger auftretende Hochwasserstände oder auf Hochwasserereignisse in den stromaufwärts gelegenen Teilen der Einzugsgebiete anwendbar sind.

Die Entstehung eines Hochwasserspitze (Dammbruch nicht inbegriffen) ist im wesentlichen eine Frage davon, wie Niederschlag in Abfluss umgewandelt wird. Fünf Faktoren bestimmen darüber, ob Niederschlag eine Abflussspitze auslöst: 1) die Eigenschaften des Niederschlagsereignisses, 2) die Bedingungen, die dem Regenschauer vorausgehen (nasser oder trockener Boden), 3) der Transfermechanismus von Niederschlag in Abfluss 4) die Größe und die Form des Gerinnes, das die Ausbreitung der Flutwelle bestimmt, 5) (in großen Einzugsgebieten) das zeitliche Zusammenspiel von Niederschlagsereignissen in verschiedenen Nebenflüssen. In kleinen Einzugsgebieten kann bereits ein einziges Unwetter Hochwasser verursachen, denn der Regenfall erstreckt sich manchmal gleichermaßen über einen großen Teil des Gebietes. In großen Einzugsgebieten wie denen des Rheins und der Maas jedoch ist langanhaltender Niederschlag (mehrere Tage bis Wochen) über weite Gebiete üblicherweise die Ursache von Hochwasser. Es gibt noch weitere Faktoren, die bestimmen, ob Schneeschmelze zu Hochwasserereignissen beitragen kann: in erster Linie der Ort und die Menge des angesammelten Schnees, sowie der Zeitpunkt und der Grad des Temperaturanstiegs.

Die Gruppierung der IRMA-SPONGE Projekte nach ihren Schwerpunkten*
[Projektnummern und leitende Organisationen sind in Klammern angegeben]**

Grundsatzforschung zu Hochwasserentstehung und Risikoquantifizierung

- FRHYMAP: Im grenzübergreifenden Einzugsgebiet der Alzette wurde der Einfluss vergangener und zukünftiger Klima- und Landnutzungsveränderungen auf Hochwasserereignisse durch hydroklimatologische Analysen und sozio-ökonomische Einschätzungen bestimmt. [Projekt 3, Leitung: CRP]

Forschung zur Wirksamkeit (und den Nebeneffekten) spezifischer Maßnahmen

- Zyklische Verjüngung von Flussvorland: Bewertung einer Methode zur Erhaltung der Abflusskapazität, die ein zyklisches Absenken des Flussvorlands, die (Re-)Konstruktion von Sekundärgräben und das Zurücksetzen der Vegetationsentwicklung beinhaltet. [Projekt 7, Leitung: RWS-DON]
- Der Wert von Feuchtgebieten im Flussvorland: Bewertung des Beitrags von Feuchtgebieten im Flussvorland zur Reduzierung des Hochwasserrisikos und zur Nährstoffretention [Projekt 8, Leitung: IHE]

Beurteilung der Methoden zur Verbesserung der Rolle einer integrierten Planung im Hochwasserrisikomanagement

- INTERMEUSE: Beurteilung der Optimierung des Hochwasserschutzes entlang der Maas in Kombination mit einer nachhaltigen Rehabilitation des Ökosystems im Flussvorland [Projekt 9, Leitung: RIZA]
- Leben mit Hochwasserereignissen: Entwurf und Bewertung von Dehnfähigkeitstrategien zum Hochwasserrisikomanagement und zur vielfältigen Landnutzung im Einzugsgebiet des Niederrheins [Projekt 10, Leitung: RIZA]
- Integrierte Managementstrategien für den Rhein und die Maas: eine Reihe von Strategien des Hochwasserrisikomanagements wurde entwickelt und im Hinblick auf wahrscheinliche Szenarien bewertet [Projekt 2, Leitung: UU]
- Beurteilung von Mitteln zur Raumplanung zu Zwecken des Hochwasserrisikomanagements und von deren Nutzung durch europäische, nationale, regionale und lokale Behörden [Projekt 5, Leitung: TUD/WAR]

Entwicklung von Mitteln und Methoden zur Unterstützung von Entscheidungen

- DEFLOOD: eine Methode zur Beurteilung des kombinierten hydrologischen Effekts von lokalen Maßnahmen zur Hochwasserreduzierung auf die Hochwasserentstehung in großen, komplexen Einzugsgebieten [Projekt 1, Leitung: CHR]
- BIO-SAFE: eine Methode zur Beurteilung der Auswirkungen von Maßnahmen auf Richtlinien zum Naturschutz, auf der Grundlage des Schutzstatus von typischen Flussspezies [Projekt 11, Leitung: KUN]
- DSS Large Rivers: ein System zur Entscheidungsunterstützung bei der Planung von Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagements - mit dem Schwerpunkt auf Gebieten zur Retention und zur gesteuerten Retention entlang des Niederrheins [Projekt 4, Leitung: RIZA]

Entwicklung von Kommunikationsmitteln

- STORM-Rhine: ein interaktives Simulationsinstrument, welches das Verständnis für das Management von Flussvorland bei Richtlinienengestaltung und Interessengruppen verbessern soll [Projekt 13, Leitung: IHE]
- Richtlinien für Rehabilitationsmaßnahmen und das Management von Flussvorland - die Optimierung von Ökologie und Sicherheit [Projekt 6, Leitung: RIZA]
- FloRIJN: Entwicklung eines Hochwasserfrühwarnsystems für den Rhein mit einer Vorhersagezeit von 4 Tagen an der deutsch-niederländischen Grenze [Projekt 12, Leitung: RIZA]

*Für weitere Informationen über die Projektziele: siehe Projektzusammenfassungen im Anhang für ausführliche Projektbeschreibungen.

**In allen Projekten arbeiteten mindestens 2 Organisationen zusammen.

Szenen von Hochwasserereignissen entlang des Niederrheins und der unteren Maas (Quelle: Rijkswaterstaat, IRMA-SPONGE Projekte)

Wie bestimmen wir Hochwasserrisiko?

Das Management des Hochwasserrisikos beschäftigt sich mit seltenen Niederschlagsereignissen, die eine geringe Auftretenswahrscheinlichkeit haben. Die Auswirkungen eines solchen Ereignisses werden anhand des Schadens, den sie verursachen, gemessen. Eine gute Arbeitsdefinition von Hochwasserrisiko ist demzufolge:

Hochwasserrisiko ist die Wahrscheinlichkeit eines Hochwasserereignisses in Verbindung mit der Wahrscheinlichkeit des durch Hochwasser verursachten Sachschadens.

Man sollte sich allerdings darüber im klaren sein, dass es beim Hochwasserrisikomanagement nicht allein um die Minimierung des tatsächlichen Risikos geht, sondern auch um das wahrgenommene Risiko – und beide unterscheiden sich häufig voneinander.

Wie gehen wir mit Hochwasserrisiken um?

Das Ziel von Hochwasserrisikomanagement kann folgendermaßen definiert werden: die Minimierung des Hochwasserrisikos durch die Umsetzung von Maßnahmen, welche Hochwasser am effizientesten reduzieren können. Aus obenstehender Definition ergibt sich, dass das Management des Hochwasserrisikos entweder die Reduzierung der Wahrscheinlichkeit von Hochwasser oder aber die Minimierung des potenziellen Schadens zum Ziel haben kann. Häufig ist das Hochwasserrisikomanagement eine Kombination beider Faktoren.

Was verstehen wir unter einem nachhaltigen Hochwasserrisikomanagement?

Eine Strategie zum Hochwasserrisikomanagement kann nur wirklich nachhaltig sein, wenn sie A) jetzt und in der Zukunft genügend Sicherheit schafft, und B) eine akzeptable Balance herstellen kann zwischen den Einschränkungen, welche die Maßnahmen zur Hochwasserreduzierung mit sich bringen, auf der einen Seite

und den Bedingungen, die für die wirtschaftliche, soziale und ökologische Entwicklung in den hochwasserbedrohten Gebieten erforderlich sind, auf der anderen Seite. Die ideale nachhaltige Strategie zum Hochwasserrisikomanagement ist möglicherweise nicht für jede Region gleich: es bestehen nicht allein physikalische Unterschiede zwischen den verschiedenen Regionen, sondern auch wichtige kulturelle, konomische und ökologische Differenzen. Das Ziel dieses Berichts besteht daher nicht darin, eine neue Strategie zum Hochwasserrisikomanagement zu entwickeln, sondern bei der Entwicklung einer solchen zu helfen.

Dieser Bericht

Das IRMA-SPONGE Programm bestand aus 13 miteinander zusammenhängenden Forschungsprojekten. Die verschiedenen Projekte beschäftigten sich mit einer breiten Palette von Themen, die mit dem Hochwasserrisikomanagement in den Einzugsgebieten des Rheins und der Maas im Zusammenhang stehen. Mehr als 50 Wissenschaftler aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen und Ländern haben ihre Vorstellungen und Ideen ausgetauscht und Forschungsergebnisse sowohl untereinander als auch mit Entscheidungsträgern diskutiert. Das Resultat dieses Programms, dem die Ergebnisse aus den einzelnen Forschungsprojekten zugrunde liegen, ist ein gemeinsamer Einblick in die Probleme des Hochwasserrisikomanagements sowie ein übereinstimmender Ausblick darauf, auf welche Weise Verbesserungen erreicht werden können. Dieser zusammenfassende Bericht präsentiert die gewonnenen Einsichten:

Folgender Aufbau für den Bericht wurde gewählt:

- In Kapitel 2 werden die wichtigsten Erkenntnisse, die über die Dringlichkeit der Hochwasserproblematik und über die gegenwärtige Praxis im Hochwasserrisikomanagement in den Einzugsgebieten des Rheins und der Maas gewonnen wurden, dargestellt.
- Die Schlussfolgerungen und Empfehlungen hinsichtlich der Wirksamkeit alternativer Maßnahmen zur Reduzierung des Hochwasserrisikos, die innerhalb des IRMA-SPONGE Programms untersucht worden sind, werden in Kapitel 3 zusammengefasst.



Die Gabelung des Rheins bei Pannerdense Kop.

- In Kapitel 4 werden Erkenntnisse über die Entwicklung von Strategien zum Management des Hochwasserrisikos präsentiert.
- Schlussfolgerungen und Empfehlungen bezüglich der Umsetzung von möglichen Maßnahmen und Strategien werden in Kapitel 5 diskutiert.
- In Kapitel 6 schließlich werden einige lehrreiche Einsichten, die die Durchführung eines großen, multidisziplinären internationalen Programms wie IRMA-SPONGE mit sich bringt, dargestellt. Auch Kennzeichen werden hier angesprochen.

Der Text dieses Berichts spiegelt die Tatsache wider, dass IRMA-SPONGE sowohl eine Sammlung einzelner Projekte als auch eine Plattform für Kommunikation und Informationsaustausch war. Dort, wo Schlussfolgerungen und Empfehlungen direkt auf den Ergebnissen einzelner Projekte basieren, wird die Projektnummer angegeben. Ein Großteil dieses Berichts jedoch behandelt Schlussfolgerungen und Empfehlungen, die auf den Erkenntnissen oder den Erfahrungen der meisten Teilnehmer beruhen, wie auch im Laufe des Programms diskutiert. In diesen Fällen sind keine Projektnummern angegeben.

Der Bericht enthält ferner einen Anhang mit kurzen Darstellungen der Forschungsprojekte und ein Glossar mit Erläuterungen und Übersetzungen (Englisch-Niederländisch-Französisch-Deutsch) von technischen Ausdrücken. Detailliertere Informationen finden sich in separaten Veröffentlichungen:

- Zusammenfassungen der einzelnen Projekte werden gleichzeitig mit dieser Zusammenfassung des gesamten Programms veröffentlicht
- als weitere Informationsquelle zum Thema Hochwasserrisikomanagement in den Niederlanden empfiehlt sich die Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse aus dem Projekt Raum für den Rhein, das mit vielen der IRMA-SPONGE Projekte in den Niederlanden in Verbindung stand. Dieser zusammenfassende Bericht ist beim NCR in Englisch, Deutsch und Niederländisch erhältlich.



2 Die Notwendigkeit eines verbesserten Hochwasserrisikomanagements

Eine Anzahl von Entwicklungen hat die Debatte über die Nachhaltigkeit der gegenwärtigen Praxis des Hochwasserrisikomanagements in den Einzugsgebieten des Rheins und der Maas in der letzten Zeit stark angeregt, insbesondere im Hinblick auf:

- die hydrologischen Konsequenzen, die als Folge der Entwicklungen von Klimaveränderung und Landnutzung zu erwarten sind,
- konomische und ökologische Entwicklungen in den Flusskorridoren,
- veränderte Ansichten in unserer Gesellschaft, wenn es um Themen wie Sicherheit und ökologische Funktionen geht.

Man könnte sagen, dass die Frage der Nachhaltigkeit einer der Grundbausteine des IRMA-SPONGE Programms ist. Bei der Betrachtung alternativer Strategien des Hochwasserrisikomanagements haben die betreffenden IRMA-SPONGE Projekte natürlich auch die gegenwärtige Situation beurteilt. Dieser Vergleich führt zu dem Schluss, dass eine nachhaltige Nutzung unserer Flusssysteme eine Verbesserung der Praktiken des Hochwasserrisikomanagements erfordert.

Trends im Hochwasserrisiko

Trends in der Hochwasserhufigkeit

Die Häufigkeit von Hochwasserereignissen (gemessen an der Anzahl seiner Wiederkehr) wird im allgemeinen durch statistische Extrapolation beobachteter Zeitreihen von Abflussmengen oder Wasserständen bestimmt. Diese Extrapolation ist möglich, wenn sich die Faktoren, welche die Hochwasserabflüsse verursachen, während des Beobachtungszeitraumes nicht verändert haben. In der Fachsprache der Statistiker nennt man diese Methode Stationarität. Sie lässt sich auf die Analyse der Hochwasserhäufigkeit nur dann anwenden, wenn keine Veränderungen in der Landnutzung, im Klima oder in der Flussmorphologie eintreten. Deshalb ist es besonders wichtig, sich dieser grundlegenden Unsicherheit in der Vorhersage von Veränderungen in der Hochwasserhäufigkeit durch die Veränderung von Landnutzung oder Klima bewusst zu sein. Nichtsdestotrotz hat sich herausgestellt, dass die Hochwasserhäufigkeit durch Klimaveränderungen vermutlich bedeutend beeinflusst wird. Einerseits zeigte sich, dass die Auswirkungen einer veränderten Landnutzung in kleineren Einzugsgebieten beträchtlich sein können. Andererseits ist man zum Schluss gelangt, dass die Auswirkungen zukünftiger Klimaveränderungen (entsprechend den Klimaszenarien) in großen Einzugsgebieten den Effekt der Landnutzung als Hochwasser reduzierende Maßnahme bei weitem übersteigen werden. Folgende Beweise wurden hierfür vorgelegt:

- *Die Einschätzung der Auswirkungen vergangener und zukünftiger Klimaveränderungen auf die atmosphärischen Zirkulationsmuster und die Niederschlagsverteilung.*
- *Analyse und Modellierung des Effekts bestehender Klimaszenarien auf die zukünftige Hydrologie des Rheins, mit Schwerpunkt auf den Hochwasserabflüssen.* Die Mehrheit der Klimaveränderungsszenarien für die Einzugsgebiete des Rheins und der Maas deuten darauf hin, dass A) die Lufttemperatur steigen wird, B) Niederschläge im Winter zunehmen werden (und dass Niederschläge im Sommer abnehmen werden), was überall zu höheren Hochwasserspitzen führen wird, C) in den Alpen eine Verschiebung weg vom Schneefall hin zum Regenfall eintreten wird. Dadurch werden die Hochwasserabflüsse stromabwärts weiter verstärkt, denn die Spitzenabflüsse der Alpen werden mit den zentraldeutschen zusammenfallen.
- *Analyse und Modellierung der Auswirkungen vergangener und vorhersehbarer Veränderungen in der Landnutzung und im Klima auf Hochwasserabflüsse in kleineren Einzugsgebieten.* Im Einzugsgebiet der Alzette hat sich gezeigt, dass historische Veränderungen in den Niederschlagsmustern beträchtliche Veränderungen in den Spitzenabflüssen zur Folge hatten. Diese Erkenntnis stimmt mit hydrologischen Modellen



Grundlagen des IRMA-SPONGE Programms

Hintergrund und Rahmen von IRMA-SPONGE

Jüngere Hochwasserereignisse und sozio-ökonomische Entwicklungen haben das Bewusstsein dafür geschärft, dass ein verbessertes Hochwasserrisikomanagement entlang des Rheins und der Maas erforderlich ist.

Als Antwort darauf hat das IRMA-SPONGE Programm 13 Forschungsprojekte einbezogen, in denen über 30 Organisationen aus allen 6 beteiligten Staaten zusammengearbeitet haben. Das Programm wird teilweise durch die europäischen INTERREG Rhein-Maas Aktivitäten (IRMA) finanziert. Das Hauptziel von IRMA-SPONGE ist definiert als: *Die Entwicklung von Methoden und Mitteln zur Beurteilung des Effekts von Maßnahmen zur Hochwasserreduzierung, von Landnutzung und von Klimaveränderungsszenarien. Dies geschieht zur Unterstützung des Raumplanungsprozesses, indem alternative Strategien zur optimalen Umsetzung der hydraulischen, wirtschaftlichen und ökologischen Funktionen der Einzugsgebiete des Rheins und der Maas eingeführt werden.* Ein weiteres wichtiges Ziel ist die Förderung der grenzübergreifenden Zusammenarbeit im Hochwasserrisikomanagement durch Wirtschafts- und Managementorganisationen. Außerdem soll die Teilnahme der Öffentlichkeit an der Diskussion über das Hochwasserrisikomanagement unterstützt werden.

Im Zuge des Programms sind die Projektergebnisse anhand von 3 Themen ausgewertet und präsentiert worden. Diese Themen stehen mit den Zielsetzungen in IRMA Thema 3 in Verbindung, mit dem Schwerpunkt auf dem ersten:

- Wirksamkeit und Nebeneffekte von Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagements - wie bestimmt man sie und wie wägt man sie gegeneinander ab?
- Wissenschaft - welche Rolle spielt sie gegenwärtig und zukünftig im Hochwasserrisikomanagement?
- Grenzübergreifende Zusammenarbeit im Hochwasserrisikomanagement - wie kann sie verbessert werden?

Die Entwicklung der IRMA-SPONGE Erkenntnisse in dieser Programmzusammenfassung

Das IRMA-SPONGE Programm ist nicht ein einzelnes Forschungsprojekt, sondern eine Struktur, um 13 Studien auf dem Gebiet des Hochwasserrisikomanagements zu koordinieren. Es wurden viele verschiedene Themen aus unterschiedlichen Blickwinkeln untersucht. Arbeitet eine so große Gruppe von Wissenschaftlern zusammen, dann bietet sich die Möglichkeit, mit der Unterstützung einer breiten wissenschaftlichen Gemeinschaft jene Empfehlungen herauszuarbeiten, die in der Praxis am nützlichsten und wichtigsten sind. Um diese Auswahl treffen zu können, ist allerdings ein gründlicher und vorsichtiger Entscheidungs- und Diskussionsprozess nötig. Aus über 200 Schlussfolgerungen und Empfehlungen, die von den einzelnen Projekten erarbeitet wurden, sind die in dieser Zusammenfassung dargestellten in folgenden Schritten ausgewählt worden:

1. Von Beginn an hatten alle Projekte das Ziel, Ergebnisse hervorzubringen, welche die Basis für klare Schlussfolgerungen und praktische Empfehlungen bilden können. Die dem Programm zu Grunde liegende Idee war, dass zwar umfangreiche wissenschaftliche Kenntnisse vorhanden sind, viele davon aber nur einer relativ kleinen Gruppe von Spezialisten zugänglich ist. Ein Schwerpunkt des Programms war deshalb der Zusammenschluss und die Anwendung der Ergebnisse.
2. Die Ergebnisse verwandter Projekte wurden in wissenschaftlichen Gruppen diskutiert, die als Mittel zur Konzentrierung der wichtigsten Schlussfolgerungen und Empfehlungen in diesem Bericht dienen:
 - *Hochwasserrisiko und Hydrologie:* die Projekte dieser Gruppe beschäftigten sich mit der Entstehung von Hochwasserereignissen (Prozesse, Modelle), ihrer Vorhersagbarkeit (z.B. Gefahrenkarten, Frühwarnsysteme) und mit Veränderungen in der Auftretenswahrscheinlichkeit von Hochwasser (durch Klimaveränderung und Landnutzung).
 - *Hochwasserschutz und Ökologie:* in dieser Gruppe befassten sich die Projekte mit den ökologischen Auswirkungen von Veränderungen im Flusssystem zu Zwecken des technischen Hochwasserschutzes
 - *Hochwasserrisikomanagement und Raumplanung:* die Projekte dieser Gruppe konzentrierten sich auf die Wechselwirkungen zwischen Strategien des Hochwasserrisikomanagements und der Raumplanung sowie auf die Rolle, die öffentliches Bewusstsein und Managementstile in diesem Prozess spielen.
3. Die Schlussfolgerungen und Empfehlungen dieser wissenschaftlichen Gruppen sind von 120 Teilnehmern auf der IRMA-SPONGE Abschlusskonferenz in Bonn diskutiert worden. Außerdem sind sie durch das Internationale Wissenschaftliche Beratungskomitee (ISAC), das sich aus Fachleuten aus allen 6 Anrainerstaaten des Rheins und der Maas zusammensetzt, überprüft worden.

anderer Flussniederungen, wie der der Lein, berein. Auf lokaler Ebene der Einzugsgebiete hatte die veränderte Landnutzung erhebliche Auswirkungen.

- Literatur über Veränderungen der Abflussmengen im letzten Jahrhundert.



Trends in potenziellen Hochwasserschäden

Ungeachtet der Zielsetzungen des Aktionsplan Hochwasserschutz für den Rhein (der Internationalen Rheinkommission) scheint es, dass das wirtschaftliche Schadenspotenzial (Sachwerte und Produktion) in hochwassergefährdeten Gebieten (inklusive der deichgeschützten Gebiete in den Niederlanden) kontinuierlich steigen wird, und das mit einer Geschwindigkeit, die der des durchschnittlichen Wirtschaftswachstums nahekommmt. Anders ausgedrückt: es wird sich alle 30 Jahre annähernd verdoppeln. Angesichts der Tatsache, dass die Minimierung des potenziellen Schadens in hochwassergefährdeten Gebieten die kostengünstigste Maßnahme zum Hochwasserrisikomanagement ist, erweist sich dieses Problem als um so schwerwiegender.



Trends zukünftiger Möglichkeiten zu angemessenen Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagements

Das Hochwasserrisiko wird auch deshalb zunehmen, weil der Spielraum künftiger Raumplaner durch gegenwärtige Investitionen eingeschränkt wird. So bebauen wir solches Land, das m. glicherweise noch gebraucht wird, um den Flüssen Raum zu geben. Auch wenn keine Einigkeit darüber herrscht, ob derartige Maßnahmen tatsächlich erforderlich sein werden, sollten wir doch den kommenden Generationen die Chance geben, angemessen auf die zunehmende Auftretenshäufigkeit von Hochwasser reagieren zu können.

Der gegenwärtige Ansatz im Hochwasserrisikomanagement und seine Defizite

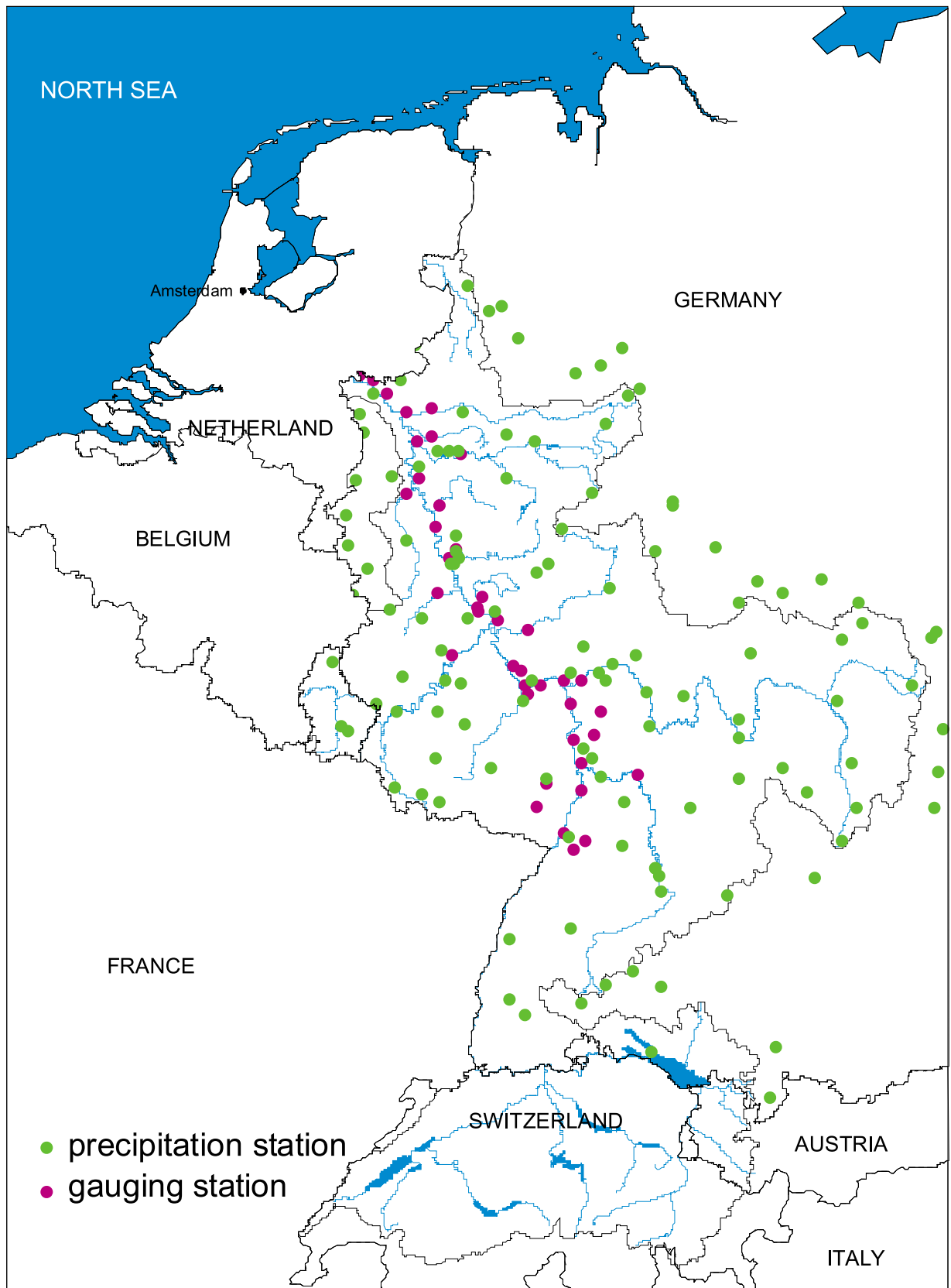
Die gegenwärtige Strategie im Hochwasserrisiko Management ist darauf ausgerichtet, allen deichgeschützten Gebieten das gleiche Sicherheitsniveau zu bieten, indem Hochwasserabflüsse vollst. ndig kontrolliert werden. Der unerwünschte Effekt hiervon ist jedoch, daß Wassermengen, die höher sind als die zugelassenen Grenzwerte, theoretisch überall eine Überflutung verursachen können: Anstatt v. llig kontrollierbar zu sein, wird der Ablauf der Ereignisse dann grundsätzlich unvorhersehbar. Es hat sich gezeigt, daß diese Kontrollstrategie mittlerweile von vielen Seiten in Frage gestellt wird: einige halten sie für ökologisch nicht vert. rlich, andere wiederum für zu kostspielig. H. tten diese unterschiedlichen Standpunkte mehr Einfluss auf die Planung, so würde eine Strategie zum Hochwasserrisikomanagement wahrscheinlich entweder A) die Akzeptanz eines höheren Risikos (basierend auf dem finanziellen Kosten-Nutzen-Ausgleich) oder B) mehr Dehn- und Anpassungsfähigkeit zur Folge haben.



Ein Mangel an Raumplanung und Vorschriften für Investitionen führt zu einem erhöhten Risiko

Das Sicherheitsgefühl, das durch die Strategie der v. ligen Hochwasserkontrolle hervorgerufen wird, führt zu einem Bewusstseinsmangel unter Raumplanern und in der Bevölkerung hinsichtlich der Auswirkungen, die das Hochwasserrisiko auf Investitionen hat. Aus diesem Grund werden weiterhin Investitionen (in Urbanisationen und andere Arten der Intensivierung von Landnutzung) in solchen Gebieten vorgenommen, die vom Hochwasser bedroht sind - insbesondere in deichgeschützten Gebieten. Einerseits wird dadurch das Hochwasserrisiko (als Kombination aus der Hochwasserwahrscheinlichkeit und dem potenziellen Schaden) erhöht. Andererseits wird der Raum, der für die Umsetzung von dehnfähigen Hochwasserrisikomaßnahmen zur Verfügung steht (z.B. die Untergliederung zur Speicherung oder grüne Flächen), rapide und häufig unwiderruflich verkleinert. Dies begrenzt die Möglichkeiten zur Entwicklung einer auf lange Zeit wirksamen Strategie zum Hochwasserrisikomanagement für den gesamten Niederrhein. hnliches gilt für die Bereiche der unteren Maas.





Einfür Stationen des Vorhersage Modells des Rheins.

Die Unterstützung anderer Strategien des Hochwasserrisikomanagements nimmt zu

Die Dehnfähigkeitstrategien finden zunehmend Anklang auf akademischer Ebene und unter den Entscheidungsträgern. Man erkennt eine Anzahl deutlicher Vorteile gegenüber der gegenwärtigen Strategie zum Hochwasserschutz. Der Schritt weg von der Strategie der vollständigen Hochwasserkontrolle zu einer Dehnfähigkeitstrategie erfordert jedoch auch Unterstützung auf lokaler und regionaler Ebene, denn dort muss er schließlich vollzogen werden. Um diese Unterstützung zu gewinnen, dürften einige Anstrengungen nötig sein. Bei der Evaluierung von Alternativen zu den gegenwärtigen Strategien sollte folgendes betont werden:

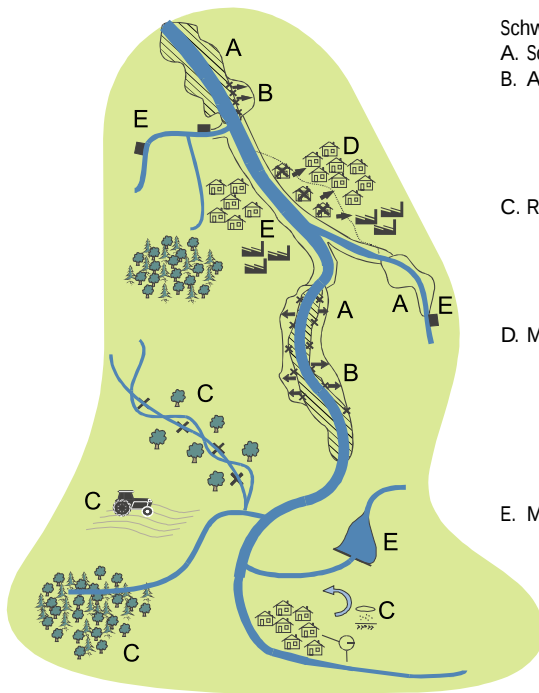
1. Der Kern einer jeden zukünftigen Strategie zum Hochwasserrisikomanagement wird die Hochwasserkontrolle und der maximale Hochwasserschutz in den meisten Gebieten sein. Zunehmende Überflutung kann nur in einigen Gebieten zugelassen werden.
2. Der Raum, der für Dehnfähigkeitsmaßnahmen benötigt wird, geht den Menschen nicht dauerhaft für die Landnutzung oder andere (z.B. ökologische) Funktionen verloren, denn er wird nur vorübergehend und/oder höchst selten zur Speicherung oder zum Abfluss von Hochwasser benötigt.



Hochwasser in den stromabwärts gelegenen Gebieten des Rheins und der Maas ist nicht länger lebensbedrohlich

Die Vorhersagezeit für Rheinhochwasser wird an der deutsch-niederländischen Grenze bald 4 Tage betragen, und diese Vorhersage wird höchst genau sein. Diese Zeitspanne kann in der Zukunft sogar noch weiter ausgedehnt werden, und eine beträchtliche Ausweitung der Vorhersagezeiten von Hochwasser an der Maas (von 12 auf 36 Stunden) wird ebenfalls möglich sein. Man sollte diese Tatsache unbedingt im Hinterkopf behalten, denn sie bedeutet, dass lebensbedrohende Situationen unter allen Umständen vermieden werden können, selbst wenn es hinsichtlich der Hochwasserwahrscheinlichkeit noch Unsicherheiten gibt. Das Hochwasserrisikomanagement entlang der unteren Flussabschnitte sollte daher nicht länger als Kampf gegen die Fluten betrachtet werden, so wie dies früher der Fall war und teilweise heute noch ist. Eine solche Sichtweise könnte es erleichtern, schwierige, aber notwendige Schritte hin zu Dehnfähigkeitstrategien, die eventuell die Akzeptanz von Überschwemmungen in bestimmten Gebieten erfordern, vorzunehmen.





Schwerpunkte der Raumplanung

A. Schutz der bestehenden Retentionsgebiete

B. Ausweitung der Retentionsgebiete

- Rückverlegung von Deichen
- Schaffung von Gebieten zur gesteuerten Retention
- Wiederherstellung von Bächen
- Ausgrabung von Flussvorland/Vertiefung der Retentionsgebiete

C. Retention im Einzugsgebiet

- Speicherung von Regenwasser und Nutzung von Abwasser
- Begrenzung von undurchlässigen Oberflächen
- Verminderung des Durchflusses in land- und forstwirtschaftlich genutzten Bereichen
- Wiederherstellung von kleinen Flüssen

D. Minimierung des Schadenspotenzials

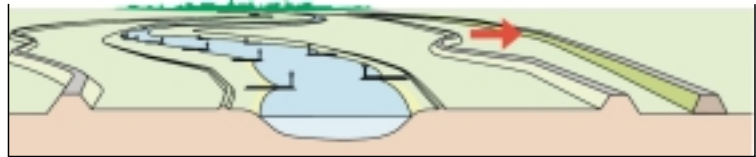
- vorbeugende Landnutzung
- vorbeugende Konstruktionsmaßnahmen
- Information der Öffentlichkeit
- Schärfung des öffentlichen Bewusstseins
- Hochwasserwarnung und -vorhersage
- Katastrophenschutz

E. Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes

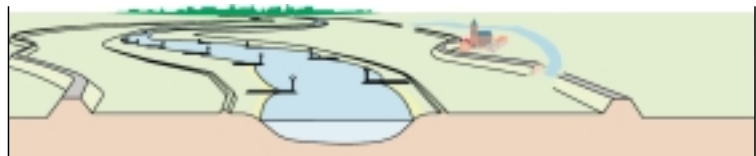
- Deiche
- Hochwasserschutzwälle
- Retentionsgebiete
- Flussschleusen

Darstellung der typischen Lage von Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagements im Einzugsgebiet.
(von Projekt 5).

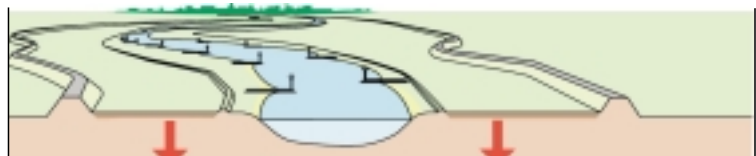
A



B



C



D



E020325e

Einige Maßnahmen zur Schaffung von Raum für den Rhein, die entlang des Niederrheines praktiziert oder in Erwägung gezogen werden: (A) Deichrückverlegung, (B) Umflussskanäle oder Gräben, (C) Absenkung des Flussvorlands, (D) Gebiete zur gesteuerten Retention.

3 Die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Hochwasserreduzierung

Von IRMA-SPONGE untersuchte Arten des Hochwasserrisikomanagements

Man kann fünf Arten des Hochwasserrisikomanagements unterscheiden:

1. Maßnahmen zur Vorbeugung von Hochwasser: Landnutzung in den stromaufwärts gelegenen Einzugsgebieten.
2. Präventive Maßnahmen zur Hochwasserreduzierung: technischer Hochwasserschutz, Retention, Raumplanung und Schaffung des öffentlichen Bewusstseins
3. Vorbereitende Maßnahmen: Hochwasservorhersage sowie Warnsysteme und Notfallpläne.
4. Maßnahmen während des Hochwasserereignisses: Krisenmanagement, Evakuierung und örtlicher Notfallschutz.
5. Maßnahmen nach dem Hochwasserereignis: Nachsorge, Entschädigungen und Versicherungen.

Der Großteil der Forschungen innerhalb von IRMA-SPONGE beschäftigte sich mit den Maßnahmen des präventiven Hochwasserrisikomanagements. Daher liegt der Schwerpunkt dieser Einschätzung auf den präventiven Strategien (Typen 1 und 2). Innerhalb dieser allgemeinen Strategie können vier verschiedene Kategorien von Maßnahmen (und Instrumenten) unterschieden werden:

- Technische Maßnahmen/Instrumente (Rückhaltebecken, Deiche, etc.).
- Regulierende Maßnahmen/Instrumente (Zonierung, rechtliche Mittel)
- Finanzielle Maßnahmen/Instrumente (Lastenverteilung, Unterstützungen, finanzielle Entschädigungen, Versicherungen).
- Kommunikative Maßnahmen/Instrumente (DSS, Spiele, Rollenspiele, Broschüren, etc.).

Allgemein kann man sagen, daß die Anwendung einer Maßnahme aus einer dieser Kategorien nicht wirksam ist, ohne dass die Kombination mit Maßnahmen anderer (oder aller) Kategorien zumindest in Erwägung gezogen wird. Die ausgewogene Kombination von Maßnahmen ist ein wichtiger Bestandteil des Integrierten Managements. Ein Strategieentwurf sollte daher durch die Erforschung der Wirksamkeit von kombinierten Maßnahmen unterstützt werden.

Das Hochwasserrisiko ist die Kombination aus der Wahrscheinlichkeit (Auftretenshäufigkeit) von Hochwasser und dem potenziellen Hochwasserschaden. Daher kann Hochwasserrisikomanagement darauf ausgerichtet sein, sowohl die Wahrscheinlichkeit als auch den potenziellen Schaden zu reduzieren - zwei sehr unterschiedliche Herangehensweisen:

Die Vorbeugung von Hochwasser: Maßnahmen in den Einzugsgebieten

Man sagt oft, dass ein Problem am besten an seiner Quelle gelöst wird. Diese Theorie lässt sich auf das Hochwasserrisikomanagement anwenden. Darum suchen Hochwasserrisikomanager häufig stromaufwärts nach Möglichkeiten zur Vorbeugung von Hochwasser. Solche Maßnahmen in den Einzugsgebieten sind ebenfalls im Rahmen des IRMA-SPONGE Projektes untersucht worden. Sie haben sich jedoch als unwirksam erwiesen, wenn es um die Vorbeugung von extremen Hochwasserereignissen geht, die von großen Einzugsgebieten ausgehen.

Veränderungen in der Landnutzung wie zum Beispiel Urbanisation und Abholzung können einen erheblichen Einfluss auf die Spitzenabflüsse, die Niedrigabflüsse und auf die Wasserqualität haben. Diese Auswirkungen sind besonders in kleinen Einzugsgebieten (Quellgebieten) spürbar. Eine Maßnahme, die stark befürwortet wird, um solche Entwicklungen umzukehren, besteht darin, daß man die Regenmenge, die in den Boden einsickert, erhöht. Dadurch wird gleichzeitig der Abfluss in die Quellgebiete der Flüsse reduziert. Dieser Ansatz könnte in der Tat wirkungsvoll sein, um auf lokaler bis regionaler Skala die Basisabflüsse zu verbessern und niedrige bis mittlere Spitzenabflüsse zu reduzieren, wenn er in einem großen Abschnitt des Einzugsgebietes umgesetzt wird [Raum für den Rhein]. Dennoch sind die Auswirkungen auf extreme Spitzenabflüsse selbst in kleinen Einzugsgebieten begrenzt.

Sie hängen zudem stark von der Niederschlagsart (konvektiv vs. advektiv) und von den Vorbedingungen ab.



Scope der 13 IRMA-SPONGE Projekten

E020325f Project name / brief description 1 DEFLOOD - flood reduction measures and reference floods 2 Integrated management strategies for the Rhine and Meuse 3 FRHYMAP: flood risk and hydrological mapping 4 DSS-LARGE RIVERS - a tool for assessing measures 5 Improving spatial planning instruments for flood risk management 6 Guidelines for the implementation of ecological measures along rivers 7 Cyclic rejuvenation of floodplains 8 The added value of wetlands - flood reduction and water quality 9 INTERMEUSE - integrated spatial planning for the river Meuse 10 Living with floods: resilience strategies for flood risk management 11 BIO-SAFE - a tool for assessing impacts of measures on biodiversity 12 FloRIJN - improvement of the Rhine flood forecasting system 13 STORM-Rhine - a role play for transboundary river management	Research area	Set-up of scenarios and measures	Evaluation criteria	Risk assessment	Decision support & awareness
		Climate change scenarios	Hydraulic functions	Valuation methodology	Development DSS
		Detention areas	Ecological functions	Mapping GIS DTM	Information management
		Winterbed enlargement	Socio economic functions	Risk mapping	Public awareness
		Floodplain lowering	Sustainability		
		Wetland rehabilitation	Intangibles		
		Land use options	Various criteria		
		Various measures			

<i>Study area:</i>	<i>Upper Rhine</i>	<i>Middle Rhine, Mosel</i>	<i>Lower Rhine (D)</i>	<i>Lower Rhine (NL)</i>	<i>Rhine basin</i>	<i>Meuse - tributary</i>	<i>Meuse - Wallonia</i>	<i>Meuse basin</i>
Flood risk mapping								
Climate change								
Detention options								
Wetlands								
Winterbed enlargement								

Darüber hinaus konnte kein Beweis dafür erbracht werden, dass eine umkehrende Landnutzung innerhalb eines Teils des Einzugsgebiets einen bedeutenden Effekt auf die extremen Spitzenabflüsse in den Hauptflussarmen des Rheins und der Maas hat. Diese Erkenntnis stimmt mit anderen hydrologischen Studien überein. Für diesen begrenzten Effekt von Maßnahmen an flussaufwärts gelegenen Einzugsgebieten auf extremes Hochwasser, das sich stromabwärts ereignet, gibt es zwei Haupterklärungen:



- Es gibt einen direkten Zusammenhang zwischen dem Effekt, den Veränderungen in der Landnutzung auf den Abfluss haben, und dem Abschnitt des Einzugsgebietes, der solchen Veränderungen unterworfen ist. Gezielte Maßnahmen wie z.B. eine verbesserte städtische Wasserwirtschaft (die auf eine Verbesserung des Einsickerns abzielt) werden nur relativ kleine Gebiete beeinflussen und deshalb niemals in großen Einzugsgebieten wirksam sein.
- Kehrt man eine solche Veränderung in der Landnutzung wieder um, werden dadurch nicht zwingend auch hydrologische Veränderungen innerhalb eines für das Hochwasserrisikomanagement kritischen Zeitrahmens wieder umgekehrt. So kann die Abholzung dicht bewaldeter Einzugsgebiete beispielsweise sowohl zu höheren jährlichen Abflüssen als auch zu höheren Hochwasserabflüssen führen. Nach der Aufforstung dauert es jedoch Jahrzehnte oder sogar Jahrhunderte, bis der Wald und die Bodenstruktur und die ursprüngliche hydrologische Situation wieder hergestellt worden sind.

Man kann den Schluss ziehen, dass extreme Überschwemmungen an Rhein und Maas durch Maßnahmen in den Einzugsgebieten nicht maßgeblich vermindert werden können. Demzufolge sollte sich das Hochwasserrisikomanagement entlang der stromabwärts gelegenen Flussabschnitte von Rhein und Maas nicht auf solche Maßnahmen stützen - selbst wenn deren Umsetzung gesichert wäre. Auch sollte man sich darüber im klaren sein, dass die Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Spitzenabflüsse langfristig nicht durch Veränderungen in der Landnutzung kompensiert werden können, da der Einfluss von Klimaveränderungen (gemäß den aktuellen Vorhersagen) auf extreme Hochwasserereignisse wesentlich größer ist als der Einfluss von Landnutzungsmaßnahmen.



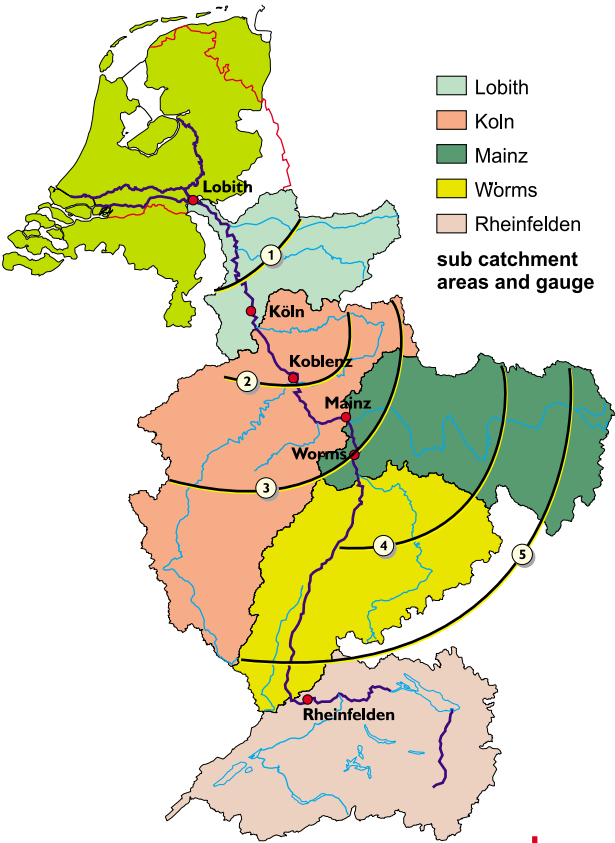
Hochwasserverflachung: Retention und gesteuerte Retention entlang der stromaufwärts gelegenen Rinnen

Eine weitere häufig erwogene Maßnahme ist die Entwicklung und Erweiterung von Retentionsgebieten, und zwar stromaufwärts der Flussabschnitte, in denen das Hochwasser vermindert werden muss. Wenn die Retention gleichzeitig mit dem Ansteigen des Hochwassers geschieht, hat sie eine Verflachung von Hochwasserspitzen zur Folge: der Höchstabfluss wird reduziert, während die Gesamtdauer des Hochwasserabflusses ausgedehnt wird. Es wird manchmal vorgeschlagen, dies durch die Erhöhung der Wasserspeicherkapazität von Feuchtgebieten zu erreichen. Der Bereich entlang des Rheins, der für diese Maßnahme zur Verfügung steht, könnte jedoch lediglich zur Verminderung von niedrigen oder mittleren Spitzenabflüssen wesentlich beitragen, jedoch nicht im Fall von extremen oder langanhaltenden Ereignissen.

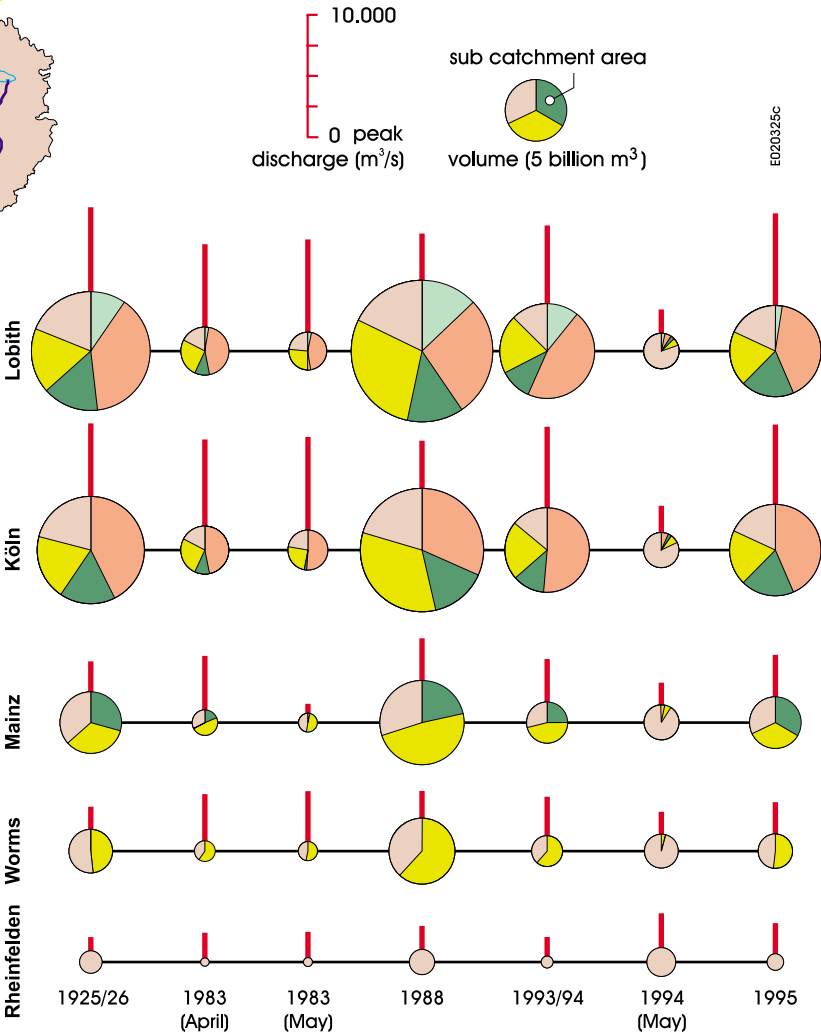
Was für die direkt an den Rinnen gelegenen Retentionsgebiete gilt, wo die Überflutung unkontrolliert geschieht, trifft in geringerem Maße auf Wasserspeicherungsgebiete zu, die über einen kontrollierten Einlass verfügen. Dort wird das Wasser nur dann gespeichert, wenn der Hochwasserstand am höchsten ist. Weit stromaufwärts im Einzugsgebiet des Rheins angelegte Speichergebiete sind nicht sehr wirkungsvoll, um extreme Hochwasserabflüsse zu reduzieren, welche die stromabwärts gelegenen Gebiete Nordrhein-Westfalens und der Niederlande gefährden. Diese Erkenntnis ergibt sich aus folgenden Umständen:



- Das zeitliche Zusammenspiel von Spitzendurchflüssen aus den Nebenflüssen mit denen im Hauptstrom ist hochkomplex. Eine Verminderung der Hochwasserspitzen in Nebenflüssen



Karte des Einzugsgebietes des Rheins mit der Fließdauer einer Hochwasserwelle bis zur niederländisch-deutschen Grenze. Es werden auch die Beiträge der verschiedenen Bereiche des Einzugsgebietes zum Hochwasser gezeigt (Ergebnis von 'Raum für den Rhein'). Ein verbessertes Hochwasserfrühwarnsystem wird den Niederlanden eine Vorhersagezeit von 4 Tagen ermöglichen (Ergebnis von Projekt 12).



kann unerwartet sogar zu einer Erhöhung der Spitzendurchflussmengen flussabwärts im Hauptstrom führen, anstatt sie dort zu senken.

- Das Speichervolumen, das in Gebieten zur gesteuerten Wasserspeicherung zur Verfügung steht, kann am wirksamsten zum Abschneiden der Hochwasserspitze genutzt werden, also zum Zeitpunkt der Hochwassererhöchststufe und nicht in früheren Hochwasserstadien. Dennoch erfordert eine optimale Reduzierung des örtlichen Hochwasserrisikos in gleicherweise eine andere zeitliche Regulierung. Damit kann vorhandene Speicherkapazität genutzt werden, um eine optimale Verminderung des Hochwassers stromabwärts zu erreichen. In der Praxis ist es jedoch eher schwierig sein, die lokalen Interessen nicht überwiegen zu lassen, selbst wenn Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den Behörden der verschiedenen Verwaltungseinheiten in den verschiedenen Regionen sehr gut ist.

Die Schlussfolgerung hinsichtlich der Retentionsgebiete und der Gebiete, die für gesteuerte Wasserspeicherung ausgewiesen sind, muss somit so aussehen: Je weiter stromaufwärts sich diese Gebiete befinden, desto weniger verlässlich sind sie zur Reduzierung extremer Hochwasserabflüsse entlang des Niederrheins und der unteren Maas. Es sollte jedoch erwähnt werden, dass Gebiete zur kontrollierten Wasserspeicherung allgemein wirkungsvoller sind als Retentionsgebiete, wenn es um die Reduzierung von Hochwasserabflüssen geht. Natürlich spielen beide auch im Naturschutzbereich häufig eine Rolle, was wiederum zu anderen Überlegungen führen könnte.

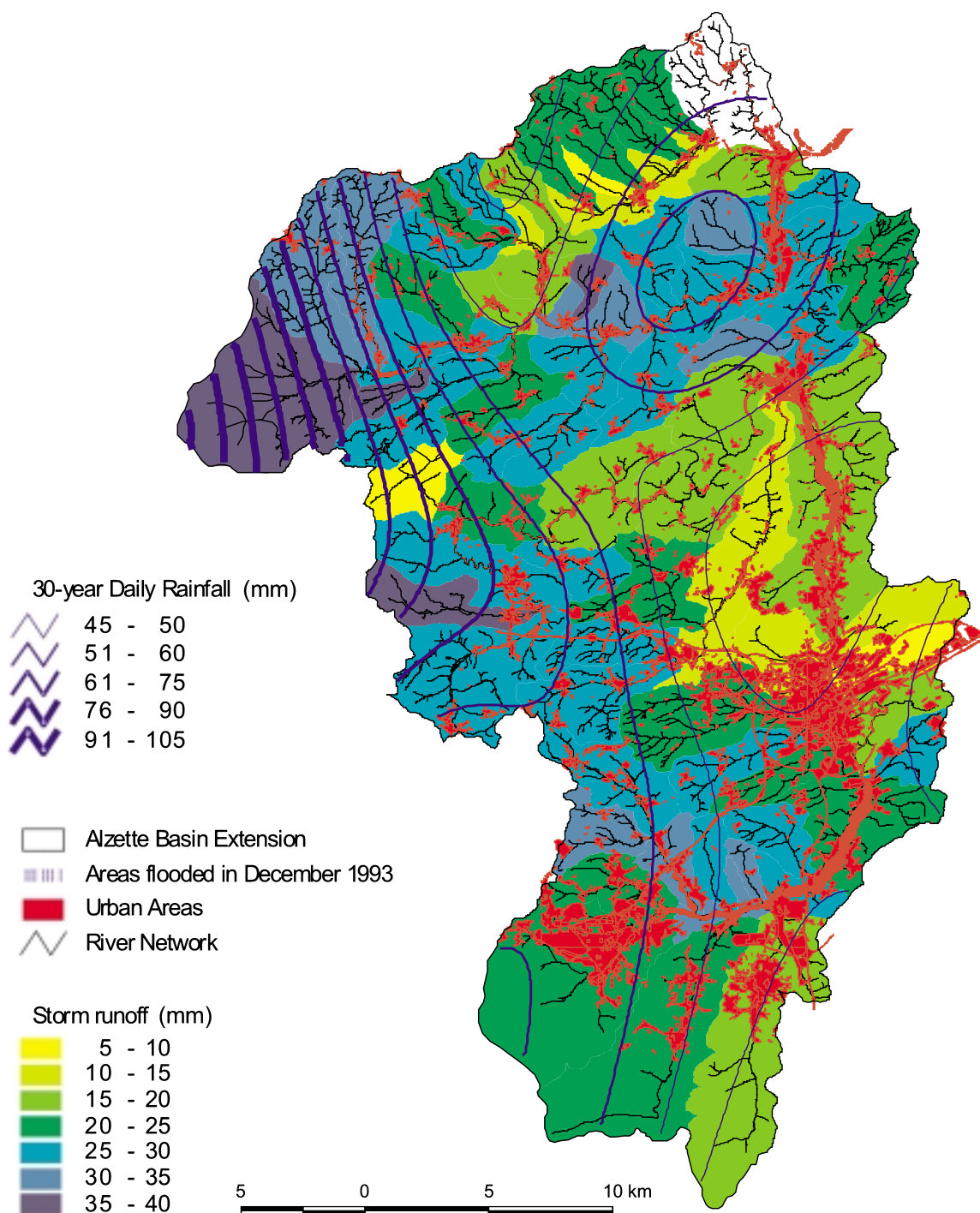
Raum für die Flüsse beibehalten und sichern

Unter dem Motto *Raum für die Flüsse* stehen Maßnahmen zur seitlichen Ausweitung der Gebiete, die Flüsse bei Hochwasser einnehmen können. Dies geschieht dadurch, dass zusätzlicher Speicherungs- und Abflussraum in den gegenwärtig deichgeschützten Teilen des alluvialen Flachlands geschaffen wird. Diese Maßnahmen können dazu beitragen, die Abflusskapazität, aber auch die Verflachung der Abflussspitzen oder das Abschneiden der Hochwasserspitzen zu erhöhen. Zu den Hauptmöglichkeiten hierbei zählen:

1. Deichrückverlegung - die Ausweitung des ungeschützten Flussvorlands
2. Schaffung von Umflussskanälen - mit oder ohne ständige Rinnen (grüne Flüsse)
3. Errichtung von Gebieten zur gesteuerten Retention hinter den gegenwärtigen Deichen - solche Gebiete liefern kontrollierte Speicherkapazität für Hochwasserströme. Diese Maßnahme wird ebenfalls als Möglichkeit betrachtet, Raum für die Flüsse zu schaffen, auch wenn sie lediglich in Notfallsituationen zur Anwendung kommt.
4. Zyklische Verjüngung von Flussvorland - diese Maßnahme bedeutet die periodische Aushebung von Teilen des Flussvorlands. Sie lässt im Anschluss die Entwicklung der natürlichen Flussdynamik und der Vegetation über mehrere Jahrzehnte zu. Diese Möglichkeit weitet den Raum für die Flüsse zwar nicht seitlich aus, sie wird jedoch häufig in Kombination mit den oben genannten Maßnahmen diskutiert.

Die Maßnahmen zur Schaffung von *Raum für die Flüsse* unterscheiden sich in ihren Zielen und Auswirkungen stark voneinander. Ihnen ist jedoch gemeinsam, dass sie die Speicher- oder die Abflusskapazität von Hochwasserströmen in der Nähe der gefährdeten Region erhöhen. Werden sie weiter stromaufwärts vorgenommen, so haben diese Maßnahmen zwar eine gewisse Auswirkung auf den zeitlichen Ablauf des gesamten Hochwasservolumens, aber nur einen geringen Einfluss auf das Niveau der Spitzenabflüsse. Dennoch können sie wirkungsvoll sein, wenn sie stromabwärts an den unteren Rhein- und Maasabschnitten eingesetzt werden. Ein Beispiel: es hat sich gezeigt, dass allein die Realisierung von Gebieten zur gesteuerten Retention und die Deichrückverlegung (um die Retention zu erhöhen) an 11 ausgewählten Orten in Nordrhein-Westfalen den Wasserstand während eines extremen Hochwasserereignisses (mit einer 1/1250 jährlichen Wahrscheinlichkeit) im Fluss um maximal 10 cm senken kann. Andere Untersuchungen haben im Anschluss an eine Kombination von Deichrückverlegung und zyklischer Verjüngung Reduzierungen der Hochwasserstufen in einer Größenordnung von 30 cm gezeigt [Raum für den Rhein].





Karte der maximalen t glichen Niederschlagsmengen und der entsprechenden Spitzenabflussmengen ber 30 Jahre f r das grenz ber greifende Einzugsgebiet der Alzette (Frankreich, Luxemburg und Belgien). Dieser Kartentyp gibt Einsicht in Gebiete, die Hochwasser produzieren und jene, die eventuell hochwassergef hrdet sind. (Er gebnis von Projekt 3, FRHYMAP).

Obwohl die Maßnahmen zur Schaffung von Raum für die Flüsse effektiv und technisch machbar sind, ist sicherlich mit Widerstand zu rechnen, wenn sie tatsächlich umgesetzt werden sollen. Dies gilt insbesondere für jene Maßnahmen, die seitlichen Raum benötigen, denn diese würden die sporadische Überflutung bewohnter Gebiete erfordern. Die Umsetzung solcher Maßnahmen setzt einschneidende Veränderungen in der Raumplanung voraus. Diese sind konominisch jedoch nur dann rentabel, wenn Kosten und Nutzen des Hochwasserrisikomanagements über einen sehr langen Zeitraum (Dekaden) betrachtet werden. Sie bieten aber deutliche Vorteile, wenn man sie als Teil einer Strategie zur integrierten Entwicklung des Flusskorridors versteht. Diese Maßnahmen sind darauf ausgerichtet, mehrere Funktionen zu optimieren, weil sie gute Möglichkeiten zur Renaturierung und zur Landschaftsverbesserung bieten.

Schadensprevention

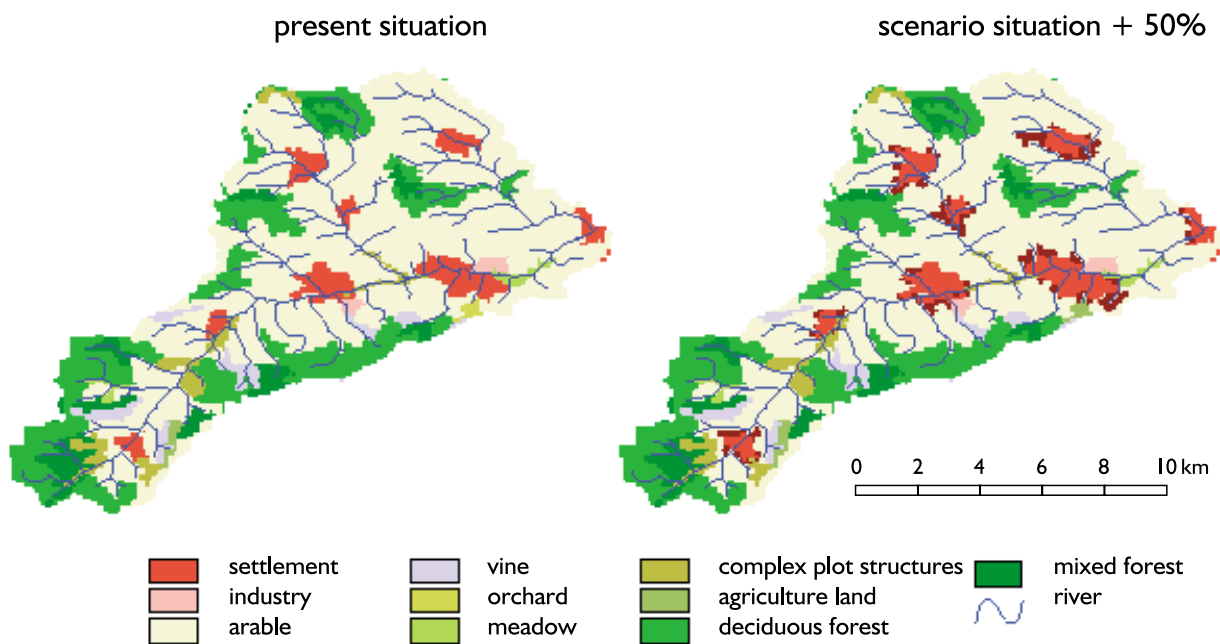
Es ist notwendig, das Schadenspotenzial in Gebieten zu reduzieren, die gelegentlich oder manchmal überflutet werden - egal, ob nun eine Strategie zur Schaffung von Raum für die Flüsse verfolgt wird oder nicht. Tatsächlich hat sich herausgestellt, dass die Schadensprevention die kostengünstigste Maßnahme zum Hochwasserrisikomanagement ist. Sie kann auf lokaler und regionaler Skala im Flussvorland und in deichgeschützten Gebieten in den gesamten Einzugsgebieten von Rhein und Maas eingesetzt werden. In den meisten dieser Einzugsgebiete wird die Schadensprevention zur Zeit nur unzureichend praktiziert. Als Folge davon nimmt der potenzielle wirtschaftliche Schaden in den Flussläufen und in den deichgeschützten Gebieten stetig zu.



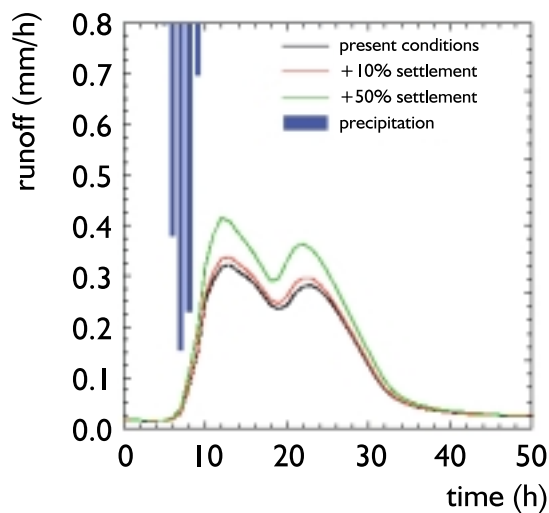
Die Nutzung von raumplanerischen Mitteln zum Hochwasserrisikomanagement: Vorschriften und Ausweisung von Gefahrenzonen

Obwohl die meisten Anrainerstaaten im Einzugsgebiet des Rheins bereits nützliche Mittel zur regionalen Raumplanung verfügen, ist deren tatsächlicher Beitrag zur Vorbeugung von Hochwasserschäden nicht ausreichend. Dies ist ein wichtiger Grund dafür, dass so wenig Anstrengungen zur Reduzierung potenziellen Schadens in hochwassergefährdeten Gebieten unternommen werden. Vorhandene Planungsinstrumente werden von den örtlichen Behörden häufig nicht richtig eingesetzt, um sicherzustellen, dass in den gefährdeten Gebieten weniger Investitionen vorgenommen werden. Die Ursache für dieses Problem liegt größtenteils in einer Unkenntnis darüber, welche Gebiete eigentlich genau hochwassergefährdet sind. Daher ist die Nutzung von Karten der Überschwemmungsgebiete, die diese Informationen visualisieren, ein wichtiger Schritt zur Lösung dieses Problems. Solche Karten sind einfache und wirkungsvolle Mittel zur Kommunikation und Raumplanung. In offenen Flussläufen können Überschwemmungsgebiete aufgrund von Informationen über die Überschwemmungshöhe bestimmt werden. In deichgeschützten Gebieten können durch eine Differenzierung von Sicherheitsstandards Sicherheitszonen ausgewiesen werden, die eine ähnliche Funktion in der Raumplanung haben könnten. Um eine verlässliche Klassifizierung der Überschwemmungsgebiete vorzunehmen, muss man die Abläufe einer Überschwemmung verstehen: insbesondere die Überschwemmungswahrscheinlichkeit, -tiefe und -geschwindigkeit sind wichtig, aber auch Dauer und zeitliches Zusammenspiel können sich auf die Schäden auswirken. Obwohl Karten zur Überschwemmungstiefe mit Hilfe von digitalen Erhebungsmodellen und Wasserstandsdaten angelegt werden können, werden sie in der Regel ungenau sein, solange sie nicht auf der 2D-Modellierung tatsächlicher Überschwemmungsmuster basieren, d.h. auf der Simulation von Hochwasserereignissen. Die präzise Modellierung von Überschwemmungen in deichgeschützten Gebieten erfordert besonders hoch entwickelte Modelle und sehr genaue Daten. Deshalb bieten auch nur wenige der vorhandenen Karten von (begrenzten) Überschwemmungsgebieten eine ausreichende Grundlage für Raumplanung, Evakuierungspläne und andere Maßnahmen zum Hochwasserrisikomanagement. Die Verbesserung dieser Situation sollte Priorität haben, denn die Verwendung von ungenauen Karten könnte das Hochwasserrisiko eher erhöhen als reduzieren.

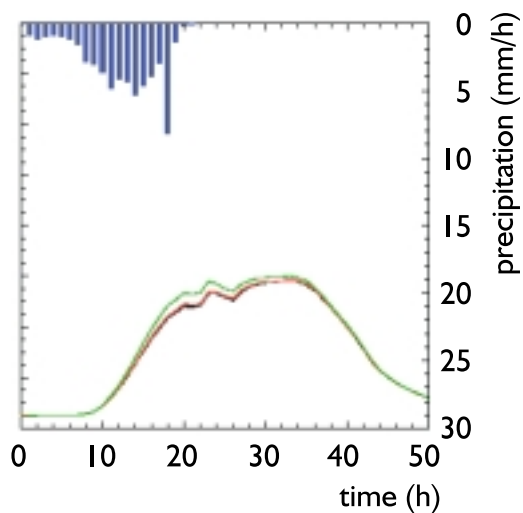




a) June/28/1994, Frankenbach/Lein



b) February/16/1990, Frankenbach/Lein



Veränderungen in der Landnutzung können Hochwasserabflüsse erhöhen, insbesondere auf der Skala von kleinen Einzugsgebieten. Gezeigt wird hier eine Simulation von zwei Hochwasserereignissen im Einzugsgebiet der Lein (115 km²) als Antwort auf a) ein lokal geformtes konvektives Sturmereignis und b) ein advektives Tiefdruckgebiet, das Europa überquert, unter gegenwärtigen Bedingungen und für zwei Urbanisierungsszenarien. (Ergebnis von Projekt 2).

4 Integrierte Strategien zum Hochwasserrisikomanagement

Die Aufgabe des Hochwasserrisikomanagements besteht darin, solche Maßnahmen vorzunehmen, die das Hochwasserrisiko am effizientesten reduzieren. Dies geschieht auf der Grundlage einer umfassenden Kosten-Nutzen-Analyse, bei der nicht bloß wirtschaftliche, sondern auch gesellschaftliche und ökologische Werte berücksichtigt werden. Die Basis einer solchen Kosten-Nutzen-Analyse sollte die Beurteilung des Hochwasserrisikos sein - als einer Verbindung aus sowohl der Hochwasserwahrscheinlichkeit und dem Hochwasserschaden. Allerdings erschweren die folgenden Faktoren jede Diskussion über das Hochwasserrisiko und über die Kosten und den Nutzen konkreter Maßnahmen:

- Hinsichtlich der Überschwemmungswahrscheinlichkeit wird es immer eine gewisse Unsicherheit geben - selbst bei Verwendung der aktuellsten wissenschaftlichen Erkenntnisse und der am besten entwickelten Modelle.
- Es gibt keine Methode zur Ermittlung des Schadenspotenzials, die alle Interessengruppen zufriedenstellt. Während wirtschaftliche Vermögenswerte wie Investitionen und Produktion schon schwer zu bestimmen sind, so gibt es keinerlei objektive Angaben über den Wert nicht-konkreter Kategorien wie z.B. ökologische, kulturelle und soziale Werte und Funktionen.
- Die öffentliche Wahrnehmung kann ebenso wichtig sein wie wissenschaftliche Tatsachen, und sie richtet ihr Augenmerk häufig eher auf die Verminderung der Überschwemmungswahrscheinlichkeit als auf die Verminderung des Gesamtrisikos. Für die Entscheidungsstrategie zählt in erster Linie die öffentliche Bereitschaft, ein bestimmtes Risiko zu akzeptieren. Demzufolge ist es häufig einfacher, Maßnahmen durchzusetzen, welche die Wahrscheinlichkeit senken, als solche, die eine Reduzierung des Schadens zum Ziel haben - selbst dann, wenn letztere das Gesamtrisiko effizienter (d.h. kostengünstiger) senken können.

Offensichtlich erfordert die Suche nach der optimalen Strategie im Hochwasserrisikomanagement eine Reihe von Annahmen hinsichtlich der Entwicklungen in Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft. Die Klärung dieser Annahmen ist wichtig für die öffentliche Akzeptanz.

Der Umgang mit Unsicherheiten durch 'Dehnungsstrategien'

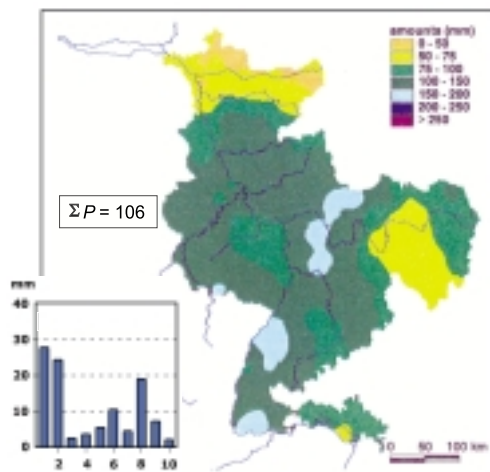
Das Ziel einer wirklich nachhaltigen Strategie zum Hochwasserrisikomanagement sollte darin bestehen, das Hochwasserrisiko auf lange Sicht zu minimieren. Dabei sollte gleichzeitig die langfristige wirtschaftliche, soziale und ökologische Entwicklung gefördert werden. Nachhaltigkeit erfordert nicht nur eine Langzeitperspektive für die gesamten Einzugsgebiete, sondern sie muss auch Veränderungen der Rahmenbedingungen berücksichtigen. Das bedeutet, dass Unsicherheiten hinsichtlich der biophysikalischen Entwicklungen (Klimaveränderung, Hydrologie, Ökologie), genauso wie wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklungen, aber auch Veränderungen in der normativen Einschätzung von Aspekten der Wirtschaft, Ökologie und der Sicherheit (in einer sich verändernden Kultur) bei der Entwicklung von Strategien zum Hochwasserrisikomanagement einkalkuliert werden müssen.



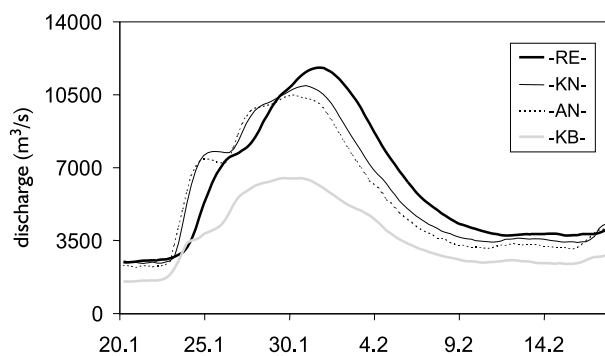
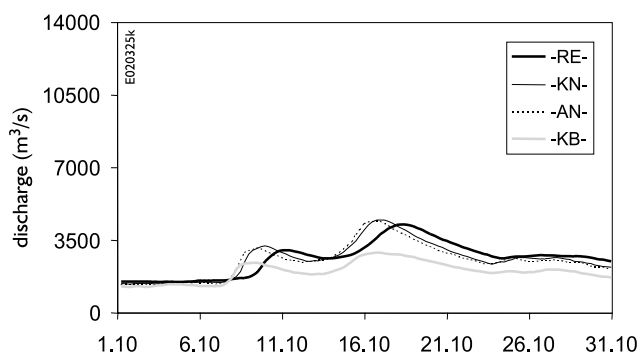
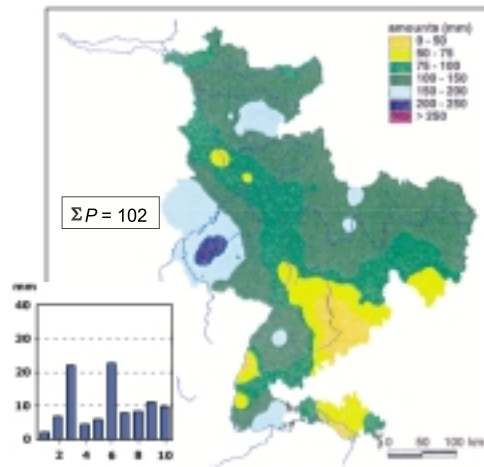
In den vergangenen Jahren haben bedeutende Veränderungen in der Denkweise über das Hochwasserrisikomanagement stattgefunden. Die Schlussfolgerungen von IRMA-SPONGE stehen deutlich mit diesen aktuellen Ideen und Entwicklungen in Verbindung:

- Neue Technologien - wie z.B. verbesserte Hochwasservorhersagesysteme, Kommunikation, Infrastruktur und Mobilität im Falle von Evakuierungen - können die Sicherheit erheblich erhöhen und die Anzahl der Opfer reduzieren.
- Ökologische Werte wie die Artenvielfalt haben eine weitaus höhere Priorität.
- Natur und Landschaft gelten mittlerweile als wichtige Werte.
- Es ist erkannt worden, dass sich die Gesellschaft, die Landnutzung und sogar das Klima verändern kann.

FLOOD 1982



FLOOD 1995



Verschiedene Niederschlagsmuster ergeben unterschiedliche Hochwasserhydrographen, selbst wenn die gesamte Niederschlagsmenge sehr ähnlich ist. Hier gezeigt für 4 Standorte im deutschen Teil des Rheineinzugsgebietes. (Ergebnis von Projekt 1, DEFLOOD; Karten nach Brandsma und Buishand 1999).

- Man ist auch zu der Erkenntnis gelangt, dass man die Wahrscheinlichkeit extremer Hochwasserabflüsse niemals mit hundertprozentiger Sicherheit kennen wird, und zwar aus verschiedenen Gründen:
- Selbst bei Verwendung der besten Daten, Modelle und statistischen Techniken kann die Auftretenshäufigkeit eines extremen Ereignisses (das z.B. einmal in 500 Jahren auftritt) niemals mit absoluter Genauigkeit auf der Grundlage historischer Datenreihen (höchstens 100 Jahre) bestimmt werden.
- In der gegenwärtigen Situation, da die Auftretenshäufigkeit von Hochwasserabflüssen wahrscheinlich zunimmt, wird jegliche Vorhersage, die man auf der Grundlage früherer Bedingungen ableitet, vermutlich zu einer Unterschätzung zukünftiger Auftretenshäufigkeiten von Hochwasserabflüssen führen.

Kurz gesagt: der Kontext, in dem Hochwasserrisikomanagement praktiziert wird, ist nicht statisch, sondern dynamisch.

Mehr noch, dieser Kontext ist grundsätzlich unvorhersehbar. Diese Tatsache hat einige wichtige Folgen für die Entwicklung einer Strategie des Hochwasserrisikomanagements: sie kann nur dann tatsächlich nachhaltig sein, wenn sie auf unvorhersehbare künftige Entwicklungen vorbereitet ist oder an diese angepasst werden kann. Eine gute Richtlinie zur Strategieentwicklung ist das Prinzip *keine Reue*: jetzt getroffene Entscheidungen sollten künftige Möglichkeiten so wenig wie möglich einschränken. Diese Erkenntnis hat zur Formulierung von dehnfähigen Strategien des Hochwasserrisikomanagements geführt.

Bezeichnet man die gegenwärtigen Strategien, die auf Überschwemmungsprävention durch eine völlige Kontrolle der Hochwasserabflüsse abzielen, als Widerstandsstrategien, dann kann man entsprechend solche Strategien, die Überschwemmungen in bestimmten Gebieten zulassen und gleichzeitig den resultierenden Schaden reduzieren, als Dehnfähigkeitstrategien bezeichnen. Dehnfähigkeitstrategien haben einige erhebliche Vorteile:

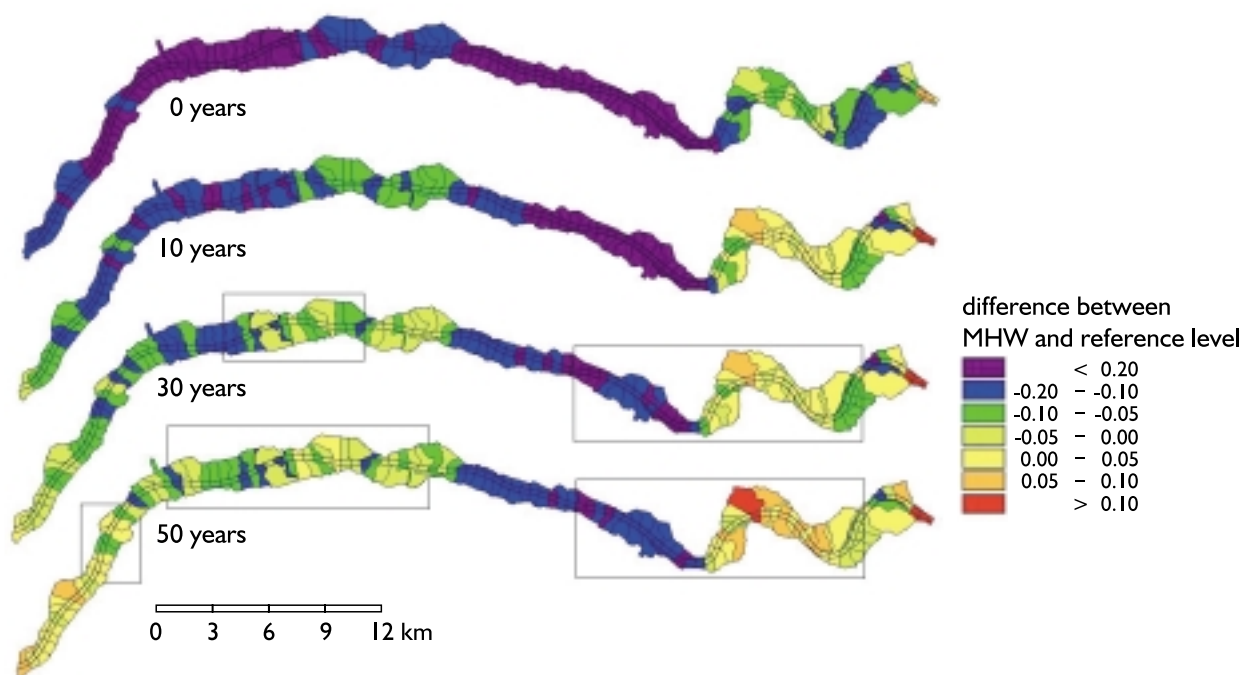
- Sie lassen kommenden Generationen Raum zur Ausweitung, Erhaltung oder sogar Eingrenzung der Bereiche, die für Speicherung und Abfluss von Hochwasser zur Verfügung stehen - abhängig von den Erfordernissen der sich entwickelnden physikalischen, wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Umgebung.
- Sie sind auch deshalb nachhaltiger, weil sie Teil einer wirklich integrierten Strategie zur Entwicklung des Flusskorridors sein können - was insbesondere Möglichkeiten zur ökologischen und landschaftlichen Wiederherstellung bietet.

Die meisten Massnahmen, die man als dehnfähig betrachten kann, erfordern, dass weite Teile der gegenwärtig deichgeschützten Gebiete überschwemmt werden können: entweder als Gebiet zur kontrollierten Retention oder zur Bereitstellung zusätzlicher Abflusskapazität. Dennoch geht dieser Raum nicht auf Dauer für die Landnutzung oder andere Funktionen verloren, denn er wird nur zeitweilig und/oder sehr selten zur Speicherung oder zum Abfluss benützt.



Wie kann man Hochwasserrisikomanagement und Naturmanagement kombinieren?

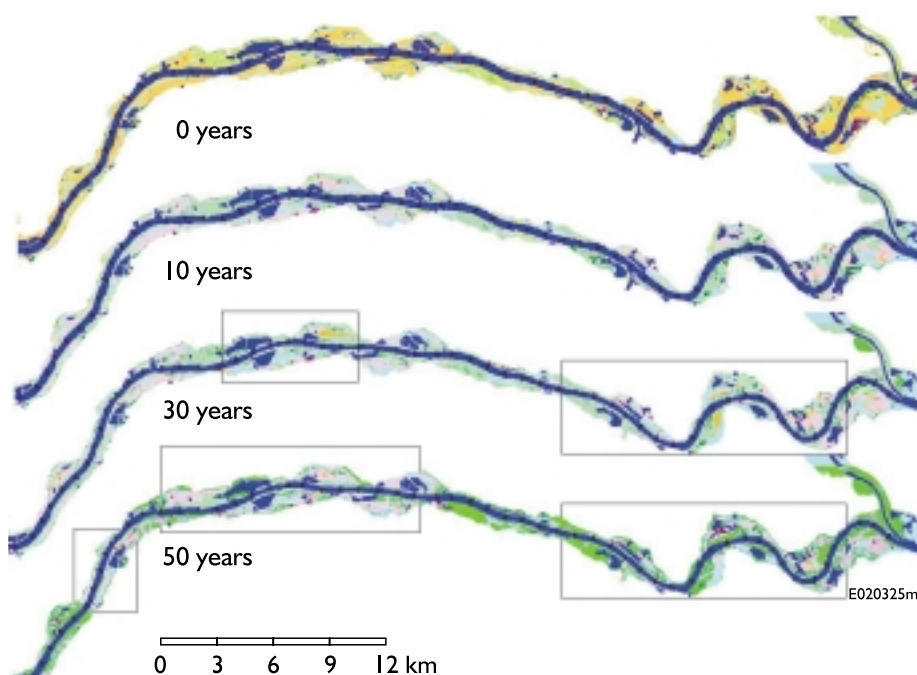
Das Hochwasserrisikomanagement hat auf alle Planungsziele im Flusskorridor Einfluss: aus wirtschaftlicher, kultureller, sozialer und ökologischer Sicht. Innerhalb von IRMA-SPONGE haben sich einige Projekte insbesondere auf die Interaktion zwischen Hochwasserrisikomanagement und ökologischen Funktionen konzentriert. Einige relevante Erkenntnisse daraus werden in diesem Abschnitt dargestellt. Hochwasserrisikomanagement kann nur dann nachhaltig wirken, wenn es ökologische Entwicklung zulässt. Es soll jedoch betont werden, dass auch konomische und soziale Entwicklungen bei der Weiterentwicklung der hier beschriebenen Ideen in Betracht gezogen werden sollten.



ecotope types

- open water without vegetation
- urban area, built-up terrain
- agricultural land
- pioneer vegetation / bare substrate
- swamp
- shallow water (depth < 2m)
- ruderal vegetation on nature levee
- ruderal vegetation on floodplain
- floodplain grassland
- production grassland
- grassland on natural levee
- bare substrate (sandy levee)
- bare substrate (riverdune)

- 0-10% trees low
- 10-25% trees
- 25-50% trees
- 50-100 % trees
- 0-10% trees medium
- 10-25% trees
- 25-50% trees
- 50-100 % trees
- 0-10% trees tall
- 10-25% trees
- 25-50% trees
- 50-100 % trees



Auswirkungen von periodischer Absenkung des Flussvorlandes (zyklische Verjüngung des Flussvorlandes) auf die Wasserstände und auf die Vegetationsentwicklung über einen Zeitraum von 50 Jahren. Die Kästen geben die Gebiete an, in denen zusätzliche Maßnahmen zur 'zyklischen Verjüngung' ergriffen wurden. Diese Vegetationsdaten wurden in Verbindung mit morphologischen Daten verwendet, um die Auswirkungen auf Wasserstände mit Hilfe von hydraulischen Modellen vorhersagen zu können.

Die Analyse von verschiedenen Strategien des Hochwasserrisikomanagements für den Rhein und die Maas zeigt große Unterschiede hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Artenvielfalt. Ein Ziel in der Entwicklung der meisten der bewerteten Entwurfe zur Rekonstruktion des Flussvorlands war die ökologische Verbesserung - und in der Tat verbessern sie wahrscheinlich die Artenvielfalt. Es sind jedoch auch stark negative Auswirkungen vorhersehbar. Diese Rekonstruktionsentwürfe können wertvoll sein, weil sie neue Habitate schaffen. Gleichzeitig können sie katastrophale Folgen für die gegenwärtige Flora und Fauna haben. Darüber hinaus hat die Analyse gezeigt, dass der natürlichste Zustand, den Naturentwicklungsprojekte zumeist anstreben, nicht notwendigerweise mit politischen und rechtlichen Zielen übereinstimmt und/oder die existenzfähigen Populationen nicht zwingend aufrechterhält.



Wie sollten ökologische Ziele gesetzt werden?

Es galt in den vergangenen Jahren als wichtiger Grundsatz, sicherzustellen, dass Naturressourcen durch Hochwasserschutzmaßnahmen nicht vermindert werden. Dennoch stimmen viele Experten auf diesem Gebiet darin überein, dass diese Priorität nicht immer tatsächlich in die Praxis umgesetzt wird. Zwei Überlegungen sind hier wichtig:

- Natürliche Prozesse können unvorhersehbar sein, und die Entwicklung der Natur ist oft nur möglich, wenn diese Unvorhersehbarkeit akzeptiert wird und eine gewisse natürliche Flussdynamik von Planern und Managern zugelassen wird.
- Die Wiederherstellung der Natur hat nur dann Aussicht auf gute Ergebnisse, wenn die Entscheidungsträger eine klare Wahl treffen, welche Art von Natur sie entwickeln wollen (sofern dies steuerbar ist, s.o.) und diese dann auch langfristig unterstützen. Allgemeine Entscheidungen müssen bereits in einem frühen Stadium getroffen werden - ein Beispiel: Flussvorland kann auf unterschiedliche Weise bewirtschaftet werden, um die Nährstoffretention, die zyklische Verjüngung, die Entwicklung von Trittsteinen für Zielarten oder die Artenvielfalt zu optimieren. Diese Ziele können jedoch nicht alle an einem einzigen Ort erreicht werden.



Wie setzt man auf der Skala der Einzugsgebiete Prioritäten im Naturmanagement?

Durch internationale Kooperation sollten die Prioritäten des Naturmanagements definiert werden (z.B.: Die Artenvielfalt muss erhöht werden). Es muss sichergestellt werden, dass solche Prioritäten dann in klare und konkrete Entscheidungen umgesetzt werden, was die spezifischen ökologischen Ziele von Strategien des Hochwassermanagements betrifft (z.B.: Es ist eine größere Anzahl einer bestimmten Spezies in einer bestimmten Region erforderlich.). Deshalb müssen die Auswirkungen einer Maßnahme auf alle ökologischen Funktionen gründlich durchdacht werden, bevor sie umgesetzt wird. Dies mag offensichtlich erscheinen, aber in der Praxis geschieht es nur selten. Selbst dort, wo integriertes Flussmanagement das Ziel ist, werden Entscheidungen selten auf der Grundlage einer integrierten Einschätzung der Auswirkungen getroffen. Dadurch wird der Nutzen für Naturwerte begrenzt.



Empfohlen: der ökologische Netzwerkansatz

Die zurückbleibenden Naturressourcen in stark regulierten Flusssystemen sind im allgemeinen klein, zersplittert und manchmal isoliert. Um erhaltbare Artenbestände (während und nach der Rekolonisation) zu schaffen oder aufrecht zu erhalten, sollte die ökologische Rehabilitation nicht nur auf den Schutz dieser verbleibenden Elemente und auf die Erhöhung der Heterogenität des Habitats ausgerichtet sein, sondern auf die Verbindung der separaten Populationen. Der so genannte ökologische Netzwerkansatz, der die Größe des Habitats und die räumliche Anordnung berücksichtigt, kann das Naturmanagement entlang der Flusse verbessern.



Raum für den Fluss ist nötig - aber bitte mit Variationen!

Eine Verbindung von Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagements mit einer Erhöhung der Artenvielfalt ist möglich, wenn Einheitslungen vermieden werden - Flussdynamiken sollten in unterschiedlichen Gebieten einen unterschiedlichen Einfluss haben. Die Maßnahmen zur Schaffung von Raum für die Flusse, die man zur Zeit diskutiert, werden häufig in Kombination mit Plänen zur Erhöhung des ökologischen und landschaftlichen Wertes entlang von Flüssen in



Uferauswaschung in der Gamerensche Waard
(Aufnahme L. Jans)

Erwägung gezogen. Diese Ziele können in der Tat sehr gut integriert werden. Dennoch sollte das Ziel eine Kombination verschiedener Maßnahmen an verschiedenen Orten sein, und nicht eine einheitliche Lösung. Die Absenkung des Flussvorlands lässt sich beispielsweise sehr gut mit solchen Maßnahmen verbinden, die das Gebiet des Vorlands vergrüßern, wenn man einen allmählichen Übergang von nassen zu trockenen Habitaten erreichen oder aufrechterhalten will.



Feuchtgebiete und die Reduzierung des Hochwasserrisikos

Viele Maßnahmen zur Schaffung von Raum für die Flüsse, die grundsätzlich eine Vergrößerung der Speicher- und Abflusskapazität im Flussvorland zum Ziel haben, können erfolgreich mit einer Ausweitung der Feuchtgebiete im Flussvorland entlang des Niederrheins verbunden werden. Die verstärkte Retention von Phosphor kann ein zusätzlicher Nutzen sein, wenn mehr Feuchtgebiete im Flussvorland vorhanden sind. Die Wiederherstellung von Feuchtgebieten kann auch mit der zyklischen Verjüngung des Flussvorlands kombiniert werden. Dabei geht die Naturentwicklung alle paar Jahrzehnte mit der wiederkehrenden Ausgrabung von Teilen des Vorlands einher.



Richtlinien für die Kombination von Maßnahmen im Flussvorland und Naturmanagement

Sind Entscheidungen über allgemeine Strategien des Hochwasserrisikomanagements und die geeigneten Maßnahmen einmal getroffen worden, liegt es häufig in der Hand von technischen Organisationen und lokalen Behörden, diese Maßnahmen im Flussvorland umzusetzen. Die auf dieser Ebene beteiligten Personen sind selten an den Hintergedanken dieser Maßnahmen interessiert, sondern führen sie nach bestem Wissen durch. Ohne die richtige Anleitung werden sie vermutlich bei traditionellen Methoden bleiben, die mittlerweile nicht mehr angemessen sind. Dies könnte zu einer Vergeudung von Ressourcen führen, wenn zum Beispiel bei der Wiederherstellung von Seitenrinnen im Flussvorland steilwandige Rinnen entstehen, die ökologisch wenig nützlich sind und bei Hochwasser sicherlich eine natürlichere Form bekommen würden. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass Richtlinien für das lokale Management des Flussvorlands an neue Zielsetzungen angepasst werden - und solche Richtlinien wurden innerhalb von IRMA-SPONGE entwickelt.

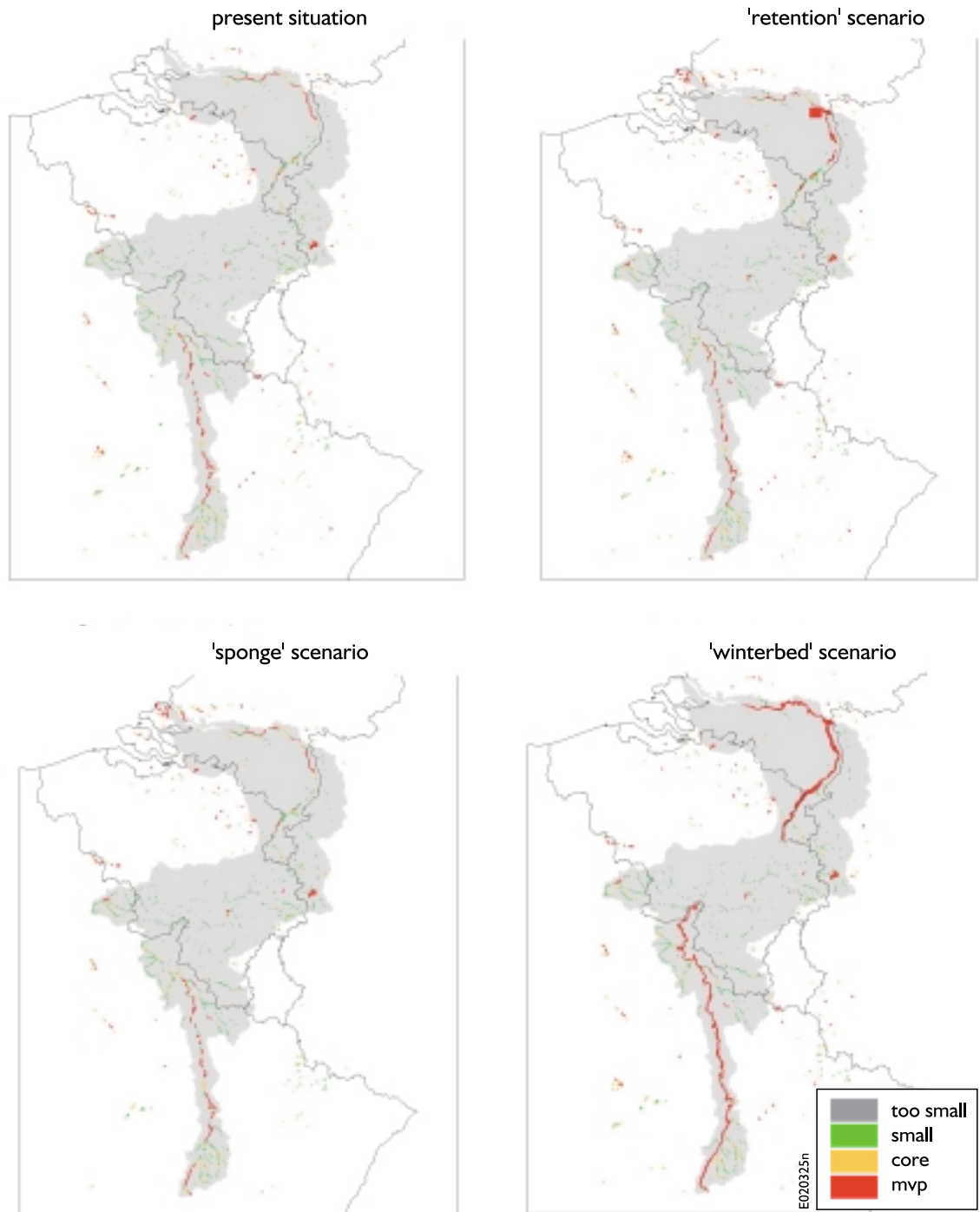


Die Bewertung von integrierten Strategien des Hochwasserrisikomanagements

Keine einzige Strategie zum Hochwasserrisikomanagement ist allen anderen in jeder Hinsicht überlegen, denn ein vernünftiges Hochwasserrisikomanagement kann nicht auf die Frage der wissenschaftlichen Optimierung reduziert werden. Die notwendigen strategischen Entscheidungen sind in hohem Maße abhängig von der Perspektive einzelner Menschen und Organisationen auf die Annehmbarkeit eines Hochwasserrisikos. Außerdem spielt die Bedeutung von wirtschaftlichen, kulturellen und ökologischen Aspekten eine Rolle. Will man die Sicherheit gegen die Kosten aufwiegen (wirtschaftliche, gesellschaftliche und ökologische Kosten), so hat man letzten Endes ein wirkliches Problem - es wird nicht immer Gewinner auf allen Seiten geben können.

Die Blickwinkel auf das Hochwasserrisikomanagement sind sehr verschieden

In einigen Projekten hat sich gezeigt, dass es hilfreich sein kann, eine Verbindung zwischen den verschiedenen Blickwinkeln auf das Hochwasserrisikomanagement und den verschiedenen Weltbildern oder Perspektiven herzustellen. In den Einzugsgebieten des Rheins und der Maas können drei Hauptsichtweisen unterschieden werden: damit verbundene Managementstile können sich auf die Kontrolle, die Umwelt oder auf die Wirtschaft konzentrieren - mit sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Es hat sich herausgestellt, dass die Erstellung von Richtlinien zum Hochwasserrisikomanagement in erster Linie Aufgabe von Regulierungsbehörden ist, welche tendenziell eine Kontrollperspektive einnehmen. Eine unterstützende Rolle haben Einrichtungen mit einer Umweltschutz-Perspektive (z.B. nicht der Regierung unterstellte Organisationen, Forschungsinstitute). Während Organisationen mit einer ökonomischen



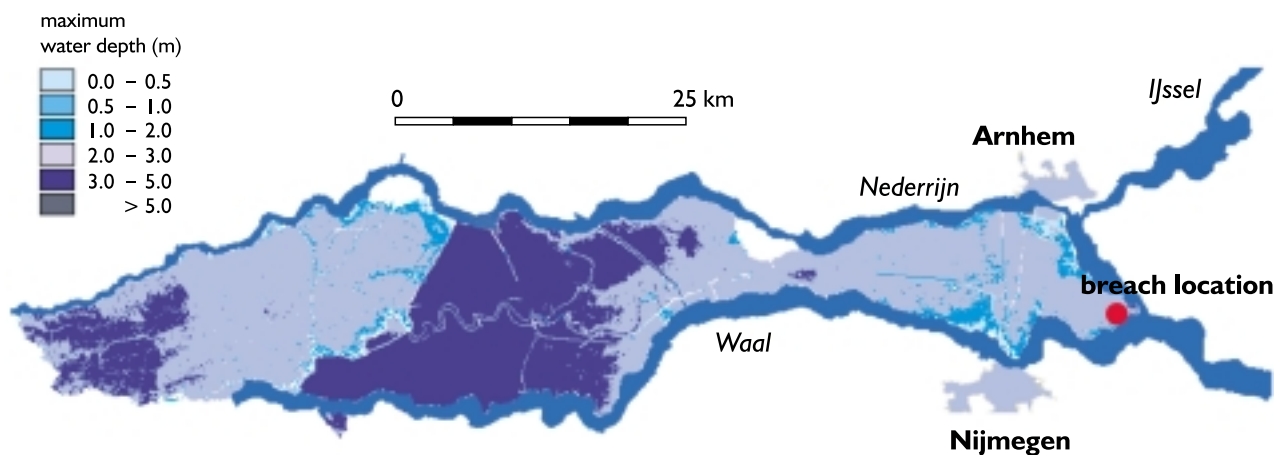
Analyse der Verteilung und des Zustands der großen Marschheuschrecke: für die momentane Situation und drei alternative Hochwassermanagementstrategien mit verschiedenen Landnutzungsszenarien des Flusskorridors (zur Erklärung:.mvp bezeichnet die 'minimal lebensfähige Population'). (Ergebnis von Projekt 9)

Perspektive (z.B. Wirtschafts- und Finanzministerien) nur selten in die frühen Stadien des Planungsprozesses einbezogen werden, so spielen sie doch eine entscheidende Rolle, wenn es zur Umsetzung konkreter Maßnahmen kommt. Deshalb wäre es effizienter, alle Seiten von Anfang an besser zu beteiligen. Deutliche (richtlinienorientierte) Zielsetzungen sollten bereits in einem frühen Entwicklungsstadium einer Strategie zum Hochwasserrisikomanagement formuliert und diskutiert werden.

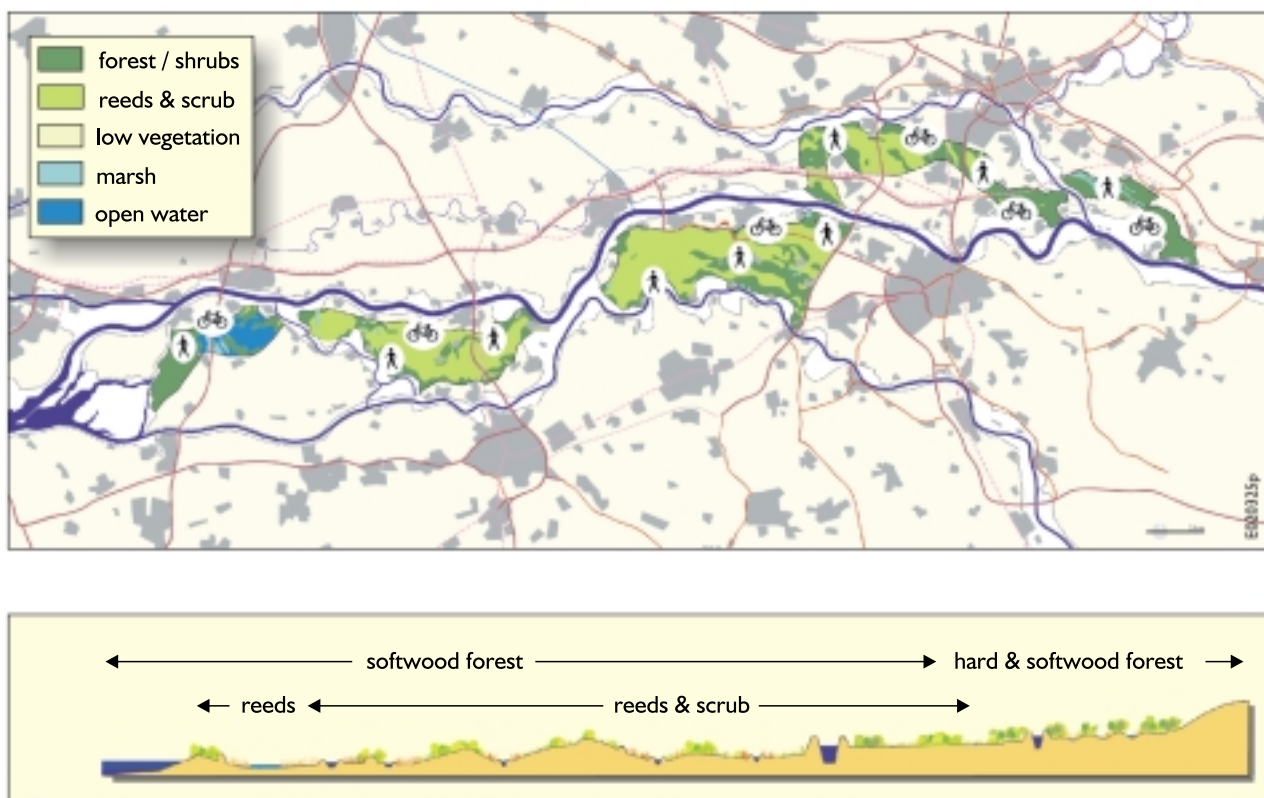


Für ein integriertes Hochwasserrisikomanagement ist ein integriertes Management von Einzugsgebieten erforderlich

Die Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Organisationen ist häufig wichtiger als ausgeklügelte Strategien oder Technologien. Trotz erklärtermaßen guter Vorsätze der Organisationen haben mehrere IRMA-SPONGE Projekte gezeigt, dass es manchmal schwierig oder gar unmöglich war, unbedingt benötigte Daten zu bekommen. Offensichtlich ist der Informationsaustausch zwischen Organisationen, die am Management eines einzigen Einzugsgebietes beteiligt sind, noch immer begrenzt - mit Sicherheit zwischen den Ländern, aber auch innerhalb der Länder selbst. Die Verbesserung dieser Situation könnte ein wichtiger erster Schritt in Richtung eines wirklich integrierten Managements von Einzugsgebieten sein.



Die modellierte maximale Wassertiefe während eines Hochwasserereignisses in der Betuwe entlang des niederländischen Niederrheins nach einem Deichbruch und einer Spitzenabflussmenge von 18.000 m³/s (Ergebnis von Projekt 10).



Vorhergesagte Vegetationsstruktur und Landnutzung entlang des niederländischen Niederrheins nach der Umsetzung der Strategie der 'grünen Flüsse' zum Hochwasserrisikomanagement. Dies ist die 'multifunktionale Entwicklungsalternative', die darauf abzielt, ein ökologisches Netzwerk in Kombination mit extensiver Landwirtschaft, Freizeitgestaltung und Besiedlung zu entwickeln. (Ergebnis von Projekt 10).

5 Die Umsetzung von Maßnahmen

Die hier diskutierten (primär technischen) Maßnahmen können nur in Begleitung von Kontrollinstrumenten umgesetzt werden. Die technischen und kontrollierenden Maßnahmen wiederum müssen durch finanzielle und kommunikative Mittel unterstützt werden, denn es ist notwendig, dass die Gesellschaft entweder A) eine gewisse Überschwemmungshufigkeit mit all ihren Konsequenzen akzeptiert oder B) Maßnahmen unternimmt oder akzeptiert, um Überschwemmungen zu vermeiden oder den Hochwasserschaden zu minimieren. Man kann viele verschiedene Kommunikationsmittel unterscheiden: Broschüren, Berichte, Vorträge, aber auch ausgeklügelte interaktive Instrumente wie z.B. computerbasierte Rollenspiele, wie sie auch im Rahmen von IRMA-SPONGE entwickelt worden sind.

Wie findet man Unterstützung für eine Maßnahme?

Die Umsetzung neuer Strategien des Hochwasserrisikomanagements, wie z.B. Raum für die Flüsse und/oder Schadensprävention durch Raumplanung, erfordert kurzfristig enorme Investitionen, während der finanzielle Nutzen einer Strategie erst nach relativ langer Zeit deutlich wird. Mehr noch: jede mögliche Strategie (die Fortsetzung der gegenwärtigen eingeschlossen) wird Widerstande auslösen. Deshalb ist die Art und Weise, wie man Unterstützung findet und aufrechterhält, von größter Wichtigkeit für die Umsetzung und sollte daher Teil der Strategie selbst sein. Eine Anzahl von Schlussfolgerungen aus diesem Projekt sind relevant für mögliche Verbesserungen:

- Um sicherzustellen, dass eine Maßnahme auch über die frühen Stadien der Entscheidungsfindung hinaus unterstützt wird, sollten alle relevanten Organisationen von Beginn an einbezogen werden. Zur Zeit sind unterschiedliche Organisationen mit unterschiedlichen Blickwinkeln in unterschiedlichen Stadien am Prozess der Entscheidungsfindung beteiligt. Dadurch wird die Gesamtunterstützung für Maßnahmen beeinträchtigt und der Entscheidungsprozess verlangsamt.
- Spezielle Systeme zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen (DSS) und Kommunikationsmittel wie z.B. Rollenspiele sind nun weit genug entwickelt, um eine wichtigere Rolle im Prozess der Entscheidungsfindung zu spielen, als es jetzt der Fall ist. Sie können allen beteiligten Seiten die Argumente verdeutlichen.
- Durch die Schöpfung des öffentlichen Bewusstseins kann auf verschiedenen Wegen die Risikoakzeptanz der Öffentlichkeit erhöht werden:
 - Durch klare und objektive Informationen über gegenwärtige und zukünftige Risiken.
 - Durch Transparenz in den Richtlinienzielsetzungen
 - Durch faire Regelungen hinsichtlich finanziellen Entscheidungen für Konsequenzen von Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagements und für Hochwasserschäden.



Die Bedeutung von finanziellen Entscheidungen

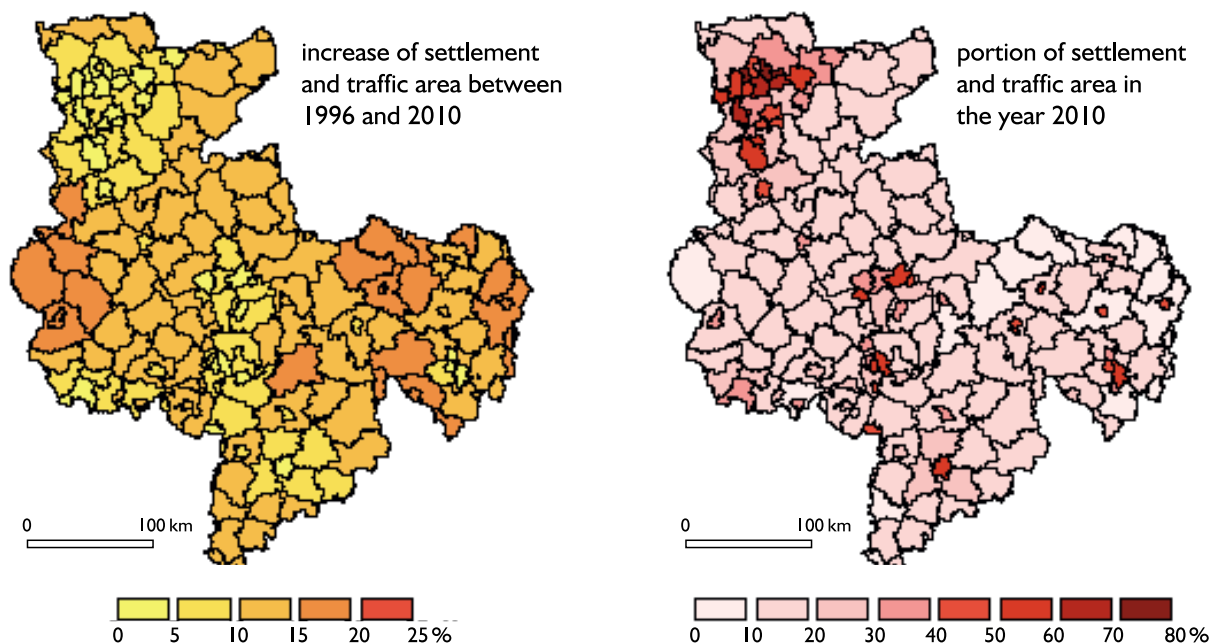
Finanzielle Entscheidungen können auf zwei Ebenen des Hochwasserrisikomanagements eine Rolle spielen: für Einzelpersonen (um für Verluste als Folge von Maßnahmen oder für Hochwasserschäden zu entschädigen) und für Regionen (um Kosten für die Beteiligung an Maßnahmen zum Hochwasserrisikomanagement zu kompensieren).

Entscheidungen für Einzelpersonen

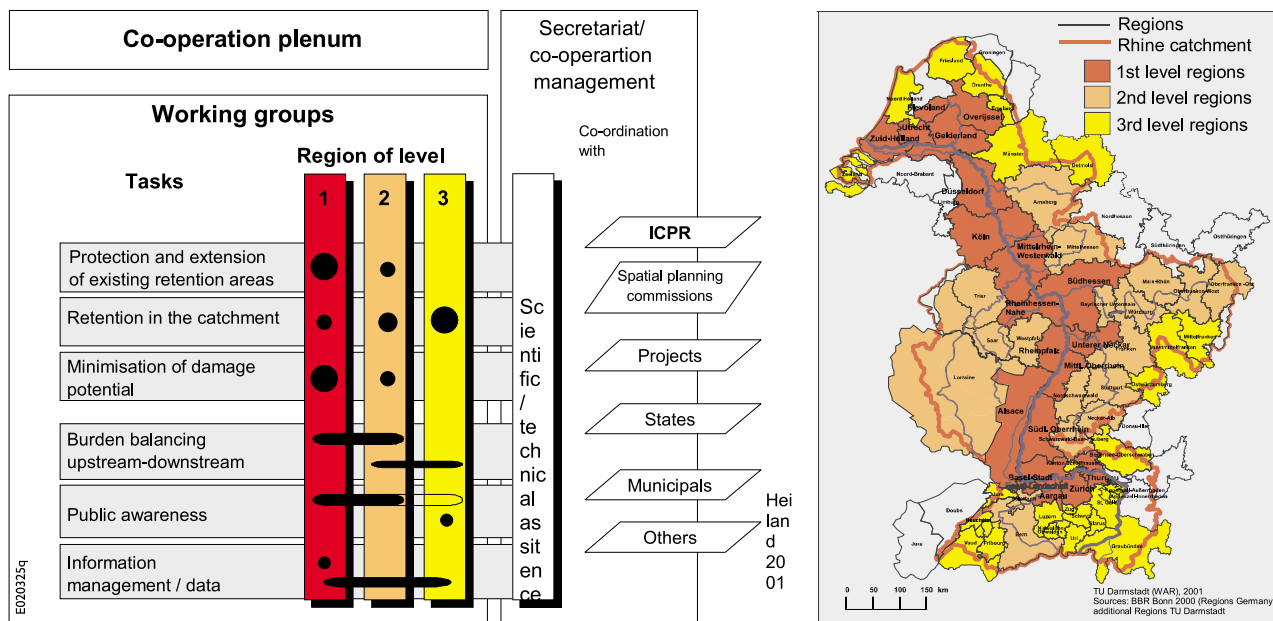
Die Bereitschaft zur Akzeptanz von Maßnahmen kann erhöht werden, indem man die örtliche Bevölkerung von den Maßnahmen profitieren lässt. Finanzielle Entscheidungen für Verluste (z.B. Investitionen, wirtschaftliche Möglichkeiten oder andere Faktoren) infolge von Maßnahmen sollten in Erwägung gezogen werden. Zur Zeit geschieht dies häufig nur unzureichend oder zu spät.



Entscheidungen von Schäden nach Überflutungen ist ein anderer Bereich, in dem Verbesserungen möglich sind. Dies kann im privaten oder im öffentlichen Sektor erfolgen, in beiden Fällen sind jedoch klare Richtlinien erforderlich. Weil diese bis jetzt häufig fehlen,



Prognose zur Zunahme der Urbanisierung (‘Siedlungs- und Verkehrsgebiet’) im überwiegenden Teil des deutschen Einzugsgebietes des Rheins (von Maxau bis Lobith) von 1996 bis 2010. (Ergebnis von Projekt 2).



Vorgeschlagene Kooperationsstruktur für integriertes Hochwasserrisikomanagement im Einzugsgebiet des Rheins. (Ergebnis von Projekt 5).

entsteht Unsicherheit über die zu erwartenden Kompensationen, und es wird nach einer teuren (und letztlich erfolglosen) Nullrisiko -Strategie verlangt. Dass es auch anders geht, hat man in der Schweiz bewiesen. Dort gibt es kommunale Versicherungsprogramme, die darauf abzielen, den potenziellen Schaden zu minimieren. Für Gemeinden, die an einem solchen Programm teilnehmen, hat sich die Versicherungsprämie in den letzten 20 Jahren um 50% reduziert - ein klarer Hinweis dafür, dass die Versicherung ein Mittel ist, das den Bürgern einen guten Anreiz bietet und ein Hochwasserrisikobewusstsein schafft. Dieser Ansatz trägt sehr wahrscheinlich zu einer erhöhten Akzeptanz von (begrenzter) Überschwemmung bei.

Entscheidungen für Regionen

In einigen Fällen tragen Regionen (oder Gemeinden) eine Verantwortung für das Hochwasserrisiko in einer anderen Region:

- Einige Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagements (z.B. Gebiete zur kontrollierten Retention) können wirksamer sein, wenn sie stromaufwärts der Region vorgenommen werden, in der das Hochwasserrisiko am stärksten reduziert werden muss.
- Manchmal bringt regionales Flussmanagement Nachteile für andere Regionen mit sich: so kann z.B. die Flussregulierung das Hochwasserrisiko stromabwärts erhöhen; Flussblockaden können es stromaufwärts verstärken.
- In beiden Fällen bedarf es eines Geldtransfers zwischen Regionen - entweder zur Ergreifung von Maßnahmen oder aber als Kompensation. Erreicht werden kann dies entweder durch die Finanzierung von Hochwasserschutz aus einem zentralen Budget oder durch direkte Verhandlungen zwischen den stromaufwärts und den stromabwärts gelegenen Regionen. Die gegenwärtige Praxis zur Finanzierung von Plänen und Maßnahmen zum Hochwasserschutz bietet hierfür nicht genügend Anreize. Deshalb ist ein grundsätzlicher Wandel in der Finanzierung des Hochwasserschutzes nötig, hin zu einer Lastenentscheidung zwischen Regionen und zu stärkeren Handlungsanreizen für Regionen und Gemeinden.



Das Hochwasserrisiko in der Raumplanung: Ausweisung von Risikozonen als regulierende Maßnahme

Raumplanerische Instrumente existieren in allen Ländern der Einzugsgebiete des Rheins und der Maas, doch ihr Beitrag zur Hochwasserschadensprävention ist noch immer unzureichend. Eine wichtige Ursache hierfür liegt darin, dass die Organisationen, die für die Raumplanung und die Baugenehmigungen (häufig auf kommunaler Ebene) verantwortlich sind, auch über eine erfolgreiche Schadensprävention entscheiden. Sie messen ihr jedoch üblicherweise nur eine niedrige Priorität bei. Als Resultat wird das Ziel des Aktionsplans Hochwasserschutz (der Internationalen Rheinkommission), das Schadenspotenzial in hochwassergefährdeten Gebieten zu reduzieren, nicht erreicht, und das wirtschaftliche Schadenspotenzial in Flusstälern und deichgeschützten Gebieten steigt weiter an.



Es bestehen große regionale Unterschiede in der Art und Weise, wie die Instrumente der Raumplanung verwendet werden, um die wirtschaftlichen und demographischen Entwicklungen in überflutbaren Gebieten zu kontrollieren. Der Grund für diese Unterschiede besteht vor allem in Unterschieden zwischen den nationalen Kulturen und Planungssystemen, und nicht so sehr in unterschiedlichen physikalischen Bedingungen (Hochwassermerkmale, Landnutzung etc.). Es wäre weitaus effizienter, die Raumplanungspraktiken für die physikalischen Bedingungen zu optimieren.



Um sicherzustellen, dass in Gebieten mit Neigung zur Überflutung weniger Investitionen getriggert werden, kann die korrekte Anwendung raumplanerischer Mittel auf der Grundlage einer Risikozoneneinteilung, die auf Karten der Überschwemmungsgebiete basiert, verbessert werden. Damit steht allen Beteiligten ein einfaches und wirkungsvolles Mittel zur Verfügung, um Entscheidungen in der Raumplanung zu mitzuteilen.





Regionale und institutionelle Kooperation im Hochwasserrisikomanagement

Die hydrologischen und ökologischen Zusammenhänge zwischen stromaufwärts und stromabwärts gelegenen Gebieten in einem Einzugsgebiet machen eine grenzübergreifende Zusammenarbeit unbedingt erforderlich. Es ist aber nicht nötig, das gesamte Einzugsgebiet bei allen Fragen einzubeziehen. Eine hierarchisch geschichtete Struktur mit beispielsweise 3 Ebenen könnte den geeigneten Rahmen für eine solche Zusammenarbeit auf verschiedenen Ebenen bilden.

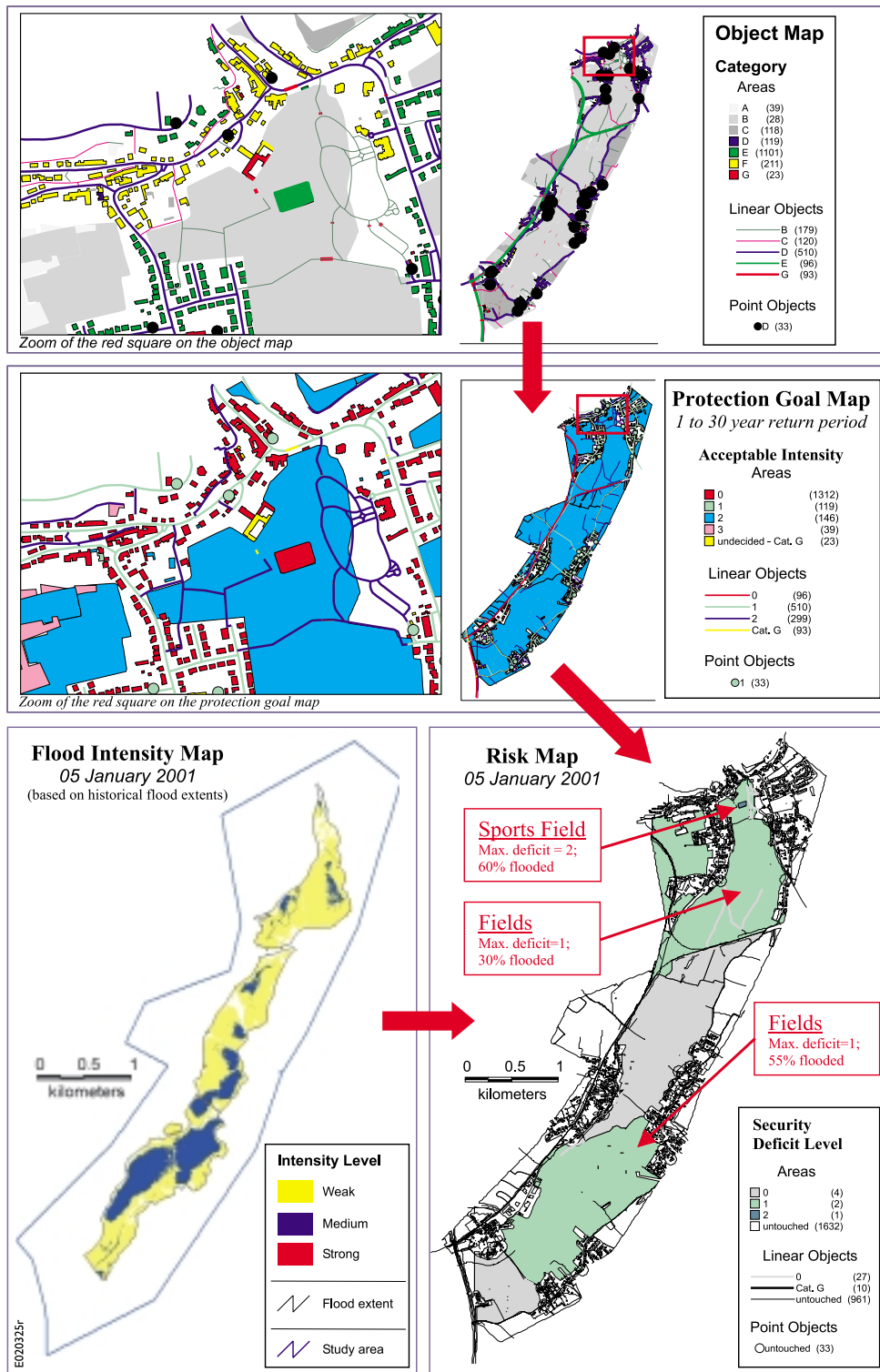


Hochwasserrisikomanagement und Raumplanung müssen stärker integriert werden, weil sonst räumliche Forderungen, Spannungen und Belastungen zunehmen werden, was vermutlich in einem höheren Risiko und in höheren Kosten enden würde. Dies ist besonders in solchen Regionen bzw. Ländern von Bedeutung, wo Raumplanung und Wasserwirtschaft unter der Schirmherrschaft von getrennten Organisationen stehen (z.B. in den Niederlanden). Liegt die Verantwortung für Raumplanung und Hochwasserrisikomanagement in der Hand einer einzigen Behörde, so ist dies oft eine Planungsorganisation, die unter Umständen nur über unzureichendes Wissen insbesondere auf den Gebieten von Wasserwirtschaft, Hochwassergefahr, Anfälligkeit etc. verfügt. In solchen Fällen sind bessere Informationen unter den Raumplanern erforderlich.



In der internationalen Zusammenarbeit sollten regionale Differenzen berücksichtigt werden. Nicht bloß der Fluss selbst ist in seinem Verlauf unterschiedlich (z.B. wird er im allgemeinen stromabwärts stärker reguliert), sondern auch die kulturellen und wirtschaftlichen Werte, die ihm und sogar seinen ökologischen

Funktionen beigemessen werden, unterscheiden sich. Eine Kooperation wird erfolgreicher sein, wenn die Bedeutung derartiger kultureller Unterschiede erkannt und respektiert wird.



Schematisierte Hochwasserrisikoanalyse für das Livange-Hesperange Gebiet im Einzugsgebiet der Alzette, basierend auf den historischen Wasserständen des Hochwasserereignisses vom 5. Januar 2001 (mit einer 1 bis 3 jährlichen Wiederkehrperiode). (Ergebnis von Projekt 3, FRHYMAP).

6 Abschließende Bemerkungen

Kenntnissen und fehlende Daten

Das Hauptziel von IRMA-SPONGE bestand darin, state-of-the-art Methoden auf der Grundlage der besten verfügbaren Informationen zu entwickeln - und dieses Ziel ist erreicht worden. Dennoch war die Dauer des Programms für die meisten Projekte zu begrenzt, um umfangreichere neue Forschung durchzuführen. So bleiben einige Lücken, sowohl in unserem Wissen als auch in den verfügbaren Daten.

Sozial- und Wirtschaftswissenschaften miteinbezogen werden

Der Schwerpunkt der meisten Projekte von IRMA-SPONGE lag auf den physikalischen (klimatischen, hydrologischen und hydraulischen) und auf den ökologischen Aspekten. Daraus resultieren in erster Linie Schlussfolgerungen und Empfehlungen zur Wirksamkeit von Maßnahmen. In der Realität des Hochwasserrisikomanagements ist jedoch die öffentliche Wahrnehmung von Maßnahmen nicht weniger bedeutsam als wissenschaftliche Fakten zu deren Wirksamkeit. Daher sollte bei Untersuchungen über die Durchführbarkeit von Maßnahmen und über die beste Art der Umsetzung eine stärkere Zusammenarbeit mit Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlern gesucht werden.

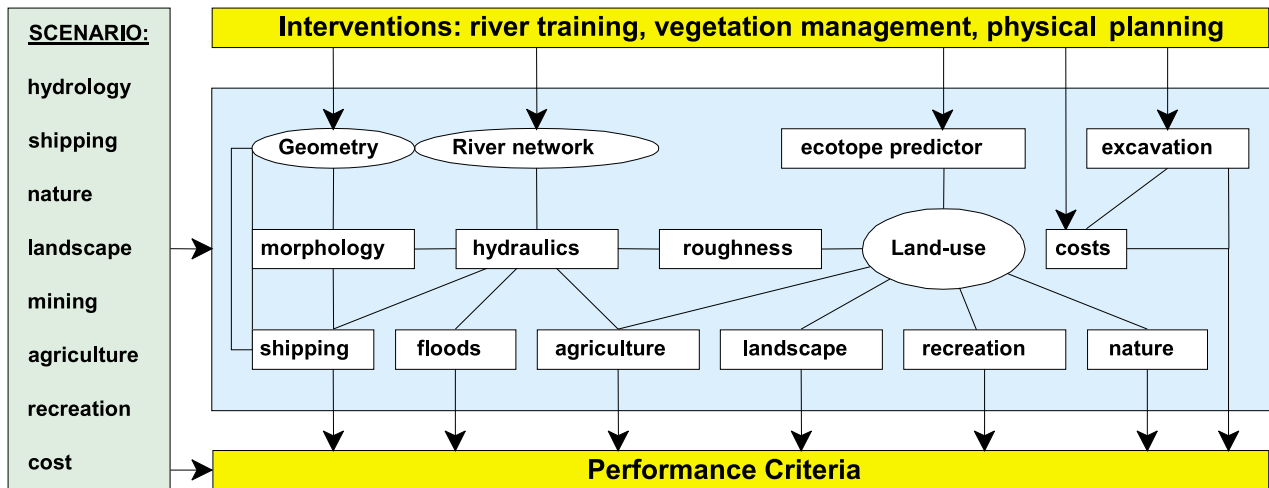
Wie geht man mit Unsicherheiten um?

Bei der Vorhersage zukünftiger Entwicklungen wird es immer Unsicherheiten geben - nicht nur hinsichtlich der Klimaszenarien, sondern auch im Hinblick auf die Risikoakzeptanz und die Prioritäten, die von der Gesellschaft gesetzt werden. In diesem Zusammenhang sind verschiedene Wissenslücken ausgemacht worden:

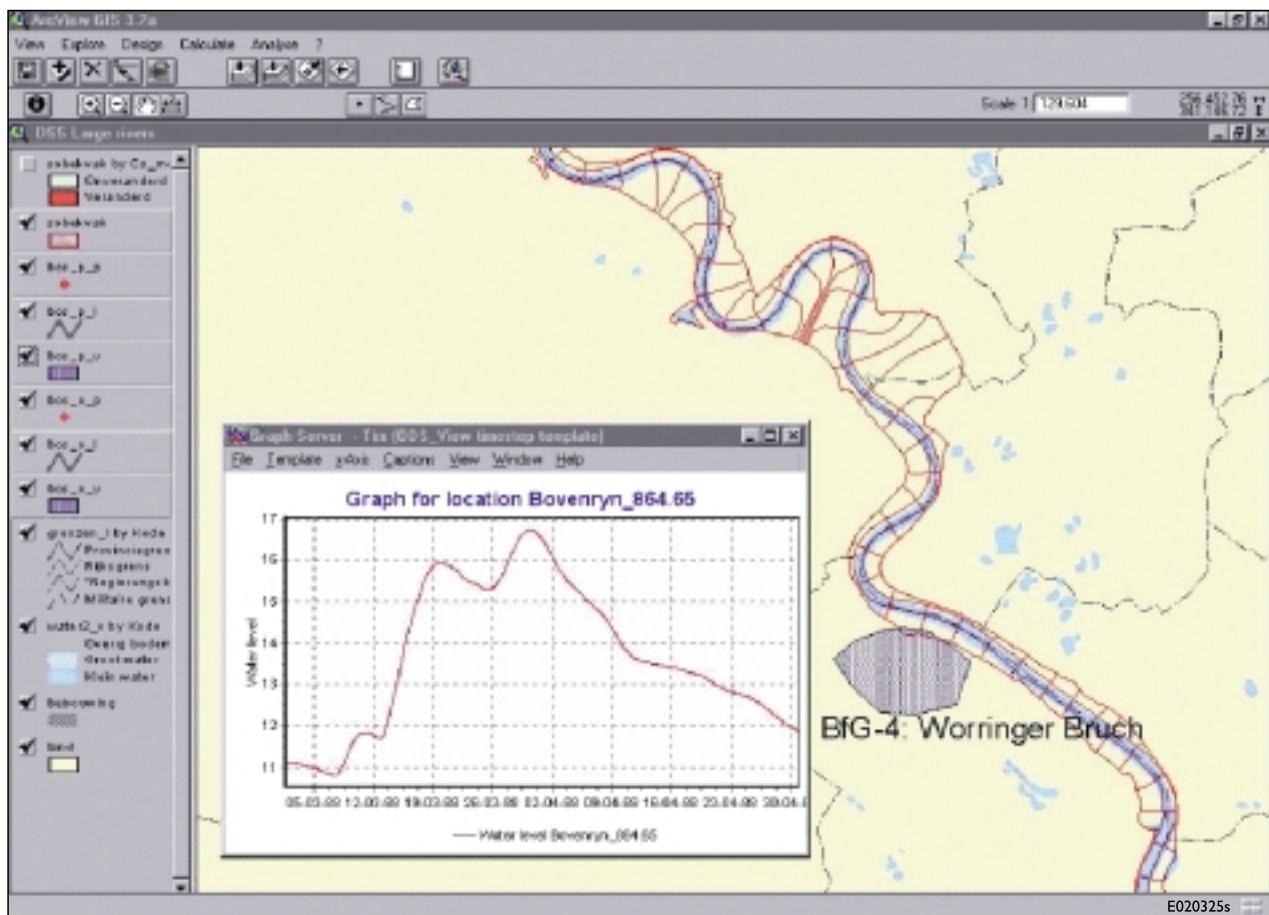
- Wenn Entscheidungsträger die Entwicklung von integrierten Strategien des Hochwasserrisikomanagements anstreben werden, die auch Unsicherheiten mit einkalkulieren, dann sollte die Forschung darauf ausgerichtet sein, integrierte und schlüssige Szenarien zu definieren, welche die Basis für diese Strategien bilden - das erfordert eine weitere Integration von physikalischen, sozialen und ökonomischen Wissenschaften mit Umweltwissenschaften.
- Wenn das öffentliche Bewusstsein für Unsicherheiten geschärft wird, dann sollte der Versuch unternommen werden, diese Unsicherheiten in Forschungsergebnissen deutlich anzugeben, und zwar in einer für die Öffentlichkeit verständlichen Weise.
- Sollen Unsicherheiten in Forschungsergebnissen klar angegeben werden, dann sollten sie auch Bestandteil der Resultate von hydrologischen und hydraulischen Modellen sein - dies ist zur Zeit nur unzureichend der Fall.

Bessere Daten für verbesserte Karten der Überschwemmungsgebiete sind notwendig

Die Vorbeugung von Hochwasserschäden durch verbesserte Raumplanung von Investitionen (Risikozonierung) auf der Basis von Karten der Überschwemmungsgebiete ist eine wirksame Maßnahme des Hochwasserrisikomanagements. Die Techniken zur Erstellung solcher Karten haben sich in den letzten Jahren rapide entwickelt (Geographisches Informationssystem, Mittel zur Vorhersage der Hochwasserwahrscheinlichkeit, 2D-Hochwassermodelle), und es wäre technisch machbar, sie für weite Gebiete entlang des Rheins und der Maas zu entwickeln. Dennoch stehen hochdetaillierte Digitale Erhebungsmodelle, die für diese Aufgabe benötigt werden, momentan nur unzureichend zur Verfügung. Die Entwicklung von Gefahrenkarten in großem Maßstab für die Einzugsgebiete des Rheins und der Maas erfordert eine politische Entscheidung darüber, eine hochdetaillierte digitale topographische Datenbank für die gesamten Einzugsgebiete aufzubauen.



Beziehungen zwischen den Modulen in der STORM-Rhein-Simulation zum Hochwasserrisikomanagement. Mit ihrer Hilfe erfahren die 'Spieler' von den Auswirkungen einer breiten Palette von Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagements. (Ergebnis von Projekt 13).



Interface des DSS Große Flüsse; mit dem Rhein und einem Bereich für ein potenzielles Gebiet zur gesteuerten Retention, dessen Auswirkungen auf die Wasserstände berechnet werden kann. (Ergebnis von Projekt 4).

Was wir gelernt haben

Der Wert eines zentralisierten Programm-Managements

Das IRMA-SPONGE Programm war in vieler Hinsicht komplex: es war international, von verschiedenen geldgebenden Organisationen finanziert, es war multidisziplinär, und eine große Anzahl von Personen und Organisationen war beteiligt. Insgesamt forschten über 50 Wissenschaftler von 30 Instituten gemeinsam in 13 Projekten. Ein großer Teil dieser Forschung beschäftigt sich mit komplexen und manchmal auch heiklen Themen. Darüber hinaus wurden all diese Projekte innerhalb von nur 2 Jahren auf die Erreichung der gemeinsamen Ziele hin koordiniert - ein sehr kurzer Zeitraum für die gestellten Aufgaben. Die Tatsache, dass diese Ziele erreicht worden sind, zeugt von der herausragend kooperativen Einstellung der Teilnehmer. Sie stimmten darin überein, dass das zentralisierte und transparente, wenn auch manchmal eher strenge Programmanagement des NCR sehr hilfreich war. Die Lehre daraus ist, dass ein solches Programmanagement Voraussetzung ist, um diese Art von Programm in Gang zu halten.

Ein besseres Verständnis unter den Wissenschaftlern

Ein wichtiges Ziel des Programms war es, die grenzübergreifende Zusammenarbeit zwischen den Wissenschaftlern zu verbessern, und innerhalb von IRMA-SPONGE sind einige Initiativen in diese Richtung unternommen worden. Es hat sich gezeigt, dass nicht allein die praktische Zusammenarbeit, sondern auch das Verständnis unter den Wissenschaftlern verbessert werden können: Kulturelle Unterschiede zwischen den einzelnen Regionen gab es auch in der Art und Weise, wie Probleme und Forschungsfragen von Wissenschaftlern aus verschiedenen Regionen wahrgenommen wurden. So gibt es nicht zwangsläufig eine einzige beste Strategie des Hochwasserrisikomanagements. Die Wahrnehmung der Probleme variiert räumlich und verändert sich im Laufe der Zeit, und diese Unterschiede sollten berücksichtigt, nicht verdeckt werden. Das Programm hat in den Aufbau eines grenzübergreifenden, multidisziplinären Netzwerks von Forschungsgruppen, die gut untereinander kommunizieren, investiert. Es empfiehlt sich, dieses Netzwerk aktiv zu halten, auszuweiten und es auch weiterhin zu nutzen. Sicherlich erfordert eine grenzübergreifende Zusammenarbeit zwischen Planern und Managern auch ein grenzübergreifendes Verständnis. Das ist nur möglich, wenn die Wissenschaftler nicht allein spontan zusammenarbeiten, sondern vielmehr innerhalb eines langfristig angelegten internationalen und interdisziplinären Netzwerks.

Sprachunterschiede können zu einem unterschiedlichen Verständnis führen

Obwohl alle Teilnehmer von IRMA-SPONGE (aus dem niederländischen, deutschen und französischen Sprachraum) sich sehr gut in Englisch verständigen konnten, hat sich doch gezeigt, dass bestimmte englische Fachausdrücke von Menschen aus verschiedenen Ländern unterschiedlich interpretiert wurden - manchmal sogar von Menschen aus demselben Land, die einen unterschiedlichen wissenschaftlichen Hintergrund hatten. Auch war es in einigen Fällen schwierig, sich auf die Übersetzung eines Fachausdruckes ins Deutsche, Niederländische oder Französische zu einigen. Es empfiehlt sich daher, Fachausdrücke und Konzepte bereits in einem frühen Stadium von Programmen wie IRMA-SPONGE, die sowohl multidisziplinär als auch grenzübergreifend sind, zu standardisieren. Das diesem Bericht beigelegte Glossar soll dazu einen Beitrag leisten.

Klare Zielgruppen für die Forschung sind erforderlich

Wissenschaftler haben in IRMA-SPONGE Methoden und Instrumente für Entscheidungsträger, Raumplaner und andere Personen, die im Hochwasserrisikomanagement aktiv sind, entwickelt. In einigen Fällen ist es jedoch nicht deutlich, welche Organisation oder Person die Ergebnisse der Forschung und Entwicklungen verwenden wird. Ein Beispiel: während ein DSS oder ein kommunikatives Rollenspiel bei der Entwicklung von Strategien des Hochwasserrisikomanagements und bei der Umsetzung von Maßnahmen zweifellos eine Funktion haben kann, so ist es nicht immer klar, wer es wann und zu welchem Zweck benutzen sollte. Wenn diese Information zugänglich, so könnte zielgerichteter geforscht werden, und Forschungsergebnisse könnten effizienter kommuniziert werden.

ANHANG: Projekte, die sich auf Aspekte von Hochwasserrisiko und Hydrologie konzentrieren

Projekt 1 - DEFLOOD: Entwicklung von Methodologien zur Analyse der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Hochwasserreduzierung im Einzugsgebiet des Rheins auf der Grundlage von Hochwasserereignissen

Stichworte: hydrometeorologische Referenzbedingung, integriertes Modellieren von Einzugsgebieten, Grundstruktur

Zielsetzung: die Entwicklung von Prozeduren zur Beurteilung der Wirkung von dezentralisierten Maßnahmen auf die Entstehung von Hochwasser in großen Einzugsgebieten - als Grundlage für Planungsinstrumente. Darüber hinaus soll die Methode den Vergleich und die Einschätzung von vergangenen und wahrscheinlichen zukünftigen Hochwasserereignissen erlauben.

Methode: Mit Hilfe hydrologischer Modelle wurden Methoden entwickelt, um hydrometeorologische Referenzbedingungen (HRC) zu definieren. Diese Bedingungen werden auf der Grundlage von historischen und synthetischen Zeitreihen von Niederschlag und Temperatur klassifiziert. Zusätzlich werden Methoden zur Einschätzung einer maximal möglichen Ausbreitung von Niederschlag untersucht. Es wurde eine Grundstruktur (FIRM-Flood Reduction) für einen Ansatz zur integrierten Modellierung von Einzugsgebieten entwickelt, welche die definierten HRCs, eine Komponente zur integrierten Modellierung von Einzugsgebieten (Niederschlags-Abfluss-Modellierung und Mittel zur Hochwasserberechnung) und Richtlinien zur Einbeziehung von Szenario-Berechnungen beinhaltet.

Projekt 2 - Integrierte Managementstrategien für den Rhein und die Maas

Stichworte: Landnutzung, Klimaveränderung, hydrologisches Modellieren, Unsicherheiten, Perspektiven, Szenarien.

Zielsetzung: die Entwicklung einer Reihe von integrierten Strategien (und Szenarien) der Wasserwirtschaft für die Einzugsgebiete des Rheins und der Maas, welche auch mögliche zukünftige Entwicklungen in Erwägung ziehen und dabei Unsicherheiten berücksichtigen.

Methode: es wurde eine Szenarienstudie durchgeführt, in der physikalisches Modellieren mit sozio-kultureller Theorie verbunden wurde. Unter Verwendung der Perspektivenmethode wurden bestehende Klima-, Landnutzungs- sowie sozio-ökonomische Szenarien ebenso wie Strategien des Hochwasserrisikomanagements strukturiert. Daraus ergaben sich integrierte Szenarien für die Wasserwirtschaft, die jeweils einen anderen Blickwinkel auf die Zukunft in Verbindung mit einem spezifischen Stil der Wasserwirtschaft repräsentieren. Die Auswirkungen jedes Szenarios auf die Wassersysteme wurden mit Hilfe einer Reihe von existierenden Modellierungsinstrumenten beurteilt. Schließlich wurden die Risiken, die Kosten und der Nutzen, die mit jeder Strategie einhergehen, für die einzelnen Szenarien beurteilt.

Projekt 3 - FRHYMAP - Erstellung von hydrologischen Karten und Hochwasserrisikokarten

Stichworte: Klimaveränderung, Gefahr, hydraulisches Modell, hydro-klimatologischer Atlas, hydrologisches Modell, Veränderung der Landnutzung, Regionalisierung

Zielsetzung: Verbesserung des Verständnisses von Hochwasserentstehung, hauptsächlich in Quellgebieten, und des Hochwassermanagements im Flussvorland.

Methode: von hydro-klimatologischen Ursachen bis zu sozio-ökonomischen Auswirkungen wurde ein großer Bereich von Themen untersucht, die mit Hochwasserereignissen in Zusammenhang stehen. Die Untersuchungen wurden im grenzübergreifenden mittelgroßen Einzugsgebiet der Alzette vorgenommen. Es wurde eine Analyse von Zeitreihen vorgenommen, um Signale für die Auswirkungen von Landnutzung und Klimaveränderung in den beobachteten Daten über die Abflussmengen zu finden. Die hydrologische Reaktion auf Veränderungen in der Landnutzung auf die Hochwasserentstehung wurde mit Hilfe verschiedener hydrologischer Modelle simuliert. Es wurden Methoden zur Anwendung von lokalen Ergebnissen hydrologischer Modelle auf größere Einzugsgebiete untersucht (Regionalisierung).

Projekt 12 - Erweiterung des Hochwasservorhersagesystems FloRIJN

Stichworte: Flussmodellierung, Hochwasserfrühwarnsystem (FEWS)

Zielsetzung: Entwicklung des Prototyps eines Hochwasserfrühwarnsystems für den Rhein, das Spitzenabflussmengen an der Messstation bei Lobith (nahe der niederländischen Grenze) mit einer Vorlaufzeit von 4 Tagen vorhersagt

Methode: Das bestehende Vorhersagesystem FloRIJN wurde stromaufwärts erweitert und die meisten der Modellkomponenten wurden bedeutend verbessert. Das System kann die historischen Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zum Niederschlag (zur Kalibrierung) und zu Niederschlagsvorhersagen verwerten. Es wurden hydrologische Modelle für den Hauptteil des Einzugsgebietes des Rheins zwischen Basel und Lobith entwickelt.

ANHANG: Projekte, die sich auf Aspekte von Hochwasserschutz und ökologie konzentrierten

Projekt 6 - Richtlinien zur Wiederherstellung und Bewirtschaftung von Flussvorland - Kombinieren von ökologie und Sicherheit

Stichworte: Flussvorland, ökologische Wiederherstellung, Planentwicklung

Zielsetzung: die Erstellung von Richtlinien zur Optimierung der Habitate im Flussvorland und der ökologischen Infrastruktur bei gleichzeitiger Verbesserung des Hochwasserschutzes durch eine Erhöhung der Abflusskapazität

Methode: auf der Grundlage von Literatur, jüngsten wissenschaftlichen Ergebnissen und praktischer Erfahrung wurden Empfehlungen zur Umsetzung von Maßnahmen definiert, die in Projekten zur Wiederherstellung von Natur eingesetzt werden können. Dies beinhaltete die Aushebung stehender Gewässer, die Konstruktion von Seitenrinnen, die Absenkung des Flussvorlands, das Entfernen kleiner Uferbefestigungen, die Förderung der Entwicklung von natürlichen Flussscheiden und Flusssanden. Besonders berücksichtigt wurde der Planungsprozess. Es wurde auch eine Reihe von Punkten angesprochen, die bei der Flussvorlandplanung besondere Aufmerksamkeit erfordern.

Projekt 7 - Zyklische Verjüngung des Flussvorlands

Stichworte: Absenkung des Flussvorlands, Vegetationsverjüngung, Naturplanung

Zielsetzung: die Entwicklung einer Strategie, die sowohl ein verbessertes Hochwasserrisikomanagement (durch die Verbesserung der Abflusskapazität im Hochwasserbett) als auch eine Wiederherstellung der Natur zulässt.

Methode: es wurde eine Strategie zur zyklischen Verjüngung des Flussvorlands (CFR) definiert. Diese umfasst die zyklische Aushebung des Flussvorlands, die (Re-)Konstruktion von Seitenrinnen und das Zurücksetzen der Vegetationsentwicklung. Diese Strategie wurde in einem Abschnitt des Rheins in den Niederlanden untersucht, indem ein Komplex aus hydrologischen und morphologischen Modellen sowie Modellen der Vegetation und des Habitat und GIS verwendet wurde. Es wurden die langfristigen Wechselwirkungen zwischen Maßnahmen und Naturprozessen (Sedimentation/Erosion und ökologische Prozesse) auf die Wasserstände und die ökologische Qualität des Flussvorlands analysiert.

Projekt 8 - Einschätzung von Strategien der Flussvorlandplanung: der Nutzen der Wiederherstellung von Feuchtgebieten

Stichworte: Wasserretention, Nährstoffretention, Wert von Wasser, Denitrifikation, Feuchtgebiete im Flussvorland

Zielsetzung: die Beurteilung der positiven Auswirkung von Feuchtgebieten auf die Verminderung des Hochwasserrisikos und die Verbesserung der Wasserqualität.

Methode: die Untersuchung bestand aus zwei Teilen: A) der Beitrag von Feuchtgebieten zur Verminderung des Hochwasserrisikos wurde eingeschätzt; es wurde begrifflich festgelegt, ob die Position eines Feuchtgebietes im Flussvorland - stromaufwärts oder stromabwärts - seine Effizienz zur Verminderung von Hochwasserschäden beeinflusst. B) es wurde beurteilt, ob eine Vergrößerung des flussabwärts gelegenen Flussvorlands - und spezifisch die Wiederherstellung von landwirtschaftlichem Weideland in Feuchtgebieten - die Nährstoffretention verbessern könnte.

Projekt 9 - INTERMEUSE: der Wiederezusammenschluss der Maas

Stichworte: integrierte Wasserwirtschaft, Naturrehabilitation, räumlicher Zusammenhalt, physikalische Habitatevaluation

Zielsetzung: die Entwicklung von Lösungen, wie die Optimierung des Hochwasserschutzes entlang der Maas am besten mit einer nachhaltigen Rehabilitation des Ökosystems im Flussvorland kombiniert werden kann - mit dem Schwerpunkt auf der Raumplanung

Methode: eine Beurteilungsmethode wurde entwickelt und getestet. Es wurden zwei Referenzniveaus bestimmt, auf die Hochwasserschutz und die Rehabilitation des Flussvorlands abgestimmt werden können: global für ein Einzugsgebiet oder lokal für einen bestimmten Ort. Es wurden ökologische Aspekte wie der räumliche Zusammenhalt, die Konfiguration des Habitats (globales Niveau) und die Qualität des Habitats (lokales Niveau) untersucht. Auf der Grundlage dieser Analysen wurde ein integrierter Ansatz entwickelt, der in verschiedenen Teilen des Planungsprozesses verwendet werden kann: verschiedene Hilfsmittel für die Planungsphase und die Beurteilung. Ebenso wurden Richtlinien zur Anwendung dieser Mittel in der Praxis entwickelt.

Projekt 11 - BIO-SAFE

Stichworte: riverine Ökosysteme, Beurteilung der Artenvielfalt, Richtlinien und Gesetzgebung zum Naturschutz

Zielsetzung: die Entwicklung eines Instruments zur Bewertung der Auswirkungen von Hochwasserschutzmaßnahmen auf die Artenvielfalt in Flussgebieten.

Methode: das transnationale Modell BIO-SAFE (Spreadsheet Application For Evaluation of Biodiversity) für den Rhein und die Maas Beurteilungsmodell, das den Nutzen der Artenvielfalt in Flussgebieten für verschiedene taxonomische Gruppen auf der Grundlage des Richtlinienstatus von typischen Flussspezies quantifiziert. Das Modell verwendet Daten über den Bestand von Spezies und von ökologischen riverinen Landschaftseinheiten (Kotope) für verschiedene räumliche Maßstäbe. Es liefert Informationen darüber, in welchem Maße Entwurfe des Flussvorlands oder beobachtete (oder vorhergesagte) Trends in der Entwicklung des Flussvorlands mit den Zielsetzungen internationaler Abkommen übereinstimmen.

ANHANG: Projekte, die sich auf das Thema Hochwasserrisikomanagement und Raumplanung konzentrieren

Projekt 4 - DSS - Große Flüsse und Analyse der Retentionsmöglichkeiten entlang des Niederrheins

Stichworte: Decision Support System (DSS), Hochwasserrisikomanagement, Gebiete zur gesteuerten Retention

Zielsetzung: die Unterstützung der Entscheidungsfindung im Hinblick auf Maßnahmen zur gesteuerten Retention entlang des Niederrheins unter Berücksichtigung hydraulischer, landschaftlicher und ökologischer Konsequenzen.

Methode: es wurde ein generisches Entscheidungsunterstützungssystem (DSS) entwickelt, das die Planung und die Beurteilung von Flusslandschaften unterstützt. Der Schwerpunkt liegt auf Möglichkeiten für Rückhaltegebiete und Gebiete zur gesteuerten Retention entlang des Niederrheins. Die Auswirkungen solcher Möglichkeiten werden auf der Ebene der Machbarkeit angesprochen, nicht auf der des Detailentwurfs. Neben 1D und 2D Computermodulen zur Bewertung der hydraulischen und hydrologischen Auswirkungen enthält das DSS auch ein System für Datenverwaltung. Dieses bietet einen leichten Zugang zu wichtiger Dokumentation sowie zu einem auf einer Datenbank basierenden System, welches Ergebnisse früherer Analysen speichert. Besonderes Augenmerk wurde auf die Integration hydrodynamischer Modellierung mit der ökologischen Analyse und der Habitatanalyse, der Auswertung von Zusammenhängen und der Landschaftsevaluierung gelegt.

Projekt 5 - Raumplanung und unterstützende Mittel zum präventiven Hochwassermanagement

Stichworte: Raumplanung, Regionalplanung, Ausweisung von Gefahrenzonen, interregionale Zusammenarbeit, Lastenverteilung, Datenmanagement, Risikomanagement, öffentliches Bewusstsein

Zielsetzung: Formulierung von Empfehlungen für die Optimierung von (der Nutzung von) Raumplanungsinstrumenten zum Hochwasserrisikomanagement für europäische, nationale, regionale und lokale Planungsbehörden.

Methode: es wurden zwei Gruppen von Planungsinstrumenten in der Schweiz, Frankreich, Deutschland und in den Niederlanden erforscht: Zonierungs-Instrumente (regulative Instrumente der Regionalplanung, Ausweisung von Gefahrenzonen) und unterstützende sanftere Instrumente (Zusammenarbeit, Anreize, Informationsmanagement). Ähnlichkeiten und Unterschiede wurden analysiert und Empfehlungen zusammengestellt für A) eine bessere Nutzung der bestehenden Vorschriften und B) eine Verbesserung der Vorschriften.

Projekt 10 - Leben mit Hochwasser

Stichworte: Hochwasserrisikomanagement, vielfältige Landnutzung, Rhein, Flussgebietplanung, Dehnfähigkeit, nachhaltige Entwicklung, Landnutzungsplanung

Zielsetzung: die Entwicklung und Bewertung alternativer Strategien zum Hochwasserrisikomanagement für den Niederrhein, die langfristig (50-100 Jahre) anwendbar sind, und die die Unsicherheiten von Flüssen im Flachland berücksichtigen. Dabei liegt der Schwerpunkt eher auf dem Konzept von Dehnfähigkeit als auf dem des Widerstands sowie auf Möglichkeiten zur vielfältigen Landnutzung.

Methode: es wurden verschiedene Strategien auf Basis des Prinzips Dehnfähigkeit und Leben mit Hochwasser ausgearbeitet: Untergliederung zur gesteuerten Retention und grüne Flüsse zum Abfluss. Es zeigte sich, dass diese alternativen Strategien im Hinblick auf die Nachhaltigkeit viele Vorteile bieten, wenn sie auch schwer umzusetzen sind.

Projekt 13 - STORM-Rhine - Simulationssinstrument zum Flussmanagement

Stichworte: Simulationsspiel, Rollenspiel, auf Mitbestimmung ausgerichtete Entscheidungsfindung, Flussfunktionen, Interessengruppen

Zielsetzung: die Erstellung eines Simulationsspiels als Instrument, um das Verständnis für das Management von Fluss und Flussvorland unter Richtliniengestaltung und Interessengruppen entlang des Nieder- und Mittelrheins zu verbessern. Dies geschieht durch (1) die Erhöhung des Bewusstseins für Flussfunktionen, (2) die Erforschung alternativer Strategien, (3) die Darstellung der Verbindungen zwischen Naturprozessen, Raumplanung, technischen Eingriffen, Flussfunktionen und den Interessen verschiedener Gruppen, (4) die Erleichterung der Debatte zwischen verschiedenen Richtliniengestaltung und Interessengruppen aus dem gesamten Einzugsgebiet.

Methode: das Kernstück dieses Instruments ist das hydraulische Modul, welches repräsentative Hoch- und Niedrigwasserstände für verschiedene hydrologische Szenarien in Anwesenheit von Flussbaumaßnahmen und physikalischer Planung im Flussvorland simuliert. Mitspieler des Rollenspiels vertreten Institutionen mit Interessen in verschiedenen Funktionen (Hochwasserschutz, Navigation, Landwirtschaft, Wachstum der Städte, Bergbau und Natur).

Glossar der Fachbegriffe, die mit Hochwassermanagement in Zusammenhang stehen, mit niederländischen und deutschen Übersetzungen

Dieses Glossar erläutert Fachbegriffe so, wie sie in diesem Bericht verwendet worden sind. Es zielt nicht darauf ab, Standards zu schaffen. In einigen Fällen ist mehr als eine Erläuterung oder Übersetzung angegeben.*

Deutsch	Englisch	Niederländisch
Abfluss	runoff: the part of precipitation that appears as streamflow.	afstroming
Abflussmenge	discharge (stream-, river-) (same as flow): as measured by volume per unit of time.	rivierafvoer, debiet
'Abschneiden' der Spitze der Abflusswelle	flood peak shaving: storing only the top of a flood wave, by 'detention' (or 'controlled retention'). Flood water is not allowed in the storage area until water levels are high. The effect is that the flood peak is lowered more than in the case of 'attenuation'.	aftopping van hoogwaterpiek
alluviales Flachland	alluvial plain: flat area shaped by river processes and formed by river sediments.	alluviale vlakte
Artenvielfalt	biodiversity: the variability among living organisms; this includes diversity within species, between species and of ecosystems.	biodiversiteit
Bemessungshochwasser	design flood: flood level for which the river system (channels, dikes, structures) was designed.	ontwerphoogwater
Dehnfähigkeit	resilience (-flood risk strategy): consistent set of measures aiming to minimise the effects of floods, rather than to control (resist) them.	veerkracht
Deichrückverlegung	dike relocation: moving a dike away from the river in order to provide more space for the river water during floods.	dijkverlegging
Einzugsgebiet	basin (river-) (same as catchment area): the area from which water runs off to a river.	stroomgebied
Einzugsgebiet	catchment area (river-) (same as river basin): the area from which water runs off to a river	stroomgebied
Entwurfswassermenge	design discharge: flood discharge for which the river system (channels, dikes, structures) was designed.	onwerpafvoer
Evakuierungsplan	evacuation scheme: plan for the combination of actions needed for evacuation (warning, communication, transport etc.).	evacuatieplan
Flussregulierung	river regulation: adapting (e.g. straightening, widening, deepening) a river (or part of it).	rivierregulatie
Flussvorland	floodplain: part of alluvial plain (formed by river sediments) which is still regularly flooded.	uiterwaard, overstromingsvlakte
Gebiet zur gesteuerten Retention/Wasserspeicherung, (Taschenpolder, Rückhalteraum)	detention area (term used mainly in The Netherlands): area for controlled storage of floodwater for 'peak shaving', usually in an area surrounded by dikes, with a controlled inlet/outlet for river water. The difference with 'retention' is that detention is	detentiegebied
Gefahr (berschwemmungs-)	hazard (flood-): specific natural event, such as a flood, with the potential to cause damage characterised by a certain probability of occurrence and an intensity.	(overstromings-)gevaar
Grüne Flusse', Umflussskanal	green river (Dutch concept): an additional channel (constructed through presently dike-protected area) which increases the discharge capacity of the river system during high waters.	groene rivier
Habitat	habitat: natural environment of an organism. Also: the set of (riverine) ecotopes that a species can utilise during the various stages of its life cycle.	habitat, leefgebied

Deutsch	Englisch	Niederländisch
Hauptrinne	channel (river-): main watercourse.	stroomgeul (hoofd-)
Hochwasser	flood (2): high water level.	hoogwater
Hochwasserabfluß	flood (1): high river discharge.	hoogwaterafvoer
Hochwasserabfluß	flood discharge: flow during a flood event.	hoogwater afvoer
Hochwasserabfluß	flood flow (same as flood discharge): flow during a flood event.	hoogwater afvoer
Hochwasserberechnung	flood routing: calculation (or modelling) of the movement (propagation) of a flood wave through the river channel.	hoogwaterberekening
Hochwasserbett, Flußbett	winterbed (Dutch term, sometimes same as major bed or floodplain): area between the dikes, across a river, consisting of the channel plus the floodplains.	winterbed, hoogwaterbed
Hochwasserprävention	flood prevention: actions to prevent the genesis of an extreme discharge peak.	voorkoming van hoogwaterafvoer
Hochwasserrisiko	flood risk: function of both probability of flooding, and potential damage due to flooding (this is not the probability or 'danger' of flooding!)	overstromingsrisico
Hochwasserschaden	flood damage: damage to investments (buildings, infrastructure, goods), production and intangibles (without direct monetary value: life, cultural and ecological assets).	overstromingsschade
Hochwasserschutz	flood protection (-measure): to protect a certain area from inundation (using dikes etc).	hoogwaterkering, bescherming tegen hoogwater
Hochwasserspitze	flood peak: highest water level during a flood.	hoogwaterpiek
Hochwasserstand	flood level: water level during a flood.	hoogwaterstand
Hochwasserverflachung	attenuation (flood peak-): lowering a flood peak (and lengthening its base).	hoogwatervervlakking
Hochwasservorhersagesystem	flood forecasting system: suite of models designed to provide an early prediction of flood discharges: A) hydrological models (converting precipitation to discharge); B) hydraulic models (predicting channel discharge and wave propagation).	hoogwater voorspellings systeem
Hochwasserwarnsystem	flood early warning system (FEWS): suite of systems designed to provide a warning of flood levels well before they occur: A) flood forecasting system, B) warning system	hoogwater waarschuwingssysteem
Hochwasserwelle	flood wave: high water volume moving downstream through a river channel.	hoogwatergolf
Hydraulisches Modell	hydraulic model: model which simulates water movement through a channel.	hydraulisch model
Hydrologisches Modell	hydrological model: model that simulates the conversion of precipitation into channel flow (there are several fundamentally different types).	hydrologisch model
Interessengruppen	stakeholders: parties with a direct interest (stake) in an issue.	belanghebbenden
Karte der berschwemmungs- gefährdeten Bereiche.	flood hazard map: map with the predicted or documented extent of flooding, with or without an indication of the flood probability.	kaart van overstrombaar gebied

Deutsch	Englisch	Niederländisch
Klimaveränderungsszenario	climate change scenario: prediction of expected long-term developments in climate, i.e. in the average temperature, rainfall and wind speed, and in the variation therein.	klimaatveranderings scenario
Management des Hochwasserrisikos	flood risk management: totality of actions involved in reducing the flood risk - the aim can be to reduce the probability, the damage, or both.	hoogwater risico beheer
Maßnahme	measure (flood risk management-): measure that can be used as part of FRM.	maatregel
Modellierung	modelling (hydrological-, hydraulic-, habitat-): simulation of natural processes and conditions, using a computer program	modelleren
nachhaltig	sustainable flood risk management strategy: strategy which aims to A) be effective in the long term, and B) can be combined ('integrated') with other functions - usually summarised as economic, social and ecological development.	duurzaam
Niederschlag	precipitation: rainfall plus snowfall.	neerslag
kologische Infrastruktur	ecological infrastructure: system of linkages between habitat patches.	ecologische infrastructuur
kotop	ecotope: spatial ecological unit with (more or less-) uniform abiotic site conditions - location of an ecosystem.	ecotoop
Quellgebiet	headwater: source area for a stream, i.e. highest area in a river basin.	brongebied
Raumplanung,	spatial planning: decisions and regulations aiming to regulate and optimise the use of space for different functions.	ruimtelijke ordening
Renaturierung	nature rehabilitation: allowing or enhancing natural processes.	natuurherstel
Retention	retention (flood water-): temporary, uncontrolled, storage of flood waters, in a basin (sometimes a wetland) which is open towards the river. Note that this term is not universally accepted, e.g. in 'Anglosaxon' areas it can be understood as 'seasonal storage'.	retentie
Retentionsgebiet	retention area: area in which water is stored.	retentiegebied
Risikozonierung	flood risk zoning: delineation of areas with different possibilities and limitations for investments, based on flood hazard maps.	hoogwater risico ?
Seitenrinne	Side channel: secondary channel through the floodplain.	nevengeul
Spitzenabfluß	peak flow / flow peak: highest discharge during a flood.	piekafvoer
Strategie	strategy (flood risk management-): consistent set of measures, developed to achieve a certain goal - often responding to a scenario.	strategie
Stromabwärts	downstream (-area): situated relatively close to the outlet of a river basin.	benedenstrooms
stromaufwärts	upstream (-area): situated relatively close to highest parts of a river basin.	bovenstrooms
A) Abfluß(-menge), B) Stromung	flow (stream-, river-): A) same as discharge, as measured by volume per unit of time, B): movement of water (not used in this summary).	A) afvoer B) stroming
Szenario	scenario (flood risk-): a sequence of expected autonomous events which have an impact on flood risk but can not (at the moment) be influenced directly by flood risk management (though FRM aims to respond to scenarios with strategies). Events shaping scenario	scenario

Deutsch	Englisch	Niederl ndisch
technischer Hochwasserschutz	flood control (-measure): usually understood as a set of actions aiming to limit the (potentially) flooded area as much as possible.	hoogwaterbeheersing
berschwemmung	flood (3): inundation of land.	overstroming
berschwemmung	inundation: flooding of land with water.	overstroming
Unsicherheitsanalyse	uncertainty analysis: determining the accuracy of a (modelling) result. A measure of the accuracy is needed to judge the fitness of a value as a basis for making decisions.	onzekerheidsanalyse
Untergliederung	compartmentalisation (Dutch concept): dividing a dike-protected area into smaller protected areas.	compartimentering
zyklische Verj ngung	cyclic rejuvenation: periodic floodplain lowering (through excavation), setting back morphological and ecological processes to an earlier stage of development.	cyclische verjonging

*Eine Bedingung f r verbessertes Hochwasserrisikomanagement ist eine gute Kommunikation zwischen Experten und Entscheidungstr gern. Dazu ist es notwendig, dass sie die Fachbegriffe, die der andere verwendet, verstehen. In IRMA-SPONGE hat sich gezeigt, dass dies aus verschiedenen Gr nden nicht im mer der Fall ist: Einige Begriffe werden nur in bestimmten Sprachen verwendet und sind schwer zu bersetzen. Die w rtliche bersetzung hat oft eine v llig andere Bedeutung. Selbst in der selben Sprache verstehen Fachleute aus verschiedenen Gebieten einen Begriff h ufig unterschiedlich. Hochwasserrisikomanagement ist ein relativ neues und sehr breites (multidisziplin res) Fachgebiet. Neue Ideen und Ausdr cke entwickeln sich st ndig.

Dieses Glossar soll sicherstellen, dass die Hauptideen, die im IRMA-SPONGE Bericht dargestellt sind, von allen Lesern verstanden werden. Es zielt nicht darauf ab, die Fachterminologie des Hochwasserrisikomanagements zu standardisieren (obwohl dies sicher erforderlich ist). Vielmehr werden die Ausdr ck e so erl utert, wie sie in diesem Bericht benutzt worden sind - es ist daher m glich, dass es durchaus genauere oder ausf hrl ichere Erl utungen gibt. Die vollst ndige Erkl rung der Begriffe wird nur im Englischen gegeben. Im Niederl ndischen sowie im Deutschen wird lediglich die bersetzung der Ausdr ck e angegeben. Eine franz s ische Version wird derzeit ausgearbeitet. Die Erl utungen und bersetzen basieren auf A) technischen W rtern, B) dem Verst ndnis des Verfassers, C) Beitr gen von IRMA-SPONGE Teilnehmern.

Kolophon

Redakteure

Aljosja Hooier, Frans Klijn, Jaap Kwadijk und Bas Pedroli (NCR)

Übersetzung:

Maren Kilian

Deckblattgestaltung:

Kumquat Dordrecht

Druck:

JB&A, Wateringen

Auflage:

200

ISSN 1568-234X

Stichworte:

NCR, nachhaltiges Hochwasserrisikomanagement, integrales Gebietsmanagement, grenzüberschreitende Kooperation, multidisziplinäre Kooperation, Planungshilfen.

Für Referenzen zu gebrauchen als:

Aljosja Hooier, Frans Klijn, Jaap Kwadijk und Bas Pedroli, 2002,

Zum nachhaltigen Hochwasserrisikomanagement im Rhein- und Maasgebiet, Ergebnisse des IRMA-SPONGE Forschungsprogramms, NCR-Veröffentlichung 18D-2002, ISSN 1568-234X.

Das niederländische Zentrum für Flussforschung (NCR) besteht aus einer Zusammenarbeit zwischen den grössten niederländischen Entwicklern und Anwendern von Fachwissen im Bereich der Flusskunde: die Universitäten von Delft, Utrecht, Nijmegen und Twente, IHE, ALTErra, TNO-NITG, RIZA und WL | Delft Hydraulics.

NCRs Ziel ist es, eine gemeinsame Wissensgrundlage über Flüsse in den Niederlanden aufzubauen, und die Zusammenarbeit zwischen den wichtigsten niederländischen wissenschaftlichen Instituten, die im Gebiet der Flussforschung tätig sind, zu fördern. Diese Zusammenarbeit soll auch die nationale und internationale Position der niederländischen Forschung und Lehre verstärken.

Sitz des NCR:

NCR, c/o WL | Delft Hydraulics
P.O.Box 177
2600 MH Delft
the Netherlands

[t] +31 15 2858577
[f] +31 15 2858582
[e] ncr@wldelft.nl
[l] www.ncr-web.org

ISSN 1568-234X

