

Der Rhein kennt keine Grenzen

Was passiert in Nordrhein-Westfalen und Gelderland bei extremem Hochwasser am Rhein?

Wat gebeurt er in Nordrhein-Westfalen und Gelderland bei extremem hoogwater op de Rijn?

De Rijn kent geen grenzen



Ein kurzer Rückblick...

Der Rhein schwillt an und wird zur Bedrohung

Nach einer langen Zeit relativer Ruhe ließ uns der Rhein im vergangenen Jahrzehnt wieder deutlich spüren, dass er – außer Schönheit, Möglichkeiten zur Erholung und für die Schifffahrt, – auch Gefahren in sich birgt. Die Kräfte steigender Fluten sind kaum zu zähmen. Das Hochwasser des Jahres 1993 verursachte große Probleme in Koblenz und Köln, wo tiefer gelegene Teile vollständig überschwemmt wurden. 1995 kam es noch schlimmer. Der Niederrhein wurde mit dem höchsten Abflussscheitelwert seit 1926 konfrontiert. Köln meldete erneut Land unter, bei einem Wasserstand, der noch sechs Zentimeter über dem des Jahres 1993 lag. Bei Lobith betrug der Abfluss gut 12.000 m³/s. Da man an der Stabilität der Deiche zweifelte, wurden circa 250.000 Bewohner des niederländischen Flussgebiets, aber auch 110 Einwohner der Rheininsel Salmorth bei Kleve vorübergehend evakuiert. Einschneidende Ereignisse, welche die Betroffenen nicht so schnell vergessen werden. Auch andernorts in Europa – an der Maas, der Oder, der Elbe und der Donau – hatten die Anrainer in diesen Jahren sehr unter Hochwasser und den dadurch verursachten Schäden zu leiden.

Een stukje historie...

De Rijn zwelt en dreigt

Na een lange periode van relatieve rust laat de Rijn het laatste decennium weer volop merken dat de grote rivier – behalve schoonheid en mogelijkheden voor recreatie en scheepvaart – ook dreiging herbergt. De kracht van wassend water is bijna onbedwingbaar. De hoogwatergolf van 1993 bracht grote problemen in Koblenz en Keulen, waar de lage delen van de binnenstad volledig overstroomden. In 1995 werd het nog erger. De Rijn kreeg de hoogste watergolf te verwerken sinds 1926. Keulen overstroomde opnieuw. Met een waterstand die nog zes centimeter hoger was dan in 1993. Bij Lobith bedroeg de afvoer ruim 12.000 m³/s. Omdat er getwijfeld werd aan de stabiliteit van de dijken, moesten ongeveer 250.000 mensen uit het Nederlandse rivierengebied tijdelijk hun huis verlaten. Van het Rijneland Salmorth bij Kleef werden ook 110 mensen tijdelijk geëvacueerd. Ingrijpende gebeurtenissen die de betrokkenen niet snel zullen vergeten. Ook elders in Europa – langs de Maas, de Elbe en de Donau – kregen omwonenden in deze jaren te maken met zwellende rivieren.

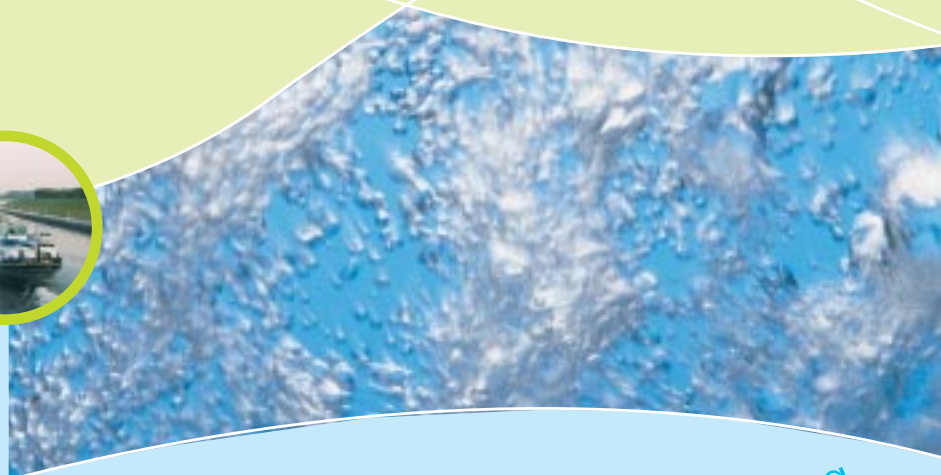
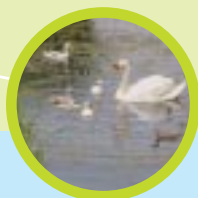


Neue Erkenntnisse

Nach den Hochwasserereignissen der letzten Jahre erkannten alle die Notwendigkeit des nachhaltigen Hochwasserschutzes. Statt nur auf Deicherhöhungen zu setzen, wurden neue Wege in der Hochwasserpolitik beschritten.

Anfang 1996 veröffentlichte Nordrhein-Westfalen das "Konzept für einen nachhaltigen Hochwasserschutz". Es enthält ein Bündel von Maßnahmen, die seitdem konsequent, einzeln oder in Kombination, aber immer einzelfallbezogen umgesetzt werden. In den Niederlanden wurde der "Deltaplan Grote Flüsse", der vorrangig auf Deicherhöhungen

abzielte, beschleunigt umgesetzt. Die Leitlinie "Raum für den Fluss" die ebenfalls 1996 in Kraft getreten ist, war ein Wendepunkt im Denken. Heute werden nicht nur die Flüsse selbst, sondern die gesamten Einzugsgebiete in die Betrachtungen einbezogen. Dadurch gelangen wir sowohl zu neuen Erkenntnissen als auch zu ungewöhnlichen, zukunftsweisenden Lösungen. Wir schaffen Raum für die (natürlichen) Flüsse und legen Rückhalteflächen an. Und wir entdecken, dass alles mit allem zusammenhängt. Deswegen blicken wir auch über die Landesgrenzen hinaus. Der Rhein hält sich schließlich auch nicht an Grenzen.



Concept voor een duurzame hoogwaterbescherming

Nieuwe inzichten

Na de hoogwatergolven van de laatste jaren is de noodzaak van waterbeheer(sing) voor iedereen duidelijk geworden. En tevens drong het besef door dat verhogen en versterken van dijken niet de enige optie is voor de bescherming tegen hoogwater. Begin 1996 kwam de deelstaat Nordrhein-Westfalen naar buiten met een 'concept voor een duurzame hoogwaterbescherming'. Dat bestond uit een bundel maatregelen die vanaf dat moment consequent uitgevoerd worden. In Nederland werd het Deltaplan Grote Rivieren - met name gericht op dijkverhogingen -

versneld uitgevoerd. De beleidslijn 'Ruimte voor de Rivier' - ook sinds 1996 in Nederland van kracht - markeerde een omslag in het denken. Tegenwoordig bestuderen we niet alleen de rivier zelf, maar betrekken we daarbij het totale stroomgebied van de rivier. Zo komen we tot nieuwe inzichten en nieuwe oplossingen. We creëren ruimte voor de (natuurlijke) rivieren en we richten retentiegebieden in. En we ontdekken dat alles met alles samenhangt. Dus kijken we ook over landgrenzen heen. De Rijn houdt zich immers niet aan grenzen.

Zusammenarbeit

1997 unterzeichneten drei Parteien eine Gemeinsame Erklärung für die Zusammenarbeit im nachhaltigen Hochwasserschutz. Dabei handelte es sich um:

- Provinz Gelderland
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

Diese Zusammenarbeit ermöglicht es, Untersuchungen und Entwicklungen besser aufeinander abzustimmen. Dies zeigt sich unter

anderem in einem gemeinsamen Hochwasseraktionsprogramm, das die betroffenen Rheinanliegerstaaten nach dem Hochwasser im Jahr 1995 aufgestellt haben. Ziele: Senkung des Wasserstandes, Verminderung der Überflutungsgefahren, Verbesserung der Hochwasservorhersage und Vergrößerung des Hochwasserbewusstseins. Das wichtigste Organ, das diese Zusammenarbeit fördert und bündelt, ist die deutsch-niederländische Arbeitsgruppe Hochwasser. Für alle betroffenen Parteien ist es wichtig, mehr darüber zu erfahren, wie das Gesamtsystem deutscher Niederrhein/niederländische Rheinzweige funktioniert. In Nordrhein-Westfalen werden Deiche saniert, andere Deiche rückverlegt und Rückhalteräume angelegt. In den Niederlanden werden Gewässerausbaumaßnahmen geplant und durchgeführt.

Konzept für einen nachhaltigen Hochwasserschutz

Samenwerken

In 1997 ondertekenden drie partijen een Gemeenschappelijke Verklaring over Samenwerking op het gebied van duurzame Bescherming tegen Hoogwater. Dat waren:

- Provincie Gelderland
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

In deze samenwerking is het mogelijk onderzoek en ontwikkelingen in beide landen samen te brengen en op elkaar af te stemmen. Dit komt onder andere tot uitdrukking in een gezamenlijk Hoogwateractie-

programma dat de gezamenlijke Rijnsoeverstaten na het hoogwater van 1995 hebben opgesteld. Doelstellingen: verlaging van de waterstand, verlaging van de overstromingsrisico's, verbeteren van de hoogwatervoorspelling en vergroten van het hoogwaterbewustzijn.

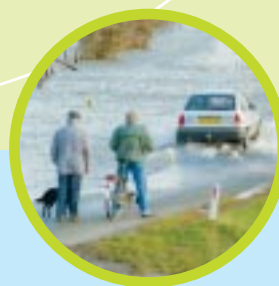
Het belangrijkste orgaan dat deze samenwerking stimuleert en bundelt, is de Duits-Nederlandse Werkgroep Hoogwater. Voor elk van de betrokken partijen is het belangrijk om meer te weten over het functioneren van het totale waterafvoersysteem van de Rijn. In Nordrhein-Westfalen worden dijken verstevigd, andere dijken landinwaarts verplaatst en retentiegebieden ingericht. In Nederland worden rivierverruimende maatregelen gepland en uitgevoerd.



Die Initiative

Ende 2001 hat die Arbeitsgruppe die Initiative für die großangelegte Studie "Grenzüberschreitende Auswirkungen von extremem Hochwasser am Niederrhein" ergriffen, um das Gesamtsystem deutscher Niederrhein/ niederländische Rheinzweige besser zu verstehen. Dieses Projekt zielt darauf ab, die nötigen Erkenntnisse zum weiteren Vorgehen

im grenzüberschreitenden Hochwasserschutz zu gewinnen. Die Studie wurde von dem Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA), der Provinz Gelderland, dem Landesumweltamt (LUA) in Düsseldorf und der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) in Koblenz ausgeführt.



Het initiatief

Om meer te leren begrijpen van het totale systeem van de Duitse Niederrhein en de Nederlandse Rijntakken heeft de Werkgroep eind 2001 het initiatief genomen tot het onderzoek: Grensoverschrijdende effecten van extreem hoogwater op de Niederrhein. Dit grootschalige project moet meer kennis opleveren voor onderbouwing van

grensoverschrijdende hoogwaterbescherming. Het onderzoek is uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) in Arnhem, Provincie Gelderland in Arnhem, het Landesumweltamt (LUA) in Düsseldorf en de Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) in Koblenz.



Ziel der Studie war die Beantwortung der folgenden Fragen:

1. Wie viel Abfluss kann unter extremen Bedingungen aus dem Einzugsgebiet des Rheins erwartet werden?
2. Wie viel Abfluss kann zwischen den Deichen am Niederrhein und in den Rheinseitenarmen abgeführt werden? Welche Deichbereiche werden überströmt und wie wirkt sich das auf die Hochwasserwellen aus?
3. Was geschieht, wenn der Abfluss nicht zwischen den Deichen abgeführt werden kann? Welche Gebiete hinter den Deichen werden überflutet? Sind grenzüberschreitende Überflutungen möglich?
4. Welche Auswirkungen haben die laufenden, geplanten und die darüber hinausgehenden Hochwasser reduzierenden Maßnahmen?
5. Was sind die Auswirkungen der Klimaänderung?

Bei der Untersuchung dieser Fragen wurde der Zustand im Jahr 2020 berücksichtigt. Dann sind in Nordrhein-Westfalen alle Deichsanierungen

und Hochwasser reduzierenden Maßnahmen nach dem Konzept für einen nachhaltigen Hochwasserschutz umgesetzt und ist in den Niederlanden das Programm Raum für den Fluss durchgeführt. Weiterhin wurde dieser angestrebte Zustand mit dem heutigen Zustand verglichen.



Het onderzoek zocht antwoord op de volgende vragen:

1. Hoeveel water kunnen we in extreme omstandigheden uit het stroomgebied van de Rijn verwachten?
2. Hoeveel water kan er tussen de dijken worden afgevoerd? Hoe verlopen hoogwatergolven en wat is het effect van dijkoverstromingen op de hoogwatergolven?
3. Wat gebeurt er wanneer de dijken overstromen? Waar gebeurt dat het eerst? Zijn grensoverschrijdende overstromingen mogelijk?
4. Wat zijn de effecten van - bestaande, geplande én mogelijke nieuwe - maatregelen voor het verlagen van de waterstand?
5. Wat zijn de effecten van klimaatverandering?

Het onderzoek is uitgegaan van de situatie in 2020. Dan zijn in Nordrhein-Westfalen alle dijkverbeteringen en hoogwaterbeschermende

maatregelen doorgevoerd volgens het 'concept voor een duurzame hoogwaterbescherming' en in Nederland de planologische kernbeslissing (PKB) Ruimte voor de Rivier. De situatie van dat moment is tevens vergeleken met de huidige situatie.

Das Rheineinzugsgebiet...

Vom Gotthard bis zur Nordsee

Wenn man sich ein Bild von der Entstehung und dem Verlauf der Hochwasserwellen machen will, muss man sich einen Einblick in das Funktionieren des gesamten Rheineinzugsgebiets verschaffen, das 185.000 km² umfasst. Der Rhein mit einer Länge von 1.320 km hat viele Gesichter. In der Schweiz ist er als Alpenrhein ein reißender Bergfluss. Hinter Basel geht es gemächlicher zu. Der Oberrhein, wie er ab diesem Punkt heißt, hat sich im Laufe mehrerer Jahrhunderte einen natürlichen Weg durch die Landschaft gebahnt. Auf diese Weise entstanden zahlreiche Verzweigungen und Krümmungen und entwickelten sich an den Ufern reiche Naturgebiete. In den letzten Jahrhunderten wurde der Fluss

begradigt, wurden Krümmungen abgeschnitten und Deiche gebaut. Zwischen Basel und Iffezheim wurden Stauwehre für die Elektrizitätserzeugung und die Schifffahrt angelegt. Ab Bingen muss sich der Rhein durch ein schmales Tal zwingen, vorbei am Taunusgebirge und an der Eifel. Dort zeigt der Rhein, der jetzt Mittelrhein heißt, ein vollkommen anderes Gesicht.

Der Rhein mit einer Länge von 1320 km hat viele Gesichter



Het stroomgebied van de Rijn...

Van Gotthard tot Noordzee

Om inzicht te krijgen in het ontstaan en het verloop van hoogwater golven is inzicht nodig in de werking van het totale stroomgebied - 185.000 km²! - van de Rijn. De Rijn is 1320 km lang en kent vele gezichten. In Zwitserland - als Alpenrhein - is het een bruisende bergrivier. Na Basel wordt de rivier rustiger. Vanaf hier heet hij Oberrhein en heeft hij eeuwen de tijd gehad om zich op natuurlijke wijze door het landschap te kronkelen. Zo ontstonden vele vertakkingen

en bochten en langs de oevers heeft zich een rijke natuur ontwikkeld. In de laatste eeuwen werd de rivier gereguleerd door bochten af te snijden en dijken aan te leggen. Tussen Basel en Iffezheim werden stuwen geplaatst voor elektriciteitsopwekking en de scheepvaart. Vanaf Bingen moet de Rijn zich persen door een smal diep dal langs het Taunusgebergte en de Eifel. Daar laat de Rijn - nu als Mittelrhein - een heel ander gezicht zien.

De Rijn is 1320 kilometer lang en kent vele gezichten

Kurz hinter Andernach erreicht der Rhein Nordrhein-Westfalen. Ab Bonn wird das Einzugsgebiet wieder flach. Hier fließt der Rhein als Niederrhein wieder langsamer. Früher hatte der Niederrhein genügend Platz, um seinen Weg breitflächig in die Niederlande fortzusetzen. Heute ist auch er begradigt und reguliert. Bei Lobith, wo der Rhein die Niederlande erreicht, verzweigt sich der Fluss in Nederrijn-Lek, IJssel und

Waal und setzt seinen Weg zur Nordsee fort. Von Natur aus hat die Waal den größten Abfluss. Die Waal ist breit, hat keine Staustufen und kann ungehindert abfließen.

Bei Lobith fließt der Rhein in die Niederlande



Bij Lobith komt de Rijn Nederland binnen

Vlak na Andernach bereikt de Rijn Nordrhein-Westfalen. Na Bonn wordt het stroomgebied weer vlak. Hier stroomt de Rijn als Niederrhein langzamer. Vroeger had de Niederrhein de ruimte om breeduit haar weg te vervolgen naar Nederland. Tegenwoordig is de rivier meer gereguleerd. Bij Lobith komt de Rijn Nederland binnen. Zij splitst zich in Nederrijn-Lek, IJssel en Waal en vervolgt haar weg naar zee. Van nature neemt de Waal de grootste afvoer voor haar rekening. De Waal is breed, heeft geen stuwen en stroomt vrij af.

Ein Komplex von Faktoren

Der Rhein ist ein kombinierter Schmelzwasser-Regenwasser-Fluss. Im Sommer verdunstet ein Großteil des Regenwassers aus dem Einzugsgebiet, bevor es den Fluss erreicht. In diesen Monaten führt der Rhein vor allem Schmelzwasser aus der Schweiz ab. Im Winter verhält es sich anders. Der Schnee, der dann in der Schweiz fällt, bleibt einige Monate liegen. In dieser Jahreszeit führt der Rhein vor allem Regenwasser aus den deutschen Nebenflüssen ab. Daher ist der Abfluss in Nordrhein-Westfalen und in Gelderland im Winter am größten.

Wann, wo und in welchem Umfang Hochwasser auftritt, hängt von der Situation ab. Es handelt sich immer um einen Komplex von Faktoren. Jede Hochwasserwelle ist anders. Verschiedene Fragen spielen hier eine Rolle. Wo und wann regnet es? Treten die Abflussscheitel in den Nebenflüssen gleichzeitig auf oder nicht? Aber auch die Ereignisse des zurückliegenden Zeitraums spielen eine Rolle. Ist der Boden bereits wassergesättigt, oder tiefgefroren? Oder war es vielleicht sehr heiß? Ist geschmolzener Schnee in das Flusssystem gelangt? Jede Situation ist



Een complex van factoren

De Rijn is een gecombineerde smeltwater-regenrivier. In de zomer verdampt het regenwater uit het stroomgebied voor een groot deel voor het de rivier bereikt. In die maanden voert de Rijn vooral smeltwater af vanuit Zwitserland. In de winter is dat anders. De sneeuw die dan in Zwitserland valt, blijft enkele maanden liggen. In die periode voert de Rijn vooral regenwater af van de Duitse zijrivieren. Daarom is de afvoer in Nordrhein-Westfalen en Gelderland in de winter het grootst.

Wanneer, waar en van welke omvang hoogwatergolven optreden, is per situatie verschillend. Het gaat altijd om een complex van factoren. Elke hoogwatergolf is anders. Diverse vragen spelen daarbij een belangrijke rol. Waar en wanneer valt er regen? Vallen de pieken op de zijrivieren samen of niet? Ook de voorafgaande periode speelt een rol. Is de ondergrond al verzadigd? Of bevroren? Of zijn er juist hoge temperaturen geweest, waardoor gesmolten sneeuw afstroomt? Elke situatie is



wieder anders. In den Jahren 1993 und 1995 gab es in der Schweiz und in Süddeutschland keine Probleme, wohingegen die Wasserstände in Nordrhein-Westfalen und den Niederlanden sehr hoch waren. 1999 verhielt es sich umgekehrt. Für die Dauer von zwei Monaten war der Pegel des Bodensees sehr hoch. Am Niederrhein und den niederländischen Rheinzweigen gab es hingegen keine Probleme.



verschillend. In 1993 en 1995 waren er in Zwitserland en Zuid-Duitsland geen problemen, terwijl men in Nordrhein-Westfalen en Nederland met zeer hoge waterstanden te kampen had. In 1999 was het omgekeerde het geval. Gedurende twee maanden was het waterniveau van de Bodensee zeer hoog en waren er geen problemen in het gebied van de Niederrhein en de Nederlandse Rijntakken.



Zwei Begriffe...

Bemessungsabfluss

Zur Bestimmung der Höhe eines Deiches wird zuerst der Bemessungsabfluss festgelegt. Das ist die Wassermenge pro Sekunde, die laut statistischen Berechnungen eine bestimmte Auftretenswahrscheinlichkeit hat. Nicht überall am Rhein geht man von der gleichen Auftretenswahrscheinlichkeit bzw. dem gleichen Schutzniveau aus. Am Oberrhein schwankt das Schutzniveau von einmal in 1000 Jahren bis einmal in 110 Jahren. Am Niederrhein geht man von einer Wahrscheinlichkeit aus, die zwischen einmal in 200 bis einmal in 500 Jahren liegt, in den Niederlanden von einmal in 1250 Jahren. Diese Schutzniveaus entsprechen Bemessungsabflüssen von $5.500 \text{ m}^3/\text{s}$ bis $7.300 \text{ m}^3/\text{s}$ am Oberrhein, $12.900 \text{ m}^3/\text{s}$ bis $14.800 \text{ m}^3/\text{s}$ am Niederrhein und $16.000 \text{ m}^3/\text{s}$ in den Niederlanden. Der Fluss muss diese Abflussmenge ohne Überflutungen bewältigen können.



Twee begrippen...

Maatgevende afvoer

Om de hoogte van bijvoorbeeld een dijk te bepalen, wordt eerst de maatgevende afvoer bepaald. Dat is de hoeveelheid water per seconde die volgens statistische berekeningen een bepaalde kans van optreden heeft. Als kans - oftewel beschermingsniveau - wordt langs de Rijn niet overal hetzelfde getal aangehouden. Langs de Oberrhein varieert het beschermingsniveau van eens per 1000 jaar tot één keer per 110 jaar. Langs de Niederrhein gaat men uit van een kans van eenmaal in de 200 tot 500 jaren. In Nederland eenmaal in de 1250 jaren. Deze beschermingsniveaus komen overeen met maatgevende afvoeren van $5.500 \text{ m}^3/\text{s}$ tot $7.300 \text{ m}^3/\text{s}$ op de Oberrhein; $12.900 \text{ m}^3/\text{s}$ tot $14.800 \text{ m}^3/\text{s}$ op de Niederrhein en $16.000 \text{ m}^3/\text{s}$ in Nederland. Die hoeveelheid zou de rivier moeten kunnen verwerken zonder te overstromen.

Wie viel Wasser wird tatsächlich abgeführt?

Tatsächlicher Abfluss

In der Praxis werden die Deiche noch etwas höher gebaut, um auch einen extra hohen Wasserstand – beispielsweise infolge von Windaufstau oder einer unvorhergesehenen Behinderung im Fluss – zu bewältigen. Die tatsächliche Abflusskapazität eines Flusses liegt daher in der Regel höher als der Bemessungsabfluss. In den Niederlanden und in Nordrhein-Westfalen sind trotz verschiedener Bemessungsabflüsse die Deiche an der Grenze gleich hoch. In dieser Studie wurde erstmals untersucht, wie viel Wasser tatsächlich zwischen den Deichen in Nordrhein-Westfalen abgeführt werden kann.



Daadwerkelijke afvoer

In de praktijk worden de dijken nog iets hoger gebouwd, om ook een extra hoge waterstand – bijvoorbeeld als gevolg van windopstuwung of een onvoorzien obstakel in de rivier – te kunnen keren.

De daadwerkelijke afvoercapaciteit van een rivier is daarom meestal hoger dan de maatgevende afvoer. In Nederland en in Nordrhein-Westfalen zijn de dijken aan de grens ondanks verschillende maatgevende afvoeren even hoog. In dit onderzoek is voor het eerst onderzocht hoeveel water daadwerkelijk tussen de dijken van Nordrhein-Westfalen afgevoerd kan worden.



Hoeveel water wordt daadwerkelijk afgevoerd?

Die Studie: die Methode...

Berechnungen und Modelle

Im Rahmen der Studie wurden mit Hilfe statistischer Methoden extreme Niederschläge im gesamten Rheineinzugsgebiet ermittelt. Anschließend wurde der Abfluss aus diesen Niederschlägen an verschiedenen Stellen am Rhein berechnet. Auf diese Weise konnte man sich ein Bild von der Wassermenge machen, die niederschlagsbedingt nach Andernach gelangen kann. Dabei wurden Deichüberströmungen sowie Rückhaltemaßnahmen am Oberrhein berücksichtigt. Mit dieser realistisch simulierten Hochwasserwelle wurden für den Niederrhein

Überflutungsberechnungen durchgeführt. Diese Vorgehensweise erlaubt Aussagen über den Ort, die Menge und die Dauer möglicher Überflutungen in Nordrhein-Westfalen und in Gelderland sowie über das Verhalten von Überströmungen im Deichhinterland. Der Verlauf dieser simulierten Welle wurde über die gesamte Strecke verfolgt. Auch wurde festgestellt, wie sich die Hochwasserwelle im Laufe der Zeit verhält und wie sich Überströmungen und Hochwasser reduzierende Maßnahmen in Nordrhein-Westfalen und in Gelderland auf die Welle auswirken.

Het onderzoek: de methode...

Berekeningen en modellen

In het onderzoek is met behulp van statistische methoden extremen van neerslag berekend in het hele Rijnstroomgebied. Vervolgens is de afvoer van die neerslag berekend bij verschillende punten langs de Rijn. Zo ontstond inzicht in de hoeveelheid water die als gevolg van neerslag bij Andernach kan aankomen. Daarbij is rekening gehouden met overstromingen en hoogwaterreducerende maatregelen aan de Oberrhein.



Met een realistisch gesimuleerde hoogwatergolf zijn overstromingsberekeningen uitgevoerd. Daarmee is inzicht verkregen in plaats, tijdstip en duur van mogelijke overstromingen in Nordrhein-Westfalen en Gelderland. En ook hoe binnendijkse overstromingen zich gedragen. Het verloop van deze gesimuleerde golf in de rivier is voor het hele traject gevolgd. Ook is vastgesteld hoe zo'n hoogwatergolf zich in de

Wie bereits erläutert, ist jede Hochwasserwelle unterschiedlich. Die simulierte Hochwasserwelle aus der Studie könnte tatsächlich auftreten. Dieses Erkenntnis beruht auf den Niederschlagsangaben. Bei den Berechnungen wurde berücksichtigt, was mit dieser Welle geschieht, bevor sie Andernach erreicht. Wir wissen nicht, ob dies die höchste Welle ist, die Andernach jemals erreichen kann. Veränderungen im

Einzugsgebiet sowie höhere Niederschläge zum Beispiel infolge von Klimaänderungen oder Änderungen im Deichsystem am Oberrhein, können zu noch höheren Abflüssen bei Andernach führen. Deswegen wurde im Rahmen der Studie eine weitere Berechnung mit einer noch höheren theoretischen Welle durchgeführt.



tijd gedraagt en hoe de golf beïnvloedt wordt door overstromingen en hoogwaterreducerende maatregelen in Nordrhein-Westfalen en Gelderland.

Zoals al beschreven, is elke hoogwatergolf verschillend. De gesimuleerde hoogwatergolf uit het onderzoek zou zich werkelijk kunnen voortdoen. Dat weten we op basis van de neerslaggegevens. In de berekeningen is meegeteld wat er met die golf gebeurt voordat hij Andernach bereikt.

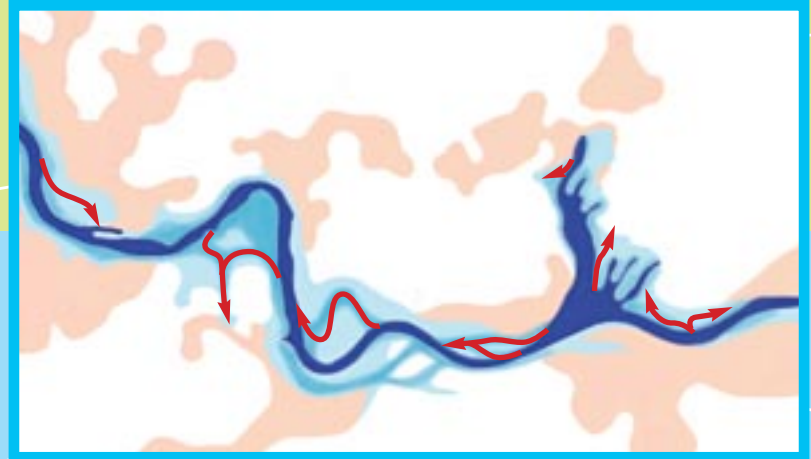
We weten niet of dit de maximale golf is die Andernach ooit kan bereiken. Veranderingen in het stroomgebied, zoals meer neerslag – bijvoorbeeld als gevolg van klimaatverandering – of veranderingen in het dijksysteem aan de Oberrhein kunnen tot nog hogere golven bij Andernach leiden. Daarom is in het onderzoek ook een berekening uitgevoerd met een nog hogere, theoretische golf.

Die Studie: die Ergebnisse...

Wie funktioniert das System?

Bis vor kurzem konzentrierte man sich beim Hochwasserschutz vor allem auf die Gestaltung von Deichen entsprechend dem jeweils festgesetzten Bemessungshochwasser. Über das Verhalten des Flusssystems bei Abflüssen, die das Bemessungshochwasser überschreiten, war jedoch nur wenig bekannt. Deswegen hat man sich in diesem Projekt auf diese extremen Bedingungen und auf das System als Ganzes konzentriert. Überflutungen vor allem im südlichen Bereich des Niederrheins verursachen beispielsweise eine deutliche Dämpfung einer abfließenden

Extremhochwasserwelle. Würden die Deiche in diesem Gebiet erhöht, hätte dies Auswirkungen auf die Hochwasserwelle und damit unmittelbare Konsequenzen für die Unterlieger. Dieses Beispiel zeigt, dass alles mit allem zusammenhängt. Erkenntnisse darüber, wie das Flusssystem funktioniert, helfen, die richtigen Entscheidungen über Schutzmaßnahmen oder Katastrophenschutzplanungen zu treffen. Sie bieten außerdem eine bessere Grundlage für weitere Hochwasser reduzierende Maßnahmen.



Het onderzoek: de resultaten...

Systeemwerking

Tot voor kort was hoogwaterbescherming vooral gericht op het verhogen en versterken van dijken. Er is veel kennis ontwikkeld op het gebied van 'maatgevende afvoeren'. Minder is bekend van het gedrag van het rivierensysteem bij extremere afvoeren. Daarom heeft dit project zich gericht op die extreme omstandigheden en op het systeem in zijn geheel. Als bijvoorbeeld gebieden in het zuidelijk deel van de Nederrijn overstroomd, veroorzaakt dit een duidelijke afvlakking van de hoogwatergolf.

Wanneer in dit gebied de dijken worden verhoogd, blijft de hoogwatergolf hoger, inclusief alle consequenties voor het gebied benedenstrooms. Zo hangt alles met alles samen. Kennis van deze systeemwerking draagt bij aan de verbetering van voorlichting en rampenbestrijding. Meer kennis biedt bovendien een betere onderbouwing voor verdere hoogwaterreducerende maatregelen.

Extreme Abflüsse

Nach den Untersuchungsergebnissen können in einem bestimmten Zeitraum im Rheineinzugsgebiet so extreme Niederschlagssituationen auftreten, dass ohne Berücksichtigung von Deichüberströmen an Ober- und Niederrhein der Scheitelwert am Pegel Andernach $17.800 \text{ m}^3/\text{s}$ und am Pegel Lobith $18.700 \text{ m}^3/\text{s}$ betragen könnte. Wird das bei solchen Abflüssen nicht zu verhindernde Deichüberströmen berücksichtigt, beträgt der Scheitelwert am Pegel Andernach nur noch etwa $15.300 \text{ m}^3/\text{s}$ und am Pegel Lobith etwa $15.500 \text{ m}^3/\text{s}$.



Extreme afvoeren

Volgens de berekeningen van het onderzoek kan in een bepaalde periode in het Rijnstroomgebied zoveel regen vallen dat – zonder rekening te houden met de dijkoverstromingen die dan op de Ober- en Niederrhein optreden – de Rijn bij Andernach een piekafvoer te verwachten zou kunnen krijgen van $17.800 \text{ m}^3/\text{s}$ en bij Lobith $18.700 \text{ m}^3/\text{s}$. Wanneer de overstromingen op de Ober- en Niederrhein meegerekend worden, is bij Andernach nog een hoogste piek te verwachten van ongeveer $15.300 \text{ m}^3/\text{s}$ en bij Lobith een piek tot zo'n $15.500 \text{ m}^3/\text{s}$.



In einem Abflussbereich zwischen 11.000 bis 16.000 m³/s kommt es am Niederrhein zu großräumigen Überflutungen. Zuerst betroffen ist der Großraum Köln/Bonn bis ca. Düsseldorf/Dormagen. Mit zunehmender Höhe der Hochwasserscheitel kommt es auch im mittleren Teil bis etwa zur Einmündung der Ruhr zu Überflutungen. Am nördlichen Niederrhein, etwa ab der Einmündung der Ruhr bis über die Grenze in die Niederlande, kommt es nicht zu Überflutungen. Lediglich in Emmerich muss noch bis zum Abschluss der Sanierungsmaßnahmen an der dortigen Hochwassermauer mit einer grenzüberschreitenden Überflutungsgefahr ab einem Abfluss über 14.000 m³/s gerechnet werden. Bei den Überflutungen finden hinter den Deichen rheinparallele Strömungen statt. Dadurch können auch Gebiete überflutet werden, die eigentlich durch Hochwasserschutzanlagen mit einem höheren Schutzniveau geschützt sind. Ein Teil dieses Wassers hinter den Deichen fließt wieder in den Rhein zurück.



Bij een afvoer van 11.000 tot 16.000 m³/s ontstaan op de Niederrhein grootschalige overstromingen. De zuidelijke Niederrhein (van Keulen/Bonn tot Düsseldorf/Dormagen) overstroomt als eerste. Bij hoge afvoertoppen overstroomt ook het middelste gedeelte (Düsseldorf/Dormagen tot de monding van de Ruhr). Verder benedenstrooms komen er in dat geval geen overstromingen meer voor. Alleen in Emmerich kunnen – zolang de verbetering van de keermuur nog niet is afgerond – grensoverschrijdende overstromingen plaatsvinden bij een afvoer boven de 14.000 m³/s. Bij overstromingen ontstaan er binnendijs stromingen, parallel aan de Rijn. Daardoor kunnen 'achterlangs' gebieden overstroomd die eigenlijk tot een hoger niveau beschermd zijn. Een deel van dit binnendijkse water stroomt weer terug in de Rijn.

Höchste Wassertiefe bei Überflutung

de hoogwatergolf op de rivier lager. Dat effect is zelfs groter dan het resultaat van alle hoogwaterverlagende maatregelen. Achter de dijken kan het water namelijk over grote oppervlaktes uitstromen. Ook de vorm van de hoogwatergolf verandert na overstromingen. Hij wordt met een halve dag verlengd.



In Nordrhein-Westfalen worden de dijken op bepaalde plaatsen versterkt. Door deze dijkverbeteringen wordt plaatselijk het gewenste beschermingsniveau bereikt. Toch zullen de gebieden in het zuidelijke en middelste deel van de Niederrhein bij extreme hoogwaters ook dan - hoewel een beetje later - overstromen. Door de overstromingen wordt

Es wird wärmer

Wissenschaftler aus der ganzen Welt gehen davon aus, dass sich die Erdatmosphäre weiter erwärmen wird. Je nach CO₂-Emissions-Szenario kann sich die Temperatur im Laufe der nächsten 100 Jahre um 1,4 bis 5,8°C erhöhen.

Prognosen über die Folgen der Klimaänderung für Hochwasserwellen, insbesondere für Extremsituationen, sind sehr schwierig. In der Studie wurden diesbezüglich nur qualitative Aussagen gemacht. Bei höheren Temperaturen kann die Luft mehr Feuchtigkeit aufnehmen und erhöht sich somit die Wahrscheinlichkeit extremer Niederschläge. Außerdem

wird es bei höheren Temperaturen in den höher gelegenen Gebieten des Rheineinzugsgebiets häufiger regnen als schneien. Das bedeutet, dass mit einer zunehmenden Häufigkeit von langandauernden niederschlagsreichen Perioden und somit mit einer Zunahme der Häufigkeit von extremen Hochwasserereignissen gerechnet werden muss. Eine Abflusszunahme wird vor allem in den Wintermonaten auftreten. Im Sommer kann der Abfluss sogar abnehmen, da die höheren Temperaturen für verminderte Niederschläge und erhöhte Verdunstung sorgen.



Het wordt warmer

Over de hele wereld zijn wetenschappers het erover eens dat we rekening moeten houden met een verdergaande opwarming van de atmosfeer op aarde. Afhankelijk van verschillende scenario's voor de uitstoot van CO₂ kan de temperatuur de komende 100 jaar tussen 1,4 en 5,8 graden Celsius stijgen. Het is erg lastig om voorspellingen te doen over de gevolgen van klimaatverandering voor hoogwatergolven, met name voor extreme situaties. In het onderzoek zijn daarover alleen kwalitatieve uitspraken gedaan. Bij hogere temperaturen kan de lucht

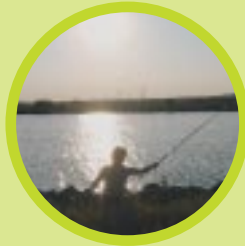
meer vocht opnemen en neemt de kans op extreme neerslag dus toe. Bovendien zal het bij hogere temperaturen in de hooggelegen gebieden van het Rijnstroomgebied vaker gaan regenen dan sneeuwen. Kortom: lang aanhoudende neerslag zal vaker voorkomen. En dus wordt de kans op extreem hoogwater groter. Vooral in de winter zal er een toename zijn van de afvoer van de Rijn. In de zomer kan de afvoer zelfs afnemen, omdat de hogere temperatuur dan zorgt voor minder neerslag en meer verdamping.

Noch höhere Abflüsse aus dem Einzugsgebiet sind somit nicht undenkbar. Zur Einschätzung der sich daraus ergebenden Folgen wurden Berechnungen mit einer Hochwasserwelle durchgeführt, deren Scheitelwert bei $17.800 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Andernach lag. In diesem Fall treten Überflutungen an denselben Stellen und in derselben Reihenfolge auf. Infolge dieser Überflutungen am Niederrhein beträgt der Scheitelwert beim Pegel Lobith $16.500 \text{ m}^3/\text{s}$.



Nog hogere afvoeren uit het stroomgebied zijn dus niet onmogelijk. Om een inschatting te maken van de gevolgen daarvan, zijn berekeningen uitgevoerd met een afvoergolf bij Andernach van $17.800 \text{ m}^3/\text{s}$. Overstromingen komen dan voor op dezelfde plaatsen en in dezelfde volgorde. Door die overstromingen langs de Niederrhein is de piekafvoer van zo'n golf bij Lobith $16.500 \text{ m}^3/\text{s}$.

Die Studie: Maßnahmen...



Was wirkt?

Durch die Beseitigung von Engpässen und die Rückverlegung von Deichen wird der durchströmte Querschnitt und somit die Abflusskapazität vergrößert. Diese Maßnahmen wirken sich vor allem lokal und nach oberstrom aus. Unmittelbar unterhalb kann es infolge eines Aufstaus im Übergang zur vorhandenen Deichlinie sogar zu geringen Wasserstandserhöhungen kommen. Steuerbare Rückhalteräume sind Maßnahmen zur Senkung von extremen Hochwasserabflüssen im Rhein. Die vorübergehende Wasserrückhaltung in Rückhalträumen wirkt sich abflusssenkend aus. Diese Maßnahme hat vorwiegend stromabwärts positive Effekte.

Het onderzoek: de maatregelen...



Wat werkt?

Door obstakels te verwijderen en door dijken terug te leggen, wordt de afvoercapaciteit van de rivier groter. Zulke maatregelen hebben lokaal en bovenstrooms een positieve invloed. Vaak worden de waterstanden direct benedenstrooms juist iets hoger. Dat komt door opstuwing van het water bij de overgang naar de bestaande dijk. Retentie is een maatregel om een extreme hoogwatergolf op de Rijn te verlagen. Door het water tijdelijk op te bergen in retentiegebieden, vermindert de afvoer. Retentie heeft vooral in benedenstroomse richting positieve effecten.



In Deutschland

Für Rückhalteräume und Deichrückverlegungen benötigt man viel Platz. Das enge Tal, durch das der Mittelrhein fließt, ist beispielsweise nicht für derartige Maßnahmen geeignet. Am Oberrhein werden – neben weiteren Maßnahmen – bereits seit einigen Jahren Rückhalteräume eingesetzt. Auch in Nordrhein-Westfalen sind an 4 Standorten gesteuerte Rückhalteräume vorgesehen: Köln-Langel (6 Mio. m³/500 ha), Worringer Bruch (29 Mio. m³/600 ha), Ilvericher Bruch (15 Mio. m³/400 ha) und Bylerward (20 – 30 Mio. m³/500 – 700 ha). Die Rückhalteräume, die den Niederlanden am nächsten liegen, wirken sich am stärksten auf den Wasserstand des Rheins beim Eintreffen in den Niederlanden aus. Bei Niederkassel (0,2 Mio. m³/10 ha), im Monheimer Rheinbogen (8 Mio. m³/200 ha), auf der Bislicher Insel (50 Mio. m³/1.100 ha) und bei Orsoy (10 Mio. m³/220 ha) wurden die Deiche rückverlegt. Für Itter-Himmelgeist (2 Mio. m³/60 ha), Mündelheimer Rheinbogen (5 Mio. m³/100 ha) und Lohrwardt (15 Mio. m³/275 ha) sind großflächige Deichrückverlegungen in Planung. Mit diesen Maßnahmen soll eine Senkung der Hochwasserstände am Pegel Lobith um mehr als 10 cm erreicht und das Eintreffen der Wellenscheitel um mehr als 12 Stunden verzögert werden.



In Duitsland

Retentiegebieden en dijkverleggingen vragen veel ruimte. Zo is het nauwe dal waar de Mittelrhein doorheen stroomt bijvoorbeeld ongeschikt voor retentie. Aan de Oberrhein worden – naast andere maatregelen – al sinds enkele jaren retentiegebieden ingezet. Ook in Nordrhein-Westfalen zijn vier locaties ingericht als retentiepolder: Keulen-Langel (6 miljoen m³/500 ha), Worringer Bruch (29 miljoen m³/600 ha), Ilvericher Bruch (15 miljoen m³/400 ha) en Bylerward (20 – 30 miljoen m³/500 – 700 ha).

De retentiegebieden die in de buurt van Nederland liggen, hebben een positief effect op de waterstand van de Rijn bij binnenkomst in Nederland. Bij Niederkassel (0,2 miljoen m³/10 ha), Monheim (8 miljoen m³/200 ha), Orsoy (10 miljoen m³/220 ha) en op de Bislicher Insel (50 miljoen m³/1.100 ha) zijn de dijken landinwaarts verlegd. Voor Itter-Himmelgeist (2 miljoen m³/60 ha), Mündelheimer Rheinbogen (5 miljoen m³/100 ha) en Lohrwardt (15 miljoen m³/275 ha) zijn groot-schalige dijkerugleggingen in voorbereiding. Met deze maatregelen moet een verlaging van de waterstand bij Lobith van meer dan 10 cm gerealiseerd worden. En de golf wordt meer dan 12 uren vertraagd.

In den Niederlanden

In den Niederlanden wurde der Bemessungsabfluss für den Rhein im Jahr 2001 von 15.000 m³/s auf 16.000 m³/s erhöht. Der Rhein muss also in einer Sekunde sechzehn Millionen Liter Wasser abführen können, ohne dass das Deichhinterland überflutet wird. Beabsichtigt ist, diese Zielsetzung ohne Deicherhöhungen zu verwirklichen. Man kann dem Fluss auf unterschiedliche Weise mehr Raum verschaffen: Entfernung von Engpässen im Hauptflussbett, Sommerbettvertiefungen, Buhnen- und Vorlandabsenkungen, Deichrückverlegungen, Bau von (Neben-) Rinnen und Einrichtung von Rückhalteräumen. Diese niederländischen

Maßnahmen werden den Wasserstand über die ganze Strecke absenken. Einige dieser Maßnahmen wurden schon durchgeführt, unter anderem die Vergrößerung des Durchlasses der Eisenbahnbrücke in Oosterbeek und die Deichrückverlegung Bakenhof in Arnhem. Weitere Maßnahmen befinden sich im Rahmen des Projekts Raum für den Fluss in der Planung. Im Jahr 2006 wird beschlossen, welche Maßnahmen die Niederlande bis 2015 durchführen werden, einschließlich der Maßnahmen im Rahmen des Katastrophenschutzes.



In Nederland

In Nederland is de maatgevende afvoer voor de Rijn in 2001 bijgesteld van 15.000 m³/s naar 16.000 m³/s. De Rijn moet per seconde dus zestien miljoen liter water kunnen afvoeren zonder dat het achterland overstroomt. Het is de bedoeling deze doelstelling te realiseren zonder de dijken te verhogen. Tal van maatregelen zijn mogelijk om de rivier meer ruimte te geven: obstakels en bebouwing in het winterbed verwijderen, het zomerbed verruimen, kribben en uiterwaarden verlagen, dijken landinwaarts verplaatsen, (neven)geulen aanleggen en retentiegebieden

inrichten. Deze maatregelen in Nederland zullen de waterstanden over het hele traject verlagen. Sommige maatregelen zijn al gerealiseerd, zoals het doorlaatbaar maken van de spoorbrug in Oosterbeek en de dijkeruglegging Bakenhof in Arnhem. Andere maatregelen zijn in voorbereiding in het project Ruimte voor de Rivier. In 2006 wordt besloten welke maatregelen Nederland tot 2015 zal uitvoeren. Inclusief maatregelen in het kader van de beheersing van rampen.

Synergie

Die Maßnahmen in Nordrhein-Westfalen und den Niederlanden können einander verstärken. Durch die Kombination der Wirkungen der geplanten Maßnahmen in den Niederlanden und in Nordrhein-Westfalen kann bei extremem Hochwasser eine Wasserstandsabsenkung im Grenzgebiet erreicht werden. Die Optimierung der Maßnahmen in Nordrhein-Westfalen kann sogar eine weitere Vergrößerung dieses Effekts bewirken.



Synergie

De maatregelen in Nordrhein-Westfalen en Nederland kunnen elkaar versterken. Het gecombineerde effect van de geplande maatregelen in Nederland en Nordrhein-Westfalen kan bij extreme hoogwaters een waterstandverlaging opleveren bij Bislich/Lohrwardt. Door de maatregelen in Nordrhein-Westfalen te optimaliseren, kan het effect aan de grens nog verder vergroot worden.

Empfehlungen...

Maßnahmen

Die Studie untermauert die Zielsetzungen, die Nordrhein-Westfalen im "Konzept für einen nachhaltigen Hochwasserschutz" und die Niederlande in dem Projekt "Raum für den Fluss" festgelegt haben. Die Arbeitsgruppe empfiehlt daher, den eingeschlagenen Weg fortzusetzen und die geplanten Maßnahmen durchzuführen. Zudem hat die Studie ergeben, dass diese Maßnahmen am wirkungsvollsten sind, wenn sie in

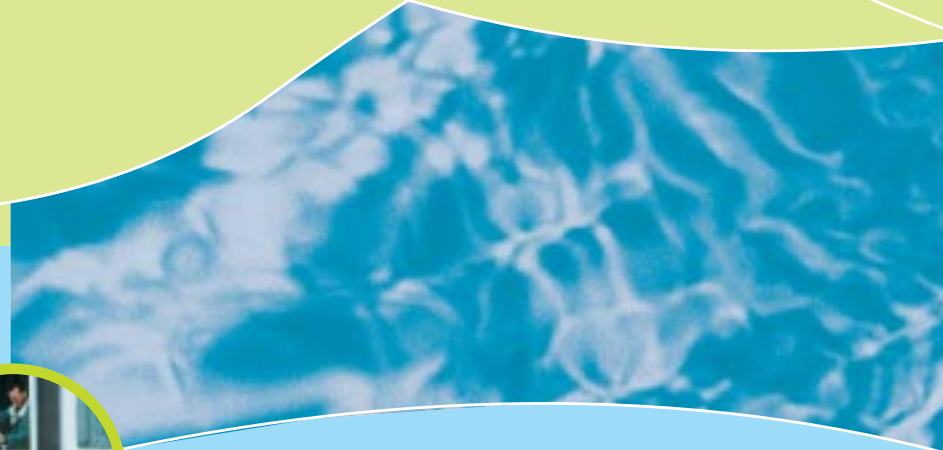
geeigneter Form kombiniert werden. Deshalb sollen die einzelnen Maßnahmen unter Berücksichtigung aller Aspekte international abgestimmt und in ihrer Wirkung optimiert werden. Die (weitere) Erhöhung von Deichen ist aus Sicht der Arbeitsgruppe kein geeignetes Mittel zur Verbesserung der Situation, nicht zuletzt, da Deicherhöhungen die Gefahr für die Unterlieger vergrößern können.

Aanbevelingen...

Maatregelen

Het onderzoek onderbouwt het beleid dat Nordrhein-Westfalen heeft vastgelegd in het concept voor een duurzame hoogwaterbescherming en Nederland in het project Ruimte voor de Rivier. De Werkgroep Hoogwater adviseert op basis van dit onderzoek dan ook dit beleid voort te zetten en de geplande maatregelen uit te voeren. Verder toont het onderzoek aan dat die maatregelen het meest doeltreffend zijn wanneer

ze op een geschikte manier worden gecombineerd. Daarom adviseert de werkgroep de verschillende maatregelen in onderling verband internationaal af te stemmen en te optimaliseren. Het (verder) verhogen van dijken vindt de werkgroep geen geschikt middel voor hoogwaterbescherming. Onder meer omdat dijkverhogingen benedenstrooms juist tot een grotere overstromingsdreiging kunnen leiden.



Untersuchung und Abstimmung

Bei extremem Hochwasser werden einige tiefer gelegene Stellen im System der Hochwasserschutzanlagen von Nordrhein-Westfalen früh überströmt. Die Arbeitsgruppe empfiehlt, diese Gebiete im Einzelnen zu ermitteln und zu analysieren. Die Auswirkungen potenzieller Klimaänderungen auf den Abfluss des Rheins müssen ebenfalls eingehender untersucht und quantifiziert werden. Schließlich weist die Arbeitsgruppe ausdrücklich auf den Zusammenhang aller Maßnahmen

hin. Damit die Wechselwirkungen von Maßnahmen eingehend geprüft werden können, ist ein hohes Maß an Abstimmung erforderlich. Nordrhein-Westfalen und die Niederlande beabsichtigen deshalb, die derzeitige Form der Zusammenarbeit fortzusetzen und weiterzuentwickeln.



Onderzoek en afstemming

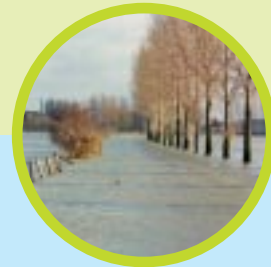
Bij extreem hoogwater overstroomden vroegtijdig enkele lage plekken in het systeem van hoogwaterbescherming van Nordrhein-Westfalen. De werkgroep adviseert deze plaatsen gedetailleerder in kaart te brengen en te analyseren. Ook de effecten van potentiële klimaatveranderingen op de afvoer van de Rijn moeten nader worden onderzocht en gekwan-

tificeerd. En tenslotte wijst de werkgroep nadrukkelijk op de samenhang van alle maatregelen. Om de onderlinge wisselwerking van maatregelen goed te kunnen bestuderen, is afstemming nodig. Nordrhein-Westfalen en Nederland zijn dan ook van plan de huidige vorm van samenwerking voort te zetten en verder te ontwikkelen.

Information und Aufklärung

Trotz der Hochwasserereignisse der Jahre 1993 und 1995 ist das Gefahrenbewusstsein in der Bevölkerung noch wenig ausgeprägt. Deswegen empfiehlt die Arbeitsgruppe, die Ergebnisse dieser Studie der breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen und intensive

Informations- und Aufklärungsarbeit zu leisten. Darüber hinaus sollte die Hochwasservorhersage in Nordrhein-Westfalen und den Niederlanden verbessert werden. Zu diesem Zweck können die Modelle und Methoden dieser Studie verwendet werden.



Informatie en voorlichting

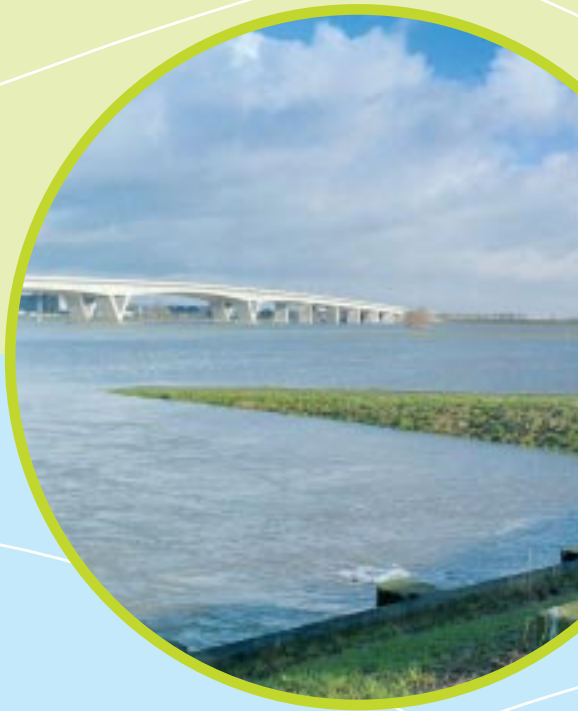
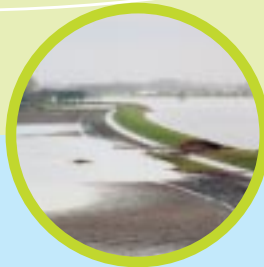
Ondanks de hoogwatersituaties in 1993 en 1995 is nog lang niet iedereen doordrongen van de dreiging van deze risico's. Daarom adviseert de werkgroep de resultaten van dit onderzoek breed te verspreiden en veel aandacht te besteden aan informatieverstrekking en voorlichting. Deze

brochure geeft hiervoor een eerste handreiking. Bovendien is het gewenst de hoogwatervoorstellingen in Nordrhein-Westfalen en Nederland te verbeteren. Daarvoor kunnen de modellen en methoden uit het onderzoek gebruikt worden.

Vorsorge

Hochwasserschutzmaßnahmen bieten niemals absolute Sicherheit. Deswegen empfiehlt die Arbeitsgruppe, für den Fall von Überflutungen und Deichbrüchen Vorsorgemaßnahmen zu ergreifen und Gefahrenabwehrpläne zu erstellen. Das Land Nordrhein-Westfalen empfiehlt Unternehmen in überschwemmungsgefährdeten Gebieten,

zusätzlich zum öffentlichen Grundschatz den Bedarf an individuellem Objektschutz zu prüfen. Auf diese Weise können große industrielle Investitionen geschützt und mögliche Umweltkatastrophen begrenzt werden.



Voorzorg

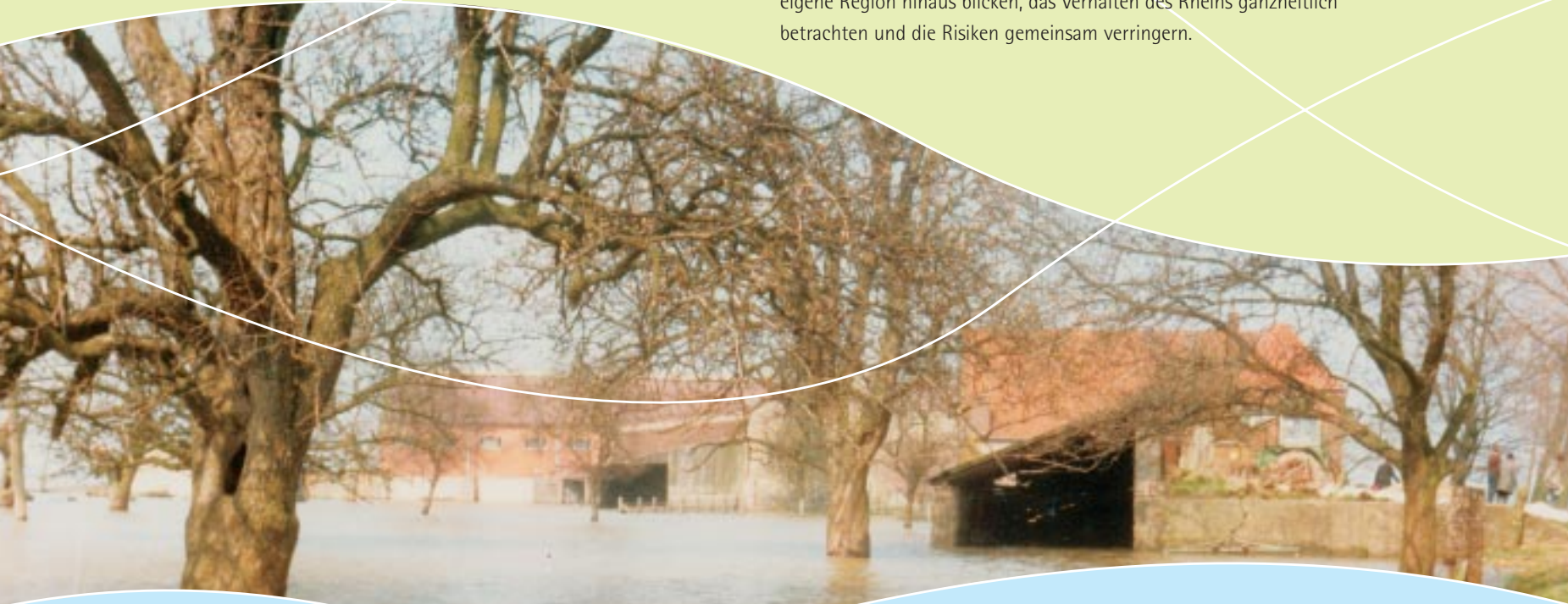
Maatregelen ter bescherming tegen hoogwater bieden nooit absolute zekerheid. Daarom adviseert de werkgroep voorzorgsmaatregelen te nemen en rampenbeheersingsplannen uit te werken voor de mogelijkheid van overstromingen en dijkdoorbraken. De deelstaat Nordrhein-Westfalen adviseert bedrijven in de gebieden die vatbaar zijn voor

overstromingen om te onderzoeken of er – naast de publiekrechtelijke bescherming – behoefte is aan individuele objectbescherming. Dit ter bescherming van grote industriële investeringen en voor de beperking van mogelijke milieurampen.

Weitere Untersuchungen sind erforderlich

Durch die Studie wurden die Erkenntnisse über das Gesamtsystem wesentlich erweitert, obwohl die Studie keine exakten Zahlen für die Wassermengen liefert, die in Nordrhein-Westfalen und in den Niederlanden zu erwarten sind. Veränderungen im Untersuchungsgebiet wie beispielsweise Klimaänderungen, Veränderungen des Abflussprofils,

Deichbau- und Deichsanierungsmaßnahmen oder Rückhaltemaßnahmen beeinflussen das Abflussverhalten im Rhein. Es ist darum notwendig, die Untersuchungen zu aktualisieren. Fest steht, dass in diesem Zusammenhang eine enge Zusammenarbeit zwischen Ober- und Unterlieger unerlässlich ist. Der Rhein kennt keine Grenzen. Deswegen müssen alle für den Hochwasserschutz Verantwortlichen über ihre eigene Region hinaus blicken, das Verhalten des Rheins ganzheitlich betrachten und die Risiken gemeinsam verringern.



Nieuw onderzoek is gewenst

Door de studie is onze kennis van het totale systeem belangrijk uitgebreid, hoewel het onderzoek geen exacte cijfers geeft voor de hoeveelheden water die in Nordrhein-Westfalen en Nederland verwacht mogen worden. Veranderingen in het onderzoeksgebied - klimaatveranderingen bijvoorbeeld, maar ook veranderingen in het afvoerprofiel, verbeteringen aan dijken en dijkerugleggingen - kunnen de afvoercapaciteit van de Rijn

aanzienlijk beïnvloeden. Nieuw onderzoek is dus voortdurend gewenst. Het is duidelijk dat samenwerking tussen bovenstroomse en benedenstroomse gebieden daarbij in de toekomst cruciaal is. De Rijn kent geen grenzen. Daarom moet iedereen die verantwoordelijkheid draagt voor hoogwaterbescherming verder kijken dan de eigen regio, het gedrag van de Rijn integraal bestuderen en de risico's gezamenlijk verminderen.

Diese Broschüre beschreibt in Kurzform den Hintergrund, den Aufbau und die Ergebnisse der Studie "Grenzüberschreitende Auswirkungen von extremem Hochwasser am Niederrhein". Interessenten können den vollständigen Abschlussbericht anfordern. Angaben zur Bestellung finden Sie im Impressum. Die Empfehlungen der Arbeitsgruppe sind ebenfalls als Sonderausgabe erhältlich.

Grenzüberschreitende Auswirkungen von extremem Hochwasser

Grensoverschrijdende effecten van extreem hoogwater

Deze brochure beschrijft in grote lijnen achtergrond, opzet en resultaten van het onderzoek 'Grensoverschrijdende effecten van extreem hoogwater op de Niederrhein'. Belangstellenden kunnen het volledige rapport opvragen. Voor bestellingen: zie het colofon. Ook de aanbevelingen van de werkgroep zijn te verkrijgen als afzonderlijk document.

Impressum

Diese Broschüre wird von der deutsch-niederländischen Arbeitsgruppe Hochwasser herausgegeben, die sich folgendermaßen zusammensetzt:

- Provincie Gelderland
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- Waterschap Rivierenland
- Vereniging Nederlandse Riviergemeenten
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
- Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
- Bezirksregierung Düsseldorf
- Staatliche Umweltämter Köln und Krefeld
- Arbeitskreis der Deichpflichtigen im Regierungsbezirk Düsseldorf

Diese Broschüre wurde mit der größtmöglichen Sorgfalt zusammengestellt. Sie begründet jedoch keine Rechtsansprüche.

Konzept, Text und Koordination

Alfacta Communicatie, Nijmegen

Gestaltung und Layout

Puntwee Marketingcommunicatie, Elst

Druck

Drukmotief, Apeldoorn

Fotografie

- StUA Krefeld
- Projectbureau Ruimte voor de Rivier
- Heymans Bau GmbH-Goch Dld
- Dick Brouwers Fotografie

Exemplare dieser Broschüre, des kompletten Abschlussberichts und der Empfehlungen der Arbeitsgruppe sind erhältlich bei:

Provincie Gelderland

ir. C.F.J.M. Veraa

E-Mail c.veraa@prv.gelderland.nl

Telefon +31 26 359 83 24

Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland

M. de Boer MSc.

E-Mail M.dBoer@don.rws.minvenw.nl

Telefon +31 26 368 84 36 / +31 6 512 015 75

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

Telefon +49 211 4566-0

Colofon

Dit is een uitgave van de Duits-Nederlandse Werkgroep Hoogwater, samengesteld uit:

- Provincie Gelderland
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- Waterschap Rivierenland
- Vereniging Nederlandse Riviergemeenten
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
- Landesumweltamt des Landes Nordrhein-Westfalen
- Bezirksregierung Düsseldorf
- Staatliche Umweltämter Köln und Krefeld
- Arbeitskreis der Deichpflichtigen in Regierungsbezirk Düsseldorf

Aan inhoud en uitvoering van deze brochure is de grootste zorg besteed. Toch kunnen aan deze publicatie geen rechten worden ontleend.

Concept, teksten en coördinatie

Alfacta Communicatie, Nijmegen

Vormgeving en layout

Puntwee Marketingcommunicatie, Elst (Gld)

Drukwerk

Drukmotief, Apeldoorn

Fotografie

- StUA Krefeld
- Projectbureau Ruimte voor de Rivier
- Heymans Bau GmbH-Goch Dld
- Dick Brouwers Fotografie

Exemplaren van deze brochure, van het volledige onderzoeksrapport en van de aanbevelingen van de werkgroep zijn verkrijgbaar bij:

Provincie Gelderland

ir. C.F.J.M. Veraa

e-mail c.veraa@prv.gelderland.nl

telefoon +31 26 359 83 24

Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland

M. de Boer MSc.

e-mail M.dBoer@don.rws.minvenw.nl

telefoon +31 26 368 84 36 / +31 6 512 015 75

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

telefoon +49 211 4566-0

Impressum

Diese Broschüre wird von der deutsch-niederländischen Arbeitsgruppe Hochwasser herausgegeben, die sich folgendermaßen zusammensetzt:

- Provincie Gelderland
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- Waterschap Rivierenland
- Vereniging Nederlandse Riviergemeenten
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
- Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
- Bezirksregierung Düsseldorf
- Staatliche Umweltämter Köln und Krefeld
- Arbeitskreis der Deichpflichtigen im Regierungsbezirk Düsseldorf

Diese Broschüre wurde mit der größtmöglichen Sorgfalt zusammengestellt. Sie begründet jedoch keine Rechtsansprüche.

Konzept, Text und Koordination

Alfacta Communicatie, Nijmegen

Gestaltung und Layout

Puntwee Marketingcommunicatie, Elst

Druck

Drukmotief, Apeldoorn

Fotografie

- StUA Krefeld
- Projectbureau Ruimte voor de Rivier
- Heymans Bau GmbH-Goch Dld
- Dick Brouwers Fotografie

Exemplare dieser Broschüre, des kompletten Abschlussberichts und der Empfehlungen der Arbeitsgruppe sind erhältlich bei:

Provincie Gelderland

ir. C.F.J.M. Verea

E-Mail c.veraa@prv.gelderland.nl

Telefon +31 26 359 83 24

Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland

M. de Boer MSc.

E-Mail M.dBoer@don.rws.minvenw.nl

Telefon +31 26 368 84 36 / +31 6 512 015 75

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

Telefon +49 211 4566-0

Colofon

Dit is een uitgave van de Duits-Nederlandse Werkgroep Hoogwater, samengesteld uit:

- Provincie Gelderland
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- Waterschap Rivierenland
- Vereniging Nederlandse Riviergemeenten
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
- Landesumweltamt des Landes Nordrhein-Westfalen
- Bezirksregierung Düsseldorf
- Staatliche Umweltämter Köln und Krefeld
- Arbeitskreis der Deichpflichtigen in Regierungsbezirk Düsseldorf

Aan inhoud en uitvoering van deze brochure is de grootste zorg besteed. Toch kunnen aan deze publicatie geen rechten worden ontleend.

Concept, teksten en coördinatie

Alfacta Communicatie, Nijmegen

Vormgeving en layout

Puntwee Marketingcommunicatie, Elst (Gld)

Drukwerk

Drukmotief, Apeldoorn

Fotografie

- StUA Krefeld
- Projectbureau Ruimte voor de Rivier
- Heymans Bau GmbH-Goch Dld
- Dick Brouwers Fotografie

Exemplaren van deze brochure, van het volledige onderzoeksrapport en van de aanbevelingen van de werkgroep zijn verkrijgbaar bij:

Provincie Gelderland

ir. C.F.J.M. Verea

e-mail c.veraa@prv.gelderland.nl

telefoon +31 26 359 83 24

Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland

M. de Boer MSc.

e-mail M.dBoer@don.rws.minvenw.nl

telefoon +31 26 368 84 36 / +31 6 512 015 75

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

telefoon +49 211 4566-0

Initiatoren:

- Provincie Gelderland in den Niederlanden
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat in den Niederlanden
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

Initiatiefnemers:

- Provincie Gelderland
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

