

1. Doel van de Rijn-atlas

150 jaar hoogwaterbescherming en een steeds dichtere stedelijke bebouwing van het Rijndal hebben ertoe geleid dat het besef bij de bevolking in een door overstromingen bedreigd gebied te wonen, in hoge mate is afgenomen. De preventieve evacuaties in Nederland tijdens de hoogwaterperiode in januari 1995, de talrijke dijkdoorbraken aan de Oder in de zomer van 1997, de Donau in 1999 en meer recentelijk de Weichsel in de zomer van 2001 hebben opnieuw duidelijk gemaakt dat de natuur zich niet laat beheersen en dat ernstigere hoogwatersituaties dan tot nog toe alsmede falen van waterkeringen niet kunnen worden uitgesloten. **Er is altijd sprake van een latent restrisico van overstromingen.**

Het doel van deze atlas is dit restrisico voor alle bij de Rijn en het Rijndal betrokken partijen in kaart te brengen. De atlas maakt deel uit van het **Actieplan Hoogwater voor de Rijn** en is een verdere ontwikkeling van de in 1998 gepubliceerde Rijn-atlas (Ecologie en hoogwaterbescherming), waarin de door hoogwater bedreigde en in de ecologisch opzicht belangrijke gebieden in het Rijndal cartografisch worden weergegeven.

De implementatie van het Actieplan Hoogwater is tijdens de 12de Rijnministersconferentie op 22 januari 1998 in Rotterdam goedgekeurd. In dit actieplan worden alle nationale en internationale activiteiten ter verbetering van de hoogwaterpreventie langs de Rijn gebundeld.

Het Actieplan Hoogwater heeft tot doel mensen en goederen beter tegen hoogwater te beschermen en tevens het ecosysteem van de Rijn en zijn uiterwaarden te verbeteren. Het gefaseerde plan, waarin omvangrijke multidisciplinaire maatregelcategorieën voor zowel het stroomgebied van de Rijn als de Rijn zelf worden gebundeld, dient uiterlijk in 2020 door de Rijnsoeverstaten te zijn verwezenlijkt. Het eerste rapport inzake de implementatie van het Actieplan Hoogwater tot 2000 is inmiddels gepresenteerd.

Uitgaande van referentiejaar 1995 gelden de volgende **doelstellingen**:

- **Vermindering van de schaderisico's** - Geen verhoging van de schaderisico's tot het jaar 2000, vermindering met 10 % in het jaar 2005 en met 25 % in het jaar 2020;
- **Vermindering van de hoogwaterstanden** - Vermindering van de extreem hoge waterstanden stroomafwaarts van het door stuwen gereguleerde gedeelte (bijvoorbeeld stroomafwaarts van Baden-Baden) met 30 cm in het jaar 2005 en met 70 cm in het jaar 2020;
- **Grotere bewustwording met betrekking tot hoogwater** - Grotere bewustwording met betrekking tot hoogwater door het vervaardigen van risicokaarten voor 50 % van de overstromingsgebieden en de door overstromingen bedreigde gebieden in het jaar 2000 en voor 100 % in het jaar 2005;
- **Verbetering van het waarschuwingssysteem met betrekking tot hoogwater** - Verbetering van de waarschuwingssystemen met betrekking tot hoogwater op korte termijn door internationale samenwerking. Verlenging van de voorspellingstermijnen met 50 % in het jaar 2000 en met 100 % in het jaar 2005.

De nieuwe Rijn-atlas toont de in potentie door hoogwater getroffen gebieden en de daarmee verbonden potentiële schade en vormt daarmee een gegevens- en maatregelenbasis voor de eerste en de derde doelstelling van het Actieplan Hoogwater dat momenteel wordt geïmplementeerd. De atlas stimuleert partijen rekening te houden met aanvullende maatregelen die de vermindering van het restrisico ondersteunen.

Kaarten inzake het overstromingsgevaar (basiskaarten) waarop de bij een overstroming optredende waterdiepten middels verschillende kleuren blauw worden aangegeven, illustreren het desbetreffende overstromingsgevaar voor mensen en goederen bij extreem hoogwater. Met behulp van een transparant dekblad wordt de mogelijke schade in extreme situaties weergegeven zoals deze bij het huidige gebruik zou ontstaan. Er dient een onderscheid te worden gemaakt tussen twee situaties:

Gebieden met een hoog beschermingsniveau

Bij deze gebieden dient bij overstromingen met name te worden gedacht aan dijkdoorbraken waarbij de door een overstroming getroffen gebieden veelal beperkt blijven. Het betreft hier met name gebieden aan Bovenrijn, Benedenrijn en Rijndelta. Zo is er bijv. aan de Duits-Franse Bovenrijn tussen Basel en Iffezheim sprake van een bescherming tegen hoogwatersituaties met een statistische herhalingsfrequentie van eens per 1.000 jaar. In de Rijndelta is zelfs sprake van een bescherming tegen hoogwatersituaties met een herhalingsfrequentie van gemiddeld eens per 1.250 en 10.000 jaar. Aangezien de exacte locaties van mogelijke dijkdoorbraken niet vooraf kunnen worden bepaald, dient het hele beneden het rivierwaterpeil liggende gebied als door overstromingen bedreigd gebied te worden beschouwd. Dit komt overeen met de

aanname dat overal tegelijk dijkdoorbraken plaatsvinden. Hoewel deze aanname niet erg waarschijnlijk lijkt, dient echter wel rekening te worden gehouden met afzonderlijke dijkdoorbraken. De weergave van zowel het overstromingsgevaar als de mogelijke schade illustreert de ongunstigste situatie voor elk van de deelgebieden en vormt daarmee het kader voor verschillende extreme hoogwatersituaties. Dienovereenkomstig illustreert de weergave tevens het beschermende effect van de dijken.

Niet of in geringe mate beschermde gebieden

Bij extreme hoogwatersituaties worden alle diep gelegen gebieden langs een deeltraject van de rivier getroffen. Dit heeft met name betrekking op de Boven- en Middenrijn. In deze gebieden langs de rivier kunnen alle weergegeven gebieden gedurende een hoogwatersituatie worden overstromd, terwijl dit voor de van dijken voorziene gebieden slechts lokaal waarschijnlijk is.

Aangezien de monetaire beoordeling onderhevig is aan zeer grote mate van onzekerheid, wordt uitsluitend de orde van grootte getoond. De grove schaal van 1 : 100.000, die voor de planning van concrete lokale initiatieven ongeschikt is, is echter wel geschikt ter verkrijging van het gewenste overzicht.

Een bijzonder belang werd toegekend aan de weergave van de gevolgen van eventuele extreme overstromingen. Daartoe worden voor deze gebeurtenissen de mogelijke overstromingsdiepten getoond terwijl voor relatief frequentere gebeurtenissen, zoals hoogwatersituaties met een herhalingsfrequentie van gemiddeld eens per 10 of 100 jaar, uitsluitend de grenzen van de getroffen gebieden worden gevisualiseerd. Levensbedreigende schade wordt in principe veroorzaakt door zeer zeldzame gebeurtenissen, d.w.z. wanneer de waterstanden de dijkhoogte overschrijden of de stabiliteit van de dijken in gevaar komt door een lang aanhoudende drukbelasting. Tot op het moment dat een dergelijke schade daadwerkelijk optreedt, wordt deze meestal niet voor mogelijk gehouden. De in de atlas weergegeven overstromingsdiepten geven voor elk punt de **ongunstigste situatie** weer. Daarbij dient rekening te worden gehouden met het feit dat door een en dezelfde gebeurtenis niet alle langs de hele Rijn aangeduide gebieden getroffen kunnen worden, aangezien elke overstroming de stroomafwaarts gelegen gebieden middels retentie en het reduceren van hoogwaterpieken ontlast en daardoor een hoogwatersituatie aldaar onwaarschijnlijker maakt.

De Rijnatlas illustreert daarmee niet de hoogwatersituatie die door een bepaalde gebeurtenis langs het gehele Rijntraject zou ontstaan. De kaarten van de atlas vormen veeleer een synthese van een groot aantal potentiële extreme gebeurtenissen die voor elk punt de ongunstigste hoogwatersituatie en daarmee de bedreiging illustreren, en niet de bedreiging in algemene zin. Bij deze totaalbenadering wordt uitgegaan van een statistische benadering. Er wordt geen rekening gehouden met tijdsafhankelijke factoren.

2. Onderzoekgebied

Traditioneel gezien wordt de Rijn overeenkomstig het omliggende landschap en het verloop van de rivier onderverdeeld in de volgende trajecten, die eveneens verschillen m.b.t. de gerealiseerde bescherming tegen hoogwater.

De **Hoogrijn** (Bodensee tot Basel - Rijn-km 0-170) stroomt door een veelal diep ingesloten dal en bestaat uit een aantal elkaar opvolgende door stuwen geregelde deeltrajecten. Voor de Hoogrijn is uitsluitend bij de mondingen van zijrivieren en in grotere plaatsen, waar zich traditioneel bebouwing aan de oever bevindt, sprake van een schadepotentieel.

Aan de **Bovenrijn** (Basel tot Bingen - Rijn-km 170 tot 529) is het tijdens de Bovenrijncorrectie tussen 1817 en 1880 aangelegde dijksysteem behouden gebleven en vervult het ook tegenwoordig nog stroomafwaarts van Iffezheim een beschermingsfunctie. Tussen 1932 en 1977 werden ten behoeve van het opwekken van waterkracht en ter verbetering van de scheepvaartmogelijkheden tussen Basel en Iffezheim 10 stuwen aangelegd. De Rijn dijken garanderen een bescherming tegen hoogwatersituaties met een herhalingsfrequentie van gemiddeld eens per 1.000 jaar. De noordelijke Bovenrijn tussen Iffezheim en Bingen wordt over de gehele lengte omzoomd door hoogwaterdijken die op 500 – 1000 m afstand van de gemiddelde rivierbedding zijn gelegen. Pas nadat alle geplande retentiemaatregelen aan de zuidelijke Bovenrijn zijn voltooid, zal er sprake zijn van een bescherming tegen hoogwatersituaties met een herhalingsfrequentie van gemiddeld eens per 200 jaar.

Het traject van de **Middenrijn** (Bingen tot Bonn - Rijn-km 529 - 642) wordt gekenmerkt door het deels nauwer wordende Rijndal van het Rheinische Schiefergebirge. Er is sprake van een gering aantal lokale waterkeringen. Alleen de hoogwaterdijk in het Neuwieder Becken biedt een bescherming tegen hoogwatersituaties met een herhalingsfrequentie van gemiddeld eens per 100 jaar.

Langs het traject van de **Nederrijn** (Bonn tot Lobith - Rijn-km 642 tot 857) is de rivier in de afgelopen eeuw met name door de op veel plaatsen gerealiseerde uitbouwmaatregelen ingedijkt. De mate van bescherming die door de meer dan 330 km lange waterkeringen wordt geboden, varieert van een bescherming tegen hoogwatersituaties met een

herhalingsfrequentie van gemiddeld eens per 20 jaar tot eens per 500 jaar.

In het **Deltagebied** (Lobith tot Rotterdam - Rijn-km 857-1030) splitst de Rijn zich in de Waal, de Nederrijn/Lek en de IJssel. De gebieden worden volledig met behulp van dijkringen beschermd, waarvan het beschermingsniveau is gebaseerd op een herhalingsfrequentie van gemiddeld 1:1250 jaar in het Oosten en van 1:10.000 jaar in het Westen.

Rijngedeelte	Traject	Rijn-kilometer	Landen
Hoogrijn	Konstanz tot Basel	0 - 170	CH, D (BW)
zuid. Bovenrijn, m.b.v. stuwen geregeld	Basel tot Iffezheim	170 - 334	F, D (BW)
noord. Bovenrijn, m.b.v. dijken beschermd	Iffezheim tot Bingen	334 - 529	F, D (BW, HE, RP)
Middenrijn	Bingen tot Rolandswerth	529 - 642	D (RP, NRW)
Nederrijn, m.b.v. dijken beschermd	Rolandswerth tot Lobith	642 - 857	D (NRW), NL
Rijndelta, m.b.v. dijken beschermd	Lobith tot monding	857 - 1030	NL

3. Kaarten inzake het overstromingsgevaar

3.1 Inhoud van de kaarten

De topografische basiskaarten bevatten de:

3.1.1 Overstroombaar gebied bij het tienjaarlijks hoogwater (HQ10):

Gebieden langs de rivier worden frequent overstroomd. Het betreft meestal uiterwaarden, vochtige gebieden, bossen en soms landbouwpercelen. Het overstromingsgevaar is bekend. Indien er zich bij hoge uitzondering gebouwen in deze gebieden bevinden, dienen deze aan het overstromingsgevaar te zijn aangepast. Deze gebieden dienen absoluut als overstroombare gebieden behouden te blijven aangezien deze retentiemogelijkheden bieden en tot de waardevolle biotopen worden gerekend.

3.1.2 Overstroombaar gebied bij het honderdjaarlijks hoogwater (HQ100):

De gebieden tussen de grenslijnen HQ10 en HQ100 worden eenmaal in de 10 tot 100 jaar overstroomd. Het bestaan van het overstromingsgevaar is over het algemeen alleen bekend bij bewoners die sinds vele jaren in het gebied wonen. Daarom kunnen in deze gebieden, naast oudere aangepaste gebouwen, ook nieuwere gebouwen met een hoger schadepotentieel worden aangetroffen. De betreffende gebieden kennen een vaak agrarisch gebruik. Deze gebieden dienen slechts in uitzonderingsgevallen, uitsluitend indien geschikte bouwkundige preventiemaatregelen zijn genomen, als bebouwingsgebied te worden gebruikt. Deze gebieden behoren tot de waardevolle biotoopgebieden aangezien zij de overgang vormen van een aquatische naar een terrestrische vegetatie. Met uitzondering van de Hoogrijn, de Middenrijn en een klein deel van de Benedenrijn zijn de meeste gebieden echter met behulp van dijken beschermd tegen een HQ100 of ernstigere hoogwatersituaties, waardoor deze overgang normaliter samenvalt met het verloop van de dijk. De gebieden tussen rivier en dijk dienen absoluut als natuurlijke inundatiegebieden en hoogwaterretentiegebieden behouden te blijven.

Langs de zuidelijke Bovenrijn verloopt de HQ 100-lijn langs de dijken van de door stuwen geregelde deeltrajecten alsmede langs de begrenzingsdammen van de reeds gerealiseerde en geplande retentiegebieden. Deze dijken zijn ontworpen om een hogere mate van bescherming te bieden (tot gemiddeld eens per 1000 jaar). In de gecontroleerde hoogwaterretentiebekkens kan met behulp van sturingssystemen het voor de retentie voorziene waterpeil ook bij een hogere, extreme afvoer in de Rijn worden vastgehouden.

3.1.3 Overstroombaar gebied en waterdiepten bij extreme gebeurtenissen:

Het betreft hier uiterst zeldzame gebeurtenissen waarbij de tot nog toe geconstateerde waterhoogten duidelijk worden overschreden en/of de bestaande hoogwaterbeschermingsvoorzieningen lokaal worden overstroomd en/of falen. De waarschijnlijkheid dat deze gebeurtenissen plaatsvinden is dermate gering dat hiervoor geen mate van waarschijnlijkheid (zoals bij een hoogwatersituatie met een herhalingsfrequentie van gemiddeld eens per 100 jaar- HQ100) kan worden aangegeven. Hoewel hieruit eveneens geen directe beperkingen voor het gebruik voortvloeien, dient in het kader van preventiestrategie en rampenplannen rekening te worden gehouden met de mogelijkheid van een hoogwatersituatie. Het betreft daarbij met name gevoelige objecten, zoals ziekenhuizen, musea of bepaalde industriële installaties maar ook particuliere olieopslagplaatsen, waaraan in het geval van een overstroming aanzienlijke schade zou kunnen ontstaan.

In dat verband dienen met name in het kader van de rampenbestrijding in grotere woongebieden voorbereidingen te worden getroffen. Aangezien dit gevaar moeilijk kwantificeerbaar is en het belang van eventuele preventieve maatregelen (zoals evacuatieplannen voor

hoogwatersituaties) sterk afhankelijk is van de desbetreffende overstromingsdiepten, worden niet uitsluitend de begrenzing van het overstroombaar gebied maar ook de belangrijkste categorieën overstromingsdiepten weergegeven. De selectie van de overstromingsdiepten is gebaseerd op de volgende overwegingen:

- | | |
|-----------------|---|
| 0 - 0,5 m | Het binnendringen van water in gebouwen kan met behulp van eenvoudige middelen worden voorkomen. Deze overstromingsdiepteklasse kan eveneens worden aangeduid als 'onzekerheidsgebied', aangezien de hoogwatergrens nauwelijks precies te bepalen valt. |
| 0,5 - 2,0 m | Gebied waarin met duidelijke schade rekening dient te worden gehouden, maar waarin niet of nauwelijks sprake is van levensbedreigende situaties voor mensen, met name wanneer een vluchtmogelijkheid naar hogere verdiepingen bestaat. |
| 2,0 - 4,0 m | Verhoogde mate van levensgevaar voor mensen, aangezien niet alleen de begane grond maar ook de eerste verdieping kan worden overstroomd. Bij dit waterpeil is grote materiële schade nauwelijks te voorkomen. |
| hoger dan 4,0 m | Hoge mate van levensgevaar voor mensen, groot risico op 'total loss'. |

Deze klasseringen zijn van toepassing op stilstaand of langzaam stromend water, hetgeen in de regel geldt voor de bedreigde gebieden langs de Rijn.

Daarnaast zijn op de kaarten inzake overstromingsgevaar ter illustratie verschillende klassen van groepen personen weergegeven, die mogelijk bij extreme hoogwatersituaties voorkomende overstromingsdiepten getroffen of bedreigd zouden worden.

3.2 Hydrologische uitgangspunten voor extreme hoogwatersituaties

Vanwege de verschillende hydrologische en topografische situatie moesten de aannames voor de afzonderlijke Rijntrajecten afzonderlijk worden vastgelegd; zie daartoe de tabel in de bijlage. De aannames beperken zich tot een extreem hoge waterstand. Met overige parameters zoals stroomsnelheden, stabiliteitsonderzoeken, effecten van retentie en reduceren van hoogwaterpieken na een dijkbreuk, lokale terugstuwings-effecten alsmede kansberekeningen is in dit rekenscenario bewust geen rekening gehouden.

Ter bepaling van deze situaties aan de **Hoogrijn** werd de overstromingsgrens van het hoogwater van 1999 verhoogd met 1 m (in het gebied van het Bodenmeer met een halve meter).

Aan de **Bovenrijn tussen Basel en Maxau** zijn de berekeningen gebaseerd op de historische waterpeilen van de hoogwatersituatie in de Rijn van 1882 en de in de Rijnmonografie van 1889 weergegeven gebieden die destijds werden overstroomd door talrijke breuken van de zijdammen. Omwille van de hanteerbaarheid is bij de modelberekening geen rekening gehouden met de in bepaalde sectoren opgetreden verdieping van de rivierbodem of met de effecten van de gerealiseerde uitbouwmaatregelen (kanalisering). Stroomafwaarts van Iffezheim werd de berekende waterstandsituatie van het 200jaarlijks hoogwater, verhoogd met 0,5 m, als extreme waterstand gekozen (vgl. paragraaf: Bijzonderheden van de weergave aan de gekanaliseerde zuidelijke Bovenrijn).

Aan de **noordelijke Bovenrijn** en aan de **Middenrijn** werd tussen km 362,5 (peil Maxau) en km 642 de waterstand van het 200jaarlijks hoogwater met 0,5 m verhoogd, terwijl voor de berekeningen aan de **Nederrijn** tussen Rijn-km 642 tot km 857 de waterstand van een 500jaarlijks hoogwater als basis heeft diend.

In de vertakte **Rijndelta** vanaf Lobith (Rijn-km - 857) tot aan de monding van de Waal, Nederrijn/Lek en IJssel in de Noordzee (Rijn-km - 1030) werd uitgegaan van waterstanden van HQ 1.250 tot HQ 10.000 met inbegrip van de invloed van de Noordzee.

3.3 Topografische uitgangspunten

De bepaling van overstromingsgebieden en overstromingsdiepten is afhankelijk van de hydraulische uitgangspunten en de mate van nauwkeurigheid van de hoogtebepaling van het terrein. De uitbreiding van de overstromingsgebieden kan in beslissende mate worden beïnvloed door aanwezige lineaire structuren, zoals verhoogd aangelegde wegen, kanalen of oude hoogwaterdijken. Aangezien de hoogteligging van deze structuren in de gekozen schaal slechts zeer onnauwkeurig wordt weergegeven, dient de weergave van de overstromingsgebieden als tamelijk grof te worden beschouwd. Ter bepaling van de effectief bedreigde gebieden zijn op lokaal niveau nauwkeurige berekeningen middels hydraulische modellen noodzakelijk. De ten behoeve van de

simulatie gehanteerde hoogtemodellen zijn in de bijlage opgenomen. De berekende waterdiepten werden met de terreinmodellen uit de topografische kaart, schaal 1 : 25.000, gecombineerd. De op deze werkschaal bepaalde en onderzochte gebieden werden vervolgens ten behoeve van de weergave in de kaartschaal 1: 100.000 overgezet.

3.4 Bijzonderheden inzake de weergave van extreme hoogwatersituaties aan de gekanaliseerde zuidelijke Bovenrijn

De modelberekening geeft voor het gekanaliseerde deel van de Bovenrijn de grens aan van het tijdens de hoogwatersituatie in 1882 overstromde gebied (ongeveer de afvoer van een 100jaarlijkse gebeurtenis). Deze grens werd op basis van de hoogwaterpeilmarkeringen en de huidige topografische omstandigheden gereconstrueerd.

Daarbij werd geen rekening gehouden met:

- de verdieping van de rivierbodem van bepaalde rivierdeeltrajecten,
- het aanleggen van dwarsconstructies door loodrecht op de as van het Rijndal verlopende wegen, waardoor een onbelemmerde overstroming conform de beschreven historische omstandigheden niet meer mogelijk is. Voor enkele plaatsen zou het overstromingsgebied en de overstromingsdiepte vanwege deze dwarsconstructies duidelijk groter resp. hoger uitvallen.

3.5 Bijzonderheden m.b.t. de Rijndelta

Indien er in Nederland geen beschermende maatregelen zouden worden genomen, zou tweederde deel van het land overstromd worden. Deze situatie wordt met de duidelijk blauw gekleurde overstromingskaarten geïllustreerd. Bij de beoordeling van deze kaarten is het echter van groot belang zich te realiseren dat het beschermingsniveau in dit deel van het stroomgebied van de Rijn het hoogst is.

4. Kaarten inzake potentiële schade

4.1 Inhoud van de kaarten

Met behulp van de kaarten inzake potentiële schade dient te worden geïllustreerd waar bij de gespecificeerde overstromingsdiepten grote materiële schade kan ontstaan. De kaarten dienen derhalve te worden beschouwd als een indicatie voor de mogelijke effecten van de overstroming. Vanwege de relatie tussen de omvang van de schade enerzijds en de overstromingsdiepte anderzijds zijn de kaarten met de potentiële schade weergegeven op transparante dekbladen, waardoor gelijktijdig zowel het gevaar (waterdiepte) als de potentiële schade zichtbaar wordt.

De naar aard der zaak bij dit hoofdstuk behorende bedreiging van personen is omwille van de duidelijkheid geïntegreerd in de kaarten inzake overstromingsgevaar.

In de weergave van potentiële schade wordt een onderscheid gemaakt tussen:

getroffen personen: deze categorie omvat, onafhankelijk van de waterdiepte, alle inwoners in het door overstromingen bedreigde gebied.

bedreigde personen: deze categorie omvat een deel van de getroffen personen en betreft alle inwoners in bebouwd gebied waar de waterdiepte in geval van een overstroming meer dan 2 meter bedraagt.

Materiële schade: in geval van potentiële schade wordt in eerste instantie naar de betreffende gebruiksvormen (landbouw, industrie en bebouwing) gekeken en pas in tweede instantie naar de hoogte van de schade, aangezien het de getroffen partijen zijn die moeten reageren. Daarom dient te worden geregistreerd wie in welke mate getroffen wordt, zodat de afzonderlijke bijdragen per gebied niet verdwijnen in een totaalbedrag.

In de atlas betekent:

geel schade aan landbouwopbrengsten, die duidelijk lager liggen dan voor andere gebruiksvormen;

paarse kleuren schade aan industrie-, bedrijfs- en verkeersoppervlakken in twee categorieën, t.w. meer en minder dan 25 Euro/m². De afzonderlijke weergave van industriegebieden valt te verklaren door de vaak niet kwantificeerbare milieurisico's die van deze gebieden uitgaan;

rode kleuren schade in bebouwd gebied (meer en minder dan 50 Euro/m²). Voor het bebouwingsgebied is niet uitsluitend rekening gehouden met schade aan particulier bezit, maar ook met schade voor de handels- en de

dienstverleningssector en schade aan openbare gebouwen en delen van de verkeers- en bedrijfsinfrastructuur. De reden hiervoor ligt besloten in de nauwe vermenging van deze gebruiksvormen. De verschillen in bevolkingsdichtheid worden verdisconteerd op basis van het aantal inwoners per 1000 m².

4.2 Berekening van de potentiële schade

De berekening van de potentiële schade bij extreem hoogwater geschiedt in een aantal stappen:

1. bepaling van het landgebruik in de door overstromingen bedreigde gebieden;
2. bepaling van de getroffen en bedreigde personen in de overstromingsgebieden;
3. bepaling van de zich in de overstromingsgebieden bevindende goederen en waarden;
4. bepaling van de potentiële schade met behulp van een voor de verschillende goederen en van de overstromingsdiepte afhankelijke schadefunctie.

Gezien de omvang van de gebieden en de overzichtsschaal van de schaal dienden er voor elk van deze trajecten vereenvoudigingen te worden geïntroduceerd, die onderstaand worden beschreven.

4.2.1 Bepaling van het landgebruik

De basis wordt gevormd door het uniforme, voor geheel Europa opgestelde gegevensbestand CORINE. De 44 bodemgebruiksvormen werden, overeenkomstig hun relevantie voor de schadebepaling, in 6 gebruikscategorieën samengevat (bebouwing, industrie, verkeer, landbouw, bos en overige gebieden). De weergave voor Europa als geheel is gestandaardiseerd, waardoor uitsluitend gebieden worden weergegeven met gebruiksvormen die groter zijn dan 25 ha. Dit kan resulteren in een 'verwaarlozing' van lineaire structuren zoals wegen, spoorlijnen, wateren en kleinere langs wegen gelegen gehuchten.

De vanwege de door de standaardisatie onvermijdelijke integratie van kleinschalige gebruiksvormen, met name m.b.t. verkeersoppervlakken, in de omliggende grootschalige gebruikscategorieën, wordt bij de berekening van de schade gecompenseerd door een analoge verlegging van de waarden in deze categorieën.

4.2.2 Bepaling van de getroffen en bedreigde personen

Voor het hele onderzoeksgebied kon worden beschikt over de aantallen inwoners per gemeente. Deze werden in CORINE gelijkelijk verdeeld over de bebouwde gebieden, waardoor het mogelijk was om per gemeente een gemiddeld bevolkingsdichtheidscijfer te berekenen. Door de overstromingsgebieden en de bebouwde gebieden "over elkaar te leggen", kon per gemeente het aantal getroffen inwoners worden bepaald. Aangezien bij overstromingsdiepten van minder dan 2 meter slechts zelden en uitsluitend bij onverantwoord handelen sprake is van sterfgevallen, werd de grens tussen door hoogwater bedreigde en getroffen personen vastgelegd op deze waterdiepte. Er is afgezien van het maken van een schatting van het aantal waarschijnlijke sterfgevallen onder deze omstandigheden, aangezien enerzijds de basis daartoe te smal is en anderzijds de taak blijft bestaan om de veiligheid van alle personen te garanderen, onafhankelijk van de mate van waarschijnlijkheid.

De poging om het aantal getroffen werknemers te bepalen, is mislukt vanwege onvoldoende homogene gegevens. De cijfers in de verschillende deelstaten en landen waren niet altijd even 'up-to-date', waren anders gestructureerd en niet altijd gerelateerd aan de afzonderlijke gemeenten. Aangezien bij grootschalige overstromingen een niet te bepalen deel van de werknemers tevens in het overstromingsgebied woont, werd, om dubbeltellingen te voorkomen, afgezien van een dergelijke berekening.

4.2.3 Bepaling van de getroffen goederen

Bij een grootschalige inventarisatie is een bepaling van de getroffen objecten (bijv. aantal gebouwen, km wegen) niet mogelijk. Daarom dienden gemiddelde waarden per gebruikscategorie te worden bepaald. Voor de Duitse deelstaten Baden-Württemberg, Hessen, Rheinland-Pfalz en Nordrhein-Westfalen werden de vermogenswaarden (totale waarde van de aanwezige goederen) ontleend aan de economische statistieken en vervolgens verdeeld over de gebruikscategorieën. In dat verband werd een onderscheid gemaakt tussen investeringen in onroerende en roerende goederen (huisraad, voorraden, uitrusting, machines). Aangezien deze gegevens uitsluitend voor de Duitse deelstaten ter beschikking stonden, werden de waarden voor de andere betrokken landen met behulp van specifieke factoren aangepast. Daartoe is bij de bepaling van het particulier bezit uitgegaan van de koopkracht en voor het bedrijfsleven van het bruto nationaal product (BNP). Op deze wijze

werden voor elk van de gebruikscategorieën per deelstaat of staat geldende gemiddelde waarden per oppervlakte-eenheid bepaald. Deze werden vervolgens per gemeente op basis van het aantal inwoners per ha. bebouwd gebied aangepast, teneinde de invloed van de bebouwingsdichtheid op de waardeconcentratie te verdisconteren.

4.2.4 Bepalen van de materiële schade

Alle zich binnen een gebied bevindende waarden worden uitsluitend bij extreem hoge waterdiepten vernietigd. Normaliter is er sprake van een relatie tussen de waterdiepte en de hoogte van de schade, d.w.z. het schadepercentage dat met behulp van zgn. schadefuncties rekenkundig wordt vastgelegd. Voor de verschillende objecten en goederen is er sprake van een aantal van dergelijke functies waarvan de resultaten echter binnen een grote bandbreedte kunnen variëren. Ten behoeve van dit onderzoek was het noodzakelijk de schadefuncties van de geselecteerde gebruikscategorieën en de aanwezige getotaliseerde waarden aan te passen. Op gebouwen kan, onafhankelijk van het gebruiksdoel, dezelfde functie worden toegepast. Dit betekent dat voor de bebouwde gebieden, waarvan de waarde wordt bepaald door een mix van handel, dienstverlening, wonen, (semi-)overheid en infrastructuur, gebruik kan worden gemaakt van een uniforme schadefunctie voor het onroerend kapitaal (gebouwen). Daardoor diende binnen het bebouwd gebied, afhankelijk van de economische sector, een onderscheid te worden gemaakt tussen verschillende schadefuncties voor roerende zaken (huisraad, meubels, uitrusting, voorraden). Uit de afzonderlijke functies werd een gemengde functie (60 % wonen, 35 % bedrijfsleven en 5 % overheid) gevormd. De toegepaste relaties zijn in de bijlage weergegeven en zijn gebaseerd op de HOWAS-database, op Nederlandse onderzoeken en op ervaringscijfers van het consortium waaraan hiertoe opdracht is verleend.

Uit de overstromingskaarten en de per gemeente aangepaste waarden per gebruikscategorie van de CORINE-database werd een rasterdatabase met cellen van 1000 m² (L = 31,62 m) samengesteld, waarin de overstromingsdiepte en de aanwezige waarden zijn opgenomen. De toepassing van de schadefuncties resulteert vervolgens in de potentiële schade binnen een cel.

Bij de **vergelijking met vroegere schaderamingen** dient rekening te worden gehouden met het feit dat bij de schadebepalingen in deze atlas geen rekening wordt gehouden met verschillende aspecten, die kunnen resulteren in duidelijke afwijkingen ten opzichte van andere inventarisaties. Het betreft daarbij met name het volgende:

- Er is geen rekening gehouden met de vervangingswaarde (nieuwwaarde) – De actuele waarde tegen de huidige marktprijzen wordt gehanteerd. Vergeleken met de gegevens van verzekeringen, die op nieuwwaarde worden afgesloten, resulteert dit in grote verschillen die kunnen oplopen tot een factor 2.
- Er is geen rekening gehouden met productie-onderbrekingen en bedrijfsuitval - Voor handel, dienstverlening, nijverheid en industrie is deze vorm van schade vaak belangrijker dan de feitelijk geleden materiële schade. Uit gegevens uit de praktijk kan worden afgeleid dat de door productieonderbrekingen en bedrijfsuitval veroorzaakte schade het één- tot viervoudige kan bedragen van de directe schade in deze sector. Er werd afgezien van een bepaling van deze schade aangezien bij grootschalige overstromingen ook bedrijven die niet direct getroffen zijn, schade kunnen lijden ten gevolge van onderbrekingen.
- Er is geen rekening gehouden met schade aan voertuigen - Dit kan oplopen tot 2 – 7 % van het schadebedrag.
- Er is geen rekening gehouden met de kosten van de rampenbestrijding en de inzet van brandweer en reddingsdiensten - De grote overstromingen in 1997 in Duitsland langs de Oder en in 1995 in Nederland langs de Rijn hebben kosten ten bedrage van ettelijke honderden miljoenen Euro veroorzaakt.
- Er is geen rekening gehouden met schade aan waterkeringen en de aansluitend noodzakelijke versterking/verhoging ervan. De bij de gebeurtenissen geconstateerde schade aan waterkeringen bedraagt vaak 30 % van de totale schade en kan de particuliere schadesom overtreffen. Het is moeilijk om van deze kosten een inschatting te maken, met name wanneer nieuwe waterkeringen noodzakelijk zijn.
- Er is geen rekening gehouden met schadebeperkende maatregelen.
- De agrarische schade is beperkt tot het opbrengstverlies zonder daarbij rekening te houden met intensieve culturen en schade aan de desbetreffende infrastructurele voorzieningen, aangezien in de CORINE-database deze bijzondere vormen van gebruik niet afzonderlijk zijn aangeduid.

5. Resultaten

5.1 Algemeen

De geconstateerde schade is puur materieel van aard en is gebaseerd op de actuele waarde van de beschadigde goederen.

Voor het telkens onderzochte gebied vormt de aangegeven vermogensschade de onderste grenswaarde bij de bepaalde overstromingsdiepte.

In dit verband dient nogmaals te worden gesteld dat de genoemde schade als geheel niet bij één enkele gebeurtenis zal plaatsvinden. De gegevens dienen uitsluitend als realistisch te worden gezien voor afzonderlijke rivierdelen. Het schadetotaal verwijst niet naar een concrete gebeurtenis en werd uitsluitend geselecteerd ter vereenvoudiging van de weergave en om de geschatte hoogte van het schadepotentieel te benadrukken.

5.2 Bedreigde gebieden

Tabel 1: bedreigde gebieden in km²

Rijntrajecten	naar overstromingsdiepte				naar landgebruik			
	totaal oppervlak	peil < 0,5 m	peil 0,5-2 m	peil > 2 m	bebouwing	industrie en verkeer	landbouw	overig (incl. bos)
Hoogrijn	78,8	62,4	15,7	0,7	1,5	0,4	10,8	66,1
Bovenrijn	1.839,5	223,0	685,4	931,1	166,3	82,6	1.108,3	482,3
Middenrijn	52,5	4,1	11,2	37,2	17,5	4,6	18,7	11,7
Nederrijn	1.355,9	119,3	320,9	915,7	218,1	74,6	952,2	111,0
Rijndelta	11.272,2	2.459,2	1.784,0	7.029,0	1.186,9	291,8	8.785,7	1.007,8
Totaal	14.598,9	2.868,0	2.817,2	8.913,7	1.590,5	454,0	10.875,7	1.678,9

Bij extreme hoogwatersituaties is er op telkens 20 % van het totale overstromingsgebied van 14.600 km² aan de Rijn slechts sprake van geringe (0 - 0,5 m) resp. gemiddelde (0,5 – 2 m) overstromingsdiepten. De gebieden die in verhoogde mate worden bedreigd (peil hoger dan 2 m), bevinden zich met name in met behulp van dijken beschermde gebieden. Gezien de geringe hoogteligging, deels zelfs beneden NAP, bevindt 79 % van de gebieden met een hoge overstromingsdiepte zich in de Rijndelta.

Aan de Middenrijn, met zijn deels reeds in de Middeleeuwen direct op de Rijnnoever gebouwde steden, ligt het bebouwingspercentage met 34 % van het getroffen gebied duidelijk hoger dan bij de overige delen van de Rijn (waar dit percentage tussen 9 en 16 % bedraagt). De gebruiksintensiteit van de met overstromingen bedreigde gebieden is langs de Nederrijn en de Rijndelta het hoogst. Hier omvatten de door schade getroffen gebieden (bebouwing, industrie, verkeer, landbouw) 90% van het totale getroffen gebied, terwijl dit percentage bijvoorbeeld aan de Boven- en Middenrijn slechts 74% bedraagt.

5.3 Potentieel getroffen personen

Tabel 2: Potentieel getroffen personen

Rijntraject	Getroffen personen	daarvan bedreigde personen
	In overstromingsgebieden	vanaf een overstromingsdiepte > 2 m
Hoogrijn	7.400	100
Bovenrijn	777.400	322.400
Middenrijn	73.300	45.200
Nederrijn	1.264.200	557.400
Rijndelta	8.564.000	4.576.900
Totaal	10.686.300	5.502.000

In de gebieden langs de Rijn die tijdens situaties met extreem hoogwater overstromen, wonen meer dan 10 miljoen mensen. De verschillen in bevolkingsdichtheid worden duidelijk wanneer de situatie voor de Boven- en Nederrijn wordt vergeleken. Langs de Bovenrijn is sprake van een aanzienlijk groter overstroombaar gebied (+36%), maar ligt het aantal potentieel getroffen personen echter duidelijk lager (-39%) in vergelijking tot de Nederrijn.

Vanwege de grote bebouwingsintensiteit in de Rijndelta ligt in dit traject van de Rijn het aantal getroffen personen duidelijk hoger (+3%) dan op basis van het gebiedsoppervlak mag worden geconcludeerd. Voor circa de helft van de getroffen personen is er sprake van een verhoogd risico.

5.4 Vastgestelde potentiële schade bij extreme gebeurtenissen

Tabel 3: potentiële materiële schade in miljoen Euro

Rijntrajecten	Bebouwing	Industrie en verkeer	Agrarische opbrengsten	Totaal
Hoogrijn	32,6	4,8	0,8	38,3
Bovenrijn	8.224,5	3.671,9	81,7	11.978,0
Middenrijn	1.336,3	350,1	1,0	1.687,4
Nederrijn	16.458,9	3.788,5	85,6	20.333,0
Rijndelta	111.011,8	19.244,0	610,6	130.866,4
Totaal	137.064,2	27.059,2	779,7	164.903,1

Met de getroffen vermogenswaarden wordt het geheel bedoeld van alle zich in de overstromingsgebieden bevindende waarden. Dit werd voor alle Rijntrajecten bepaald op 750 miljard Euro. Van dit totaal kan echter, afhankelijk van de overstromingsdiepte en de gevoeligheid, slechts een bepaald deel worden 'beschadigd'.

Vanwege het hoge percentage bebouwd gebied is de schade per oppervlakte-eenheid aan de Middenrijn met 32 Euro/m² duidelijk hoger dan aan de Nederrijn (15 Euro/m²) of aan de Rijndelta (12 Euro/m²). Het gemiddelde schadebedrag daalt naar 6,5 Euro/m² aan de Bovenrijn en tot 0,5 Euro/m² aan de Hoogrijn. Deze cijfers zijn illustratief voor de aanzienlijk geringere gebruiksintensiteit langs de laatstgenoemde riviertrajecten.

Hoewel 74 % van het getroffen gebied tegenwoordig agrarisch wordt gebruikt, treedt 83 % van alle schade op in het bebouwingsgebied, dat slechts een percentage van 11 % van het gebied beslaat.

Met slechts 16 % van de totale schade (3 % van het oppervlak) is het aandeel van industrie en verkeer verrassend klein. Zoals reeds gesteld, wordt dit met name veroorzaakt door het feit dat in de berekening geen rekening wordt gehouden met bedrijfsuitval. Indien echter voor deze niet vastgelegde schade een vermenigvuldigingsfactor van 3 tot 4 wordt gehanteerd, neemt het potentiële schadebedrag in deze sector toe tot 80 á 110 miljard Euro en resulteert zo in het voor deze sector te verwachten totale schadebedrag.

5.5 Bijzonderheden in de Rijndelta

In vergelijking met de bovenstaande waarden is door verschillende Nederlandse studies een aanmerkelijk hoger schadepotentieel voor de Rijndelta bepaald. Dit valt voor de bebouwingsgebieden en de industriesector te verklaren door de reeds bovenstaand besproken beperking tot uitsluitend de directe materiële schade, d.w.z. zonder verlies van toegevoegde waarde en zonder gevolgschade. Daarnaast is er, doordat men zich beperkt tot het hanteren van gemiddelde opbrengstverliezen, voor de agrarische sector eveneens sprake van een veel lager schadebedrag. Bij de gekozen methodiek wordt namelijk te weinig rekening gehouden met de voor de Nederlandse landbouw zo karakteristieke grootschalige intensieve glastuinbouw en intensieve veeteelt. Bij de in de Rijndelta voorkomende zeer hoge overstromingsdiepten dient rekening te worden gehouden met aanzienlijke gevolgschade (vermietigde infrastructuur, uitvallen van opbrengsten gedurende meerdere oogstseizoenen). Deze gevolgschade is veel hoger dan in de rest van het Rijngebied.

6. Bijlagen

De bijlagen bevatten de voor een goed gebruik van de atlas belangrijke tabellarische overzichten. Deze werden ontleend aan het eindrapport van het consortium met de titel: "Atlas van het overstromingsgevaar en mogelijke schade bij extreem hoogwater van de Rijn - Aanpak ter bepaling van de door overstromingen bedreigde gebieden alsmede aanpak ter bepaling van de vermogenswaarden" - (2001). Het rapport is op verzoek bij de ICBR verkrijgbaar.

Peil	Rijn-km	HQ10	HQ100	HQ200
	km	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Maxau	362	4030	4790	5000
Worms	444	4470	5880	6000
Mainz	498	5480	7410	7960
Kaub	546	5680	7530	8090
Koblenz	592	6140	8200	8830
Andernach	614	8740	11730	12700
Bonn	655	8760	11700	12600
Köln	688	8900	12000	12900
Ruhrort	781	9200	12400	13400
Rees	837	9170	12300	13300
Emmerich	852	9100	12200	13100

Herhalingsfrequenties van geselecteerde meetlocaties en bijbehorende rivierafvoeren

Methodiek bij het opstellen van de kaarten inzake overstromingsgevaar

De weergegeven overstromingsgrenzen in hoogwatersituaties met een herhalingsfrequentie van gemiddeld eens per 10 en 100 jaar waren voor het hele onderzoeksgebied bekend bij de voor de waterhuishouding verantwoordelijke regionale autoriteiten.

De getoonde overstromingsdiepten bij extreme gebeurtenissen zijn het resultaat van de toepassing van eenvoudige hydraulische modellen. In dat verband werd een vereenvoudigd overstromingsmodel gebruikt dat, uitgaande van de telkens voor de rivierkilometer in het rivierbed gespecificeerde waterhoogte, de overstroming net zo lang naar buiten toe extrapoleert, totdat in stationaire toestand de gezochte overstromingsgrens in het terrein kan worden bepaald. Met constructies, zoals spoordammen en doorlaten, werd in zoverre rekening gehouden als dat deze in terreinmodellen zijn opgenomen. Door de terreinhoogte af te trekken van de waterstand werd de overstromingsdiepte verkregen.

In het door stuwen geregelde en door dijken beschermde Rijntraject is bij het breken van dijken telkens uitgegaan van de meest ongunstige locatie in een dijk, waarbij ook nu weer de waterstand naar buiten toe het terrein in werd geëxtrapoleerd, hetgeen in principe overeenkomt met de aanname dat beschermende dijken ontbreken bij een ongewijzigd waterpeil. Op het Nederlands gebied vormt de laagste dijkhoogte het referentiepeil, waarbij de polder volledig overstroomd wordt.

Het resultaat van deze aanpak is een kader voor een groot aantal potentiële dijkdoorbraakscenario's dat voor elk traject de maximaal te verwachten waterpeilen bij een stationaire eindtoestand weergeeft. Deze kan echter uitsluitend voor een beperkt gebied van toepassing zijn aangezien normaliter een overstroming of dijkdoorbraak een retentie-effect heeft en het waterpeil van de Rijn stroomafwaarts direct duidelijk zou dalen.

Tabel: Hydrologische uitgangspunten

Hydrologische uitgangspunten						
Rijntrajecten	Hoogrijn	zuid. Bovenrijn, m.b.v. stuwen geregeld	noord. Bovenrijn, m.b.v. dijken beschermd	Middenrijn	Nederrijn	Rijndelta
Rijn-km	0 - 170	>170 - 334	>334 - 529	>529 - 642	>642 - 857	>857 - 1030
Landen	Zwitserland, Baden-Württemberg	Frankrijk, Baden-Württemberg	Frankrijk, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Hessen	Rheinland-Pfalz, Hessen, Nordrhein-Westfalen	Nordrhein-Westfalen	Nederland
HQ₁₀	komt overeen met schaal 1:100.000 van de oeverlijn	komt overeen met schaal 1:100.000 van de oeverlijn	komt overeen met schaal 1:100.000 van de oeverlijn, deels ook de zomerdijklijn	komt overeen met schaal 1:100.000 van de oeverlijn	komt grotendeels overeen met de oeverlijn	komt overeen met de oeverlijn
HQ₁₀₀	komt overeen met de water-/landlijn van de hoogwatersituatie van mei 1999	komt overeen met de eerste dijklijn	komt overeen met de winterdijklijn	komt overeen met schaal 1:100.000 van de oeverlijn	komt overeen met de winterdijklijn	komt overeen met de winterdijklijn
HQ_{Extreem}	ligt één meter boven de hoogwatersituatie van mei 1999; aan de 'Untersee' is de toeslag gereduceerd tot een halve meter	is bepaald op basis van de gemeten waterspiegelhoogte van de historische hoogwatersituatie van 1882 ¹	komt overeen met het waterpeil van HQ ₂₀₀ + 0,5 meter, dijkdoorbraak op de ongunstigste locatie in een gesloten systeem ²	waterpeil van HQ ₂₀₀ + 0,5 meter, schaal 1:100.000, op bepaalde trajecten gelijk aan de oeverlijn	waterpeil van HQ ₅₀₀ , dijkdoorbraak op de diepste locatie van een dijksysteem (polder)	waterpeil van HQ ₁₂₅₀ , dijkdoorbraak op de diepste locatie van een dijksysteem (polder)

¹ vanwege de hydraulische kenmerken van het m.b.v. stuwen geregelde deeltraject van de Rijn tussen Basel en Iffezheim met een deels twee-assig dijksysteem en een mate van bescherming tegen overstromingssituaties met een herhalingsfrequentie van eens per 1000 jaar zijn ter vaststelling van de overstromingsgebieden van HQEXTREEM dijkdoorbraakscenario's gekozen

² in de deelstaat Hessen is het eiland Kùhkopf bij HW10 overstroomd

Tabel: Gebruikte terreinmodellen

Toegepaste digitale hoogtemodellen							
	Zwitserland	Frankrijk	Baden-Württemberg	Hessen	Rheinland-Pfalz	Nordrhein-Westfalen	Nederland
DHM	DHM25 Matrixmodell	Base de données altimétrique (Bd Alti)	DHM Baden-Württemberg	DHM 40	DGM Rheinland- Pfalz	Terreinmodel uit de studie "Potentielle Hochwasserschäden am Rhein in NRW" [Potentiële schade door hoogwatersituaties aan de Rijn in NRW] samengesteld uit afzonderlijke modellen met verschillende basisgegevens. De databases DGM5 en DGM25 werden af en toe aangevuld m.b.v. terreinmodellen afkomstig van derden resp. van gedigitaliseerde hoogtelijnen of kanaalkadastergegevens van geïnterpoleerde modellen. De verticale nauwkeurigheid varieert; in het gebied van DGM5 bedraagt deze 2-5 m.	Digitaal terreinmodel resp. Overstromingsmodel van de studie "Overstromingsrisico's Buitendijkse Gebieden" van het Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat (1999)
Horizontale mate van detaillering	25 m	50 m	50 m	40 m	20 m		
Verticale mate van detaillering	1 m	1 m	1 m	1 dm	dm		
Nauwkeurigheid van de hoogten	gemiddeld 1 - 2 m, bij een middelhoge ligging ca. 1,5 m en in de Alpen ca. 5 tot 8 m	gemiddeld 2,5 m	tussen ± 2-3m	tussen ± 1-3, deels 5 m	gemiddelde hoogtenauwkeurigheid 0,5 m, in bosgebieden ± 2-5m		
Afgeleid van	interpolatie uit de deelstaatkaart 1:25.000	hoogtelijnen van topografische kaarten, schaal 1:25.000 met iso- afstandslijnen van 5-40 m	fotogrammetrische analyse van luchtfoto's uit de jaren 70	fotogrammetrische analyse van luchtfoto's	interpolatie uit de Duitse basiskaart 1:5000		
Opmerkingen			aanvullend is in het verantwoordelijkheidsge- bied van de Gewässer- direktion Lahr, voor de steden Mannheim en Karlsruhe tevens gebruik gemaakt van laser-scan-gegevens en van hoogtegegevens uit DGK5				

Tabel: Specifieke vermogenswaarden van Duitse deelstaten

Specifieke vermogenswaarden Baden-Württemberg			
Gebruiksklasse	Waarde per m ² onr. goed	Waarde per m ² roer. goed	Totaal
1 Bebouwing	268,- Euro per m ²	54,- Euro per m ²	322,- Euro per m ²
2 Industrie	262,- Euro per m ²	83,- Euro per m ²	345,- Euro per m ²
3 Verkeer	246,- Euro per m ²	2,- Euro per m ²	249,- Euro per m ²
4 Landbouwareaal			6,- Euro per m ²
5 Bos			2,- Euro per m ²
6 Overige			geen waarde

Specifieke vermogenswaarden Hessen			
Gebruiksklasse	Waarde per m ² onr. goed	Waarde per m ² roer. goed	Totaal
1 Bebouwing	231,- Euro per m ²	51,- Euro per m ²	282,- Euro per m ²
2 Industrie	258,- Euro per m ²	80,- Euro per m ²	338,- Euro per m ²
3 Verkeer	300,- Euro per m ²	3,- Euro per m ²	303,- Euro per m ²
4 Landbouwareaal			7,- Euro per m ²
5 Bos			1,- Euro per m ²
6 Overige			geen waarde

Specifieke vermogenswaarden Rheinland-Pfalz			
Gebruiksklasse	Waarde per m ² onr. goed	Waarde per m ² roer. goed	Totaal
1 Bebouwing	181,- Euro per m ²	41,- Euro per m ²	222,- Euro per m ²
2 Industrie	259,- Euro per m ²	81,- Euro per m ²	340,- Euro per m ²
3 Verkeer	143,- Euro per m ²	1,- Euro per m ²	144,- Euro per m ²
4 Landbouwareaal			5,- Euro per m ²
5 Bos			1,- Euro per m ²
6 Overige			geen waarde

Specifieke vermogenswaarden Nordrhein-Westfalen			
Gebruiksklasse	Waarde per m ² onr. goed	Waarde per m ² roer. goed	Totaal
1 Bebouwing	231,- Euro per m ²	59,- Euro per m ²	289,- Euro per m ²
2 Industrie	231,- Euro per m ²	80,- Euro per m ²	311,- Euro per m ²
3 Verkeer	263,- Euro per m ²	2,- Euro per m ²	265,- Euro per m ²
4 Landbouwareaal			9,- Euro per m ²
5 Bos			1,- Euro per m ²
6 Overige			geen waarde

Bij het ten behoeve van de landbouw gebruikte areaal betreft het gemiddelde jaaropbrengsten, aangevuld met de waarde van het in de CORINE-database niet vastgelegde aandeel „Publieke infrastructuur”.

Tabel: Specifieke vermogenswaarden van Zwitserland, Frankrijk en Nederland

Specifieke vermogenswaarden Zwitserland			
Gebruiksklasse	Waarde per m ² onr. goed	Waarde per m ² roer. goed	Totaal
1 Bebouwing	275,- Euro per m ²	65,- Euro per m ²	340,- Euro per m ²
2 Industrie	287,- Euro per m ²	96,- Euro per m ²	383,- Euro per m ²
3 Verkeer	292,- Euro per m ²	3,- Euro per m ²	294,- Euro per m ²
4 Landbouwareaal			7,- Euro per m ²
5 Bos			1,- Euro per m ²
6 Overige			geen waarde

Specifieke vermogenswaarden Frankrijk			
Gebruiksklasse	Waarde per m ² onr. goed	Waarde per m ² roer. goed	Totaal
1 Bebouwing	217,- Euro per m ²	51,- Euro per m ²	268,- Euro per m ²
2 Industrie	229,- Euro per m ²	76,- Euro per m ²	305,- Euro per m ²
3 Verkeer	232,- Euro per m ²	2,- Euro per m ²	234,- Euro per m ²
4 Landbouwareaal			7,- Euro per m ²
5 Bos			1,- Euro per m ²
6 Overige			geen waarde

Specifieke vermogenswaarden Nederland			
Gebruiksklasse	Waarde per m ² onr. goed	Waarde per m ² roer. goed	Totaal
1 Bebouwing	252,- Euro per m ²	59,- Euro per m ²	311,- Euro per m ²
2 Industrie	262,- Euro per m ²	87,- Euro per m ²	350,- Euro per m ²
3 Verkeer	266,- Euro per m ²	2,- Euro per m ²	268,- Euro per m ²
4 Landbouwareaal			7,- Euro per m ²
5 Bos			1,- Euro per m ²
6 Overige			geen waarde

Tabel: Schadefuncties

Schadefunctie	Funktietype
SF_bebouwing, onroerende goed.	$Y = 2x^2 + 2x$
SF_industrie, onroerende goed.	$Y = 2x^2 + 2x$
SF_verkeer, onroerende goed.	$\{0..1\} Y=10x$ vanaf 1 $Y=10$
SF_uitrusting, bedrijfsleven	$Y = 11 * x + 7,5$
SF_uitrusting, wonen	$Y = 12 * x + 16,25$ $\{x=1..7\}$
SF_uitrusting, overheid	$Y = 7 * x + 5$
SF_bebouw., roer. Goed (35% bedr.leven, 60% wonen, 5% staat)	$Y = 11,4 * x + 12,625$
SF_industrie, roer. goed.	$Y = 7 * x + 5$
SF_verkeer, roer. goed.	$\{0..1\} Y=10x$ vanaf 1 $Y=10$
SF_InNF	$Y = 1$
SF_bos	$Y = 1$

x = Waterpeil in meter Y = Mate van beschadiging in procent

De geringe mate van schade bij de ten behoeve van de landbouw gebruikte arealen wordt veroorzaakt door de omvangrijke, echter voor schade ongevoelige vermogenswaarden van de publieke infrastructuur die vanwege de beperkte mate van detaillering van de CORINE-database in deze gebruikscategorie zijn opgenomen. Het bedrag van 0,05 tot 1,0 Euro per m² komt overeen met een gemiddeld opbrengstverlies van akkers en weiden in hoogwatersituaties.