M33-389

Zandmaas/Maasroute
Trajectnota/MER

Basisalternatieven
Deel 1 | Rivierverruiming

Werken aan
de Maas van morgen

Zandmaas/Maasroute
Trajectnota/MER

Basisalternatieven deel 1: Rivierverruiming

De Trajectnota/MER Zandmaas/Maasroute is opgesteld door projectorganisatie De Maaswerken.
De Maaswerken is een samenwerkingsverband van het ministerie van Verkeer en Waterstaat, de Provincie Limburg en het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
De Maaswerken verzorgt de planvorming en uitvoering van de deelprojecten Zandmaas/Maasroute en Grensmaas.

Werken aan
de Maas van morgen

Colofon

De Trajectnota/MER Zandmaas/Maasroute is opgesteld door projectorganisatie De Maaswerken

Informatie
De Maaswerken
Afdeling Communicatie
Postbus 1593
6201 BN Maastricht
telefoon 0800 - 62 27 93 75
e-mail inspraak@demaaswerken.nl
http://www.demaaswerken.nl

Concept en vormgeving
Total Design, Maastricht

Prepress
Baston Prepress, Den Haag

Druk
Koninklijke De Swart, Den Haag

Fotografie
Meetkundige Dienst, ANP, Van Sloun/Ramaekers, Harry Meesters, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVB), Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB)

Illustraties
Kees Nuijten illustraties, Rijk Meerbeek

De Trajectnota/MER is tot stand gekomen in samenwerking met IWACO en DHV met bijdragen van WL | delft hydraulics, CSO, Grontmij, Arcadis, Witteveen+Bos en HKV

Maastricht, januari 1999

Inhoudsopgave

	Samenvatting		6
Hoofdstuk 1	Inleiding		19
Deel A	**Ontwerpbeschrijving**		21
Hoofdstuk 2	Visie op de basisalternatieven		22
	2.1	Doel van ontwikkelen basisalternatieven	22
	2.2	Zandmaas	24
	2.3	Maasroute	26
	2.4	Vervuilde grond	27
	2.5	Keuze uit combinatiemogelijkheden van Zandmaas en Maasroutemaatregelen	28
	2.6	Uitgangspunten	28
Hoofdstuk 3	Ontwerpmaatregelen		31
	3.1	Inleiding	31
	3.2	Zandmaasmaatregelen	31
	3.3	Maasroutemaatregelen	38
	3.4	Peilbeheer	41
Hoofdstuk 4	Afgeleide activiteiten		45
	4.1	Delfstoffen	45
	4.2	Vervuilde grond	46
	4.3	Kabels en leidingen	51
	4.4	Morfologische maatregelen	52
Hoofdstuk 5	Uitvoeringsmaatregelen		54
	5.1	Uitvoering rivierverruiming	54
	5.2	Uitvoering kabels en leidingen	59
Hoofdstuk 6	Beheer, onderhoud en monitoring		61
	6.1	Onderhoudsbaggerwerk ten behoeve van morfologisch evenwicht	61
	6.2	Beheer en onderhoud ecotopen	63
	6.3	Beheer en onderhoud en monitoring beschermingsconstructies	64
Deel B	**Effectbeschrijving**		65
Hoofdstuk 7	Algemeen		67
Hoofdstuk 8	Bescherming tegen hoogwater		70
	8.1	Beoordelingscriteria	70
	8.2	Effecten	72

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 9 Scheepvaart 75
9.1 Beroeps- en recreatievaart 75

Hoofdstuk 10 Natuur 92
10.1 Gebieden met een natuurfunctie 93
10.2 Verdrogingsgevoelige natuur 95
10.3 Rivierecotopen 99
10.4 Leefgebieden voor rivierdoelsoorten 102
10.5 Doelsoorten van het beleid 112
10.6 Overlap RBON-gebieden 112

Hoofdstuk 11 Landschap 114
11.1 Inleiding 115
11.2 Landschap 116
11.3 Cultuurhistorie en bodemarchief 126

Hoofdstuk 12 Oppervlaktewater en morfologie 148
12.1 Inleiding 148
12.2 Waterbeweging en waterstanden 148
12.3 Zijrivieren 155
12.4 Stabiliteit rivierloop 157
12.5 Slibhuishouding en oppervlaktewaterkwaliteit 159

Hoofdstuk 13 Grondwater 177
13.1 Inleiding 177
13.2 Effectbeschrijving 178
13.3 Grondwaterstanden 180
13.4 Afvoer naar oppervlaktewater 188
13.5 Grondwaterkwaliteit 197
13.6 Intrekgebied onttrekingen 208
13.7 Verspreiding puntverontreinigingen 215

Hoofdstuk 14 Woon- en leefmilieu 218
14.1 Hinder 218
14.2 Externe veiligheid 222

Hoofdstuk 15 Ruimtegebruik 223
15.1 Effecten op hoofdlijnen 223
15.2 Landbouw 223
15.3 Recreatie 235
15.4 Wonen, werken en infrastructuur 245

Hoofdstuk 16 Economie 249
16.1 Monetaire effecten 251
16.2 Werkgelegenheid 261

Hoofdstuk 17 Kosten 265

Begrippenlijst 267

Bijlagen 283

A Verdrogingsgevoelige natuur 285

B Landschapsbeeld 292

C Historische geografie 293

D Archeologie 303

E Aardkundige waarden 313

F Veranderingen van grondwaterstanden 30%-nat jaar 315

G Veranderingen van grondwaterstanden 70%-nat jaar 318

H Verandering van oppervlak kwelgebied 321

I Verandering van verblijftijden grondwater 323

J Verandering van maximale diepte grondwatersystemen 325

K Procentuele verandering grondwatersystemen 327

L Verandering grondwaterstand (figuur) 329

Samenvatting

Overzicht studiegebied

Samenvatting

Inleiding

Het project Zandmaas/Maasroute heeft als hoofddoelstellingen het verlagen van hoogwaterstanden op de Zandmaas en het verbeteren van de Maasroute voor de scheepvaart. Een andere belangrijke doelstelling is het realiseren van beperkte natuurontwikkeling.
De belangrijkste keuzen met betrekking tot de hoofddoelstellingen van het project worden in een aantal basisalternatieven in beeld gebracht. De Basisalternatieven 1, 2 en 3 die in dit document beschreven worden zijn ontwikkeld om de hoofdkeuzes met betrekking tot rivierverruiming te kunnen maken. Deze keuzes betreffen de hoogte van het beschermingsniveau en de wijze waarop het beschermingsniveau wordt gerealiseerd.

Welk beschermingsniveau: verhanglijn 1 of verhanglijn 2?

In beginsel is er in het project voor gekozen om een beschermingsniveau achter de kaden te realiseren van 1/250 per jaar. Op basis van de hoogtes van de kaden, zoals die in het advies van de Commissie Boertien II zijn voorgesteld, is een verhanglijn voor de Maas berekend die tot het gewenste beschermingsniveau leidt. Dit is verhanglijn 1. De werkelijk gerealiseerde hoogtes van de kaden is echter hoger dan in het advies van de Commissie Boertien II werd voorgesteld, waardoor verhanglijn 1 tot een veel hoger beschermingsniveau van ongeveer 1/1.000 per jaar leidt. Daarom is op basis van de werkelijke hoogte van de kaden opnieuw een verhanglijn berekend die het afgesproken beschermingsniveau van 1/250 per jaar realiseert. Dit is verhanglijn 2.

Welke maatregelen: verdiepen of verbreden?

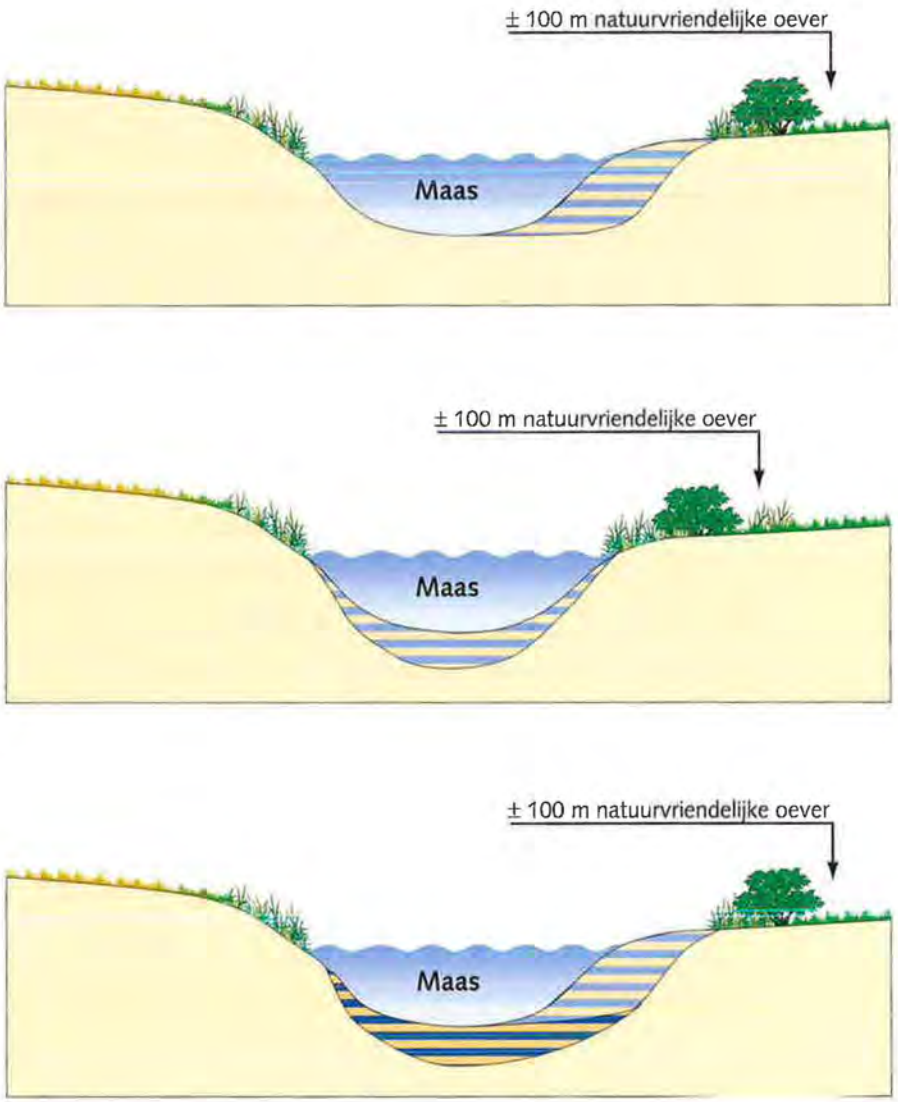
De rivierverruiming die nodig is om het vereiste beschermingsniveau te realiseren kan zowel met verdieping als verbreding van het zomerbed bereikt worden. Bij verbreding is meer profielverruiming nodig om hetzelfde veiligheidsniveau te bereiken dan bij verdieping. Verbreding houdt de mogelijkheid open om in de toekomst alsnog verdere profielverruiming te realiseren door verdieping.

Basisalternatieven 1, 2 en 3

De rivierverruiming wordt in de Basisalternatieven 1, 2 en 3 als volgt voorzien:

- in Basisalternatief 1 wordt verhanglijn 2 gerealiseerd door verdieping;
- in Basisalternatief 2 wordt verhanglijn 2 gerealiseerd door verbreding;
- in Basisalternatief 3 wordt verhanglijn 1 gerealiseerd door verbreding met aanvullende verdieping.

Dit is schematisch weergegeven in figuur 0.1.



Figuur 0.1 – Schematische weergave Basisalternatieven 1, 2 en 3

Op hoofdlijnen gaat het om de volgende verschillen tussen de alternatieven:

Maatregel	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
verdieping	111.200 m	10.800 m	100.900 m
verbreding	0 m	88.550 m	88.550 m

Om de keuzes met betrekking tot de te realiseren verhanglijn en de rivierverruimingsmaatregelen zo duidelijk mogelijk in beeld te brengen, is bij de Basisalternatieven 1, 2 en 3 geen variatie aangebracht in de maatregelen ten behoeve van scheepvaart en natuurontwikkeling.

Maatregelen voor de scheepvaart

Voor de scheepvaart is ervan uitgegaan dat de Maasroute een Vb-vaarweg wordt, geschikt voor tweebaksduwvaart, met een diepgang van 3,5 meter. Om deze diepgang te bereiken, moeten verschillende sluizen aangepast worden en zullen er bij Heel en Grave nieuwe sluizen gebouwd worden.

In verschillende stuwpanden moet peilopzet plaatsvinden. Om het stuwpeil te kunnen verhogen zullen de stuwen aangepast moeten worden. Daarnaast zal het Julianakanaal verbreed worden tot 60 meter en zullen verschillende bochten verruimd moeten worden. Als gevolg van de maatregelen aan de vaarweg zal ook een aantal bruggen over het Julianakanaal aangepast moeten worden.

Natuurontwikkeling
De basisalternatieven bevatten een minimum aan natuurontwikkelingsmaatregelen, deze blijven beperkt tot de aanleg van natuurvriendelijke oevers over een lengte van bijna 37 km.

Het realiseren van rivierverruiming brengt verschillende afgeleide effecten en processen met zich mee, die, net als de hoofdactiviteiten, effecten op het milieu kunnen hebben. Het gaat om het vrijkomen van delfstoffen en verontreinigde specie en het aanpassen van kabels en leidingen.

Delfstoffen en vervuilde specie
Met het uitvoeren van de voorgestelde maatregelen komt in alle alternatieven een hoeveelheid delfstoffen vrij. Het gaat hierbij om verschillende soorten zand en grind. Ook komt er een bepaalde hoeveelheid vervuilde specie vrij. Dit kan zowel droge specie zijn die vrijkomt bij verbreding en de aanleg van natuurvriendelijke oevers, als natte specie die bij verbreding uit het huidige zomerbed komt. Bij zomerbedverdieping komt geen vervuilde specie vrij.
Het materiaal dat bij de verbreding van het Julianakanaal vrijkomt kan bij aanleg van de nieuwe situatie voor een groot deel weer hergebruikt worden. Van het in de loop der jaren in het kanaal gesedimenteerde slib en de klei die is aangebracht als ondoorlatende laag wordt aangenomen dat zij verontreinigd zijn. In het Achtergronddocument 'Grond' wordt nader aangegeven om welke hoeveelheden het gaat en hoe met de vrijkomende materialen wordt omgegaan.

Kabels en leidingen
In het projectgebied van de Zandmaas en Maasroute ligt een groot aantal (bundels van) kabels en leidingen evenwijdig aan of haaks op de rivier. Ook liggen er objecten in het winterbed zoals rioolverstorten, hoogspanningsmasten, etc. Ten gevolge van de maatregelen aan de Zandmaas en het Julianakanaal zal een groot aantal van deze kabels en leidingen aangepast moeten worden. Het gaat hierbij om 160 tot 180 aanpassingen, afhankelijk van het alternatief. De aanpassingen betreffen verlegging of het aanbrengen van een beschermingsconstructie.

Effecten, algemeen
De basisalternatieven hebben over het algemeen geen grote effecten op de omgeving. De effecten doen zich vooral voor in de stuwpanden Sambeek en Grave. In deze stuwpanden wordt in de drie basisalternatieven een belangrijk deel van de maatregelen voorzien, terwijl zich in deze stuwpanden tevens een aantal belangrijke waarden bevindt.
Zoals verwacht kan worden doen zich positieve effecten voor bij de thema's die gekoppeld zijn aan de hoofddoelstellingen van het project: veiligheid en bescherming, scheepvaart en natuur.
De basisalternatieven brengen positieve economische effecten met zich mee. Deze betreffen vooral reductie van de jaarlijkse verwachtingswaarde van de hoogwaterschade. Er treedt wel een afname van de werkgelegenheid in de landbouw op.
De basisalternatieven leiden tot verlies van karakteristieke beelddragers in het landschap, met name rivierbegeleidende bomenrijen. Bij Basisalternatief 1 wordt dit verlies gecompenseerd door de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Basisalternatief 2 en 3 zullen in stuwpand Sambeek over een grote lengte terrasranden aansnijden, dit wordt als duidelijk negatief effect beoordeeld. De basisalternatieven brengen uitsluitend tijdelijke (geluid)hinder met zich mee, in de eindsituatie is er geen toename van hinder te verwachten.

Bescherming tegen hoogwater

Na realisatie van de Basisalternatieven 1 of 2 is de afvoercapaciteit van de rivier zodanig verruimd, dat de waterstanden in de rivier bij een afvoer van 3.382 m^3/s (1/250 per jaar) niet hoger komen dan de waterstanden die in de huidige situatie optreden bij een afvoer van 2.774 m^3/s (1/50 per jaar).
Het gegarandeerde beschermingsniveau is daarmee, in termen van hoogwaterstanden vijf keer zo hoog geworden. Bij Basisalternatief 3 wordt het beschermingsniveau nog hoger, omdat bij realisatie van dit alternatief bij afvoeren van 3.900 m^3/s (bijna 1/1.250 per jaar) de waterstanden niet hoger worden dan de huidige waterstanden bij afvoeren van 2.774 m^3/s. Een hoger beschermingsniveau vertaalt zich in een lagere verwachte jaarlijkse overstromingsschade. Ook de kans op een levensbedreigend hoogwater is veel kleiner geworden, dit vertaalt zich in een veel kleinere kans dat iemand om reden van een bedreigend hoogwater moet evacueren.
De omvang van het winterbed wordt gedefinieerd als het ondergelopen gebied bij een afvoer van 1/1.250 per jaar. Momenteel is deze afvoer circa 3.965 m^3/s bij Borgharen. Bij realisatie van de basisalternatieven treedt bij een gelijke afvoer een lagere waterstand op en zal het overstroomde gebied kleiner zijn. De omvang van het winterbed neemt daardoor bij realisatie van de basisalternatieven af, het sterkst bij Basisalternatief 3.

Scheepvaart

In de Basisalternatieven 1, 2 en 3 is ervan uitgegaan dat de Maasroute geschikt gemaakt wordt als Vb-vaarweg, bevaarbaar voor tweebaksduwvaart met een diepgang tot 3,50 meter. De drie basisalternatieven hebben min of meer gelijke, positieve effecten op de scheepvaart. Wel zijn tijdens de uitvoering van de alternatieven tijdelijk en op beperkte schaal negatieve effecten te verwachten.

Vlotheid

De vlotheid van de vaarweg neemt met name toe op het Julianakanaal door de verbreding en bij de sluiscomplexen Heel en Grave, door de nieuwbouw van sluiskolken. De vlotheid neemt meer toe voor grotere schepen dan voor kleinere schepen. Tijdens de uitvoering zal er gedurende 2 à 3 jaar sprake zijn van afname van de vlotheid, met name daar waar aanpassingen van de vaarweg worden voorzien. Ook de afvoer van bodemmaterialen heeft een tijdelijke afname van de vlotheid tot gevolg.
Het gaat hierbij om een geringe toename van de passeertijd van sluizen.

Veiligheid

In de referentiesituatie is de Maasroute een relatief veilige vaarroute. Door uitvoering van Basisalternatieven 1, 2 en 3 neemt de veiligheid van de Maasroute nog verder toe, met name door de profielverruiming van het Julianakanaal en de verruiming van enkele bochten. Tijdens de uitvoering van de aanpassingen aan de sluizen zal de ongevalskans tijdelijk, in geringe mate toenemen.

Kwaliteit van de vaarweg

De Basisalternatieven 1, 2 en 3 leiden per definitie tot een toename van de diepgang van de vaarweg tot 3,50 m. De beschikbaarheid van de vaarweg voor tweebaksduwvaart neemt in de drie basisalternatieven toe. Door de bouw van een tweede sluis bij Grave en een derde sluis bij Heel neemt de kans op stremmingen bij deze sluiscomplexen af. Tweebaksduwvaart kan via de nieuwe sluis bij Heel over het Lateraalkanaal varen en hoeft niet meer om te varen over de lus van Linne. Hierdoor neemt de aantrekkelijkheid van de lus voor de recreatievaart toe. De aantrekkelijkheid van de gehele Maasroute neemt toe door lokale verbredingen en de aanleg van natuurvriendelijke oevers.

Toekomstmogelijkheden

Na aanpassing is de Maasroute een evenwichtige vaarweg zonder al te grote problemen.
De scheepvaart op de Maasroute kan verder groeien tot vervoersvolumina van 30 miljoen ton per jaar

over het noord-zuidgedeelte van de route en 15 miljoen ton per jaar over het oost-westgedeelte van de route. Bij groei boven deze volumina zal de bocht bij Elsloo, maar ook de breedte van het Julianakanaal steeds meer een knelpunt vormen. De passeertijden bij de hoogbelaste sluizen beginnen bij verdere groei van de scheepvaart verder op te lopen. Ook zullen de beroeps- en de recreatievaart steeds vaker in elkaars vaarwater komen.

Modal-split
Modal-split geeft de verdeling aan van de totale vervoersstroom over verschillende vormen van vervoer (weg, spoor en water). Op basis van voorspellingen voor de lange termijn wordt een significante wijziging van de modal-split ten gunste van de scheepvaart verwacht.

Natuur
De effecten van de basisalternatieven op natuur zijn in grote lijnen neutraal of positief, hoewel zich voor afzonderlijke criteria plaatselijk wel negatieve effecten voor kunnen doen. De positieve effecten doen zich met name voor tussen Eijsden en Borgharen, tussen stuw Linne en stuw Grave en langs het Maas-Waalkanaal. Deze effecten kunnen enerzijds worden toegeschreven aan de positieve invloed van peilopzet op verdrogingsgevoelige natuur, anderzijds aan de toename van de hoeveelheid riviernatuur ter plaatse van de natuurvriendelijke oevers, die worden aangelegd.

Gebieden met natuurbestemming
Ten behoeve van zomerbedverbreding en de aanleg van natuurvriendelijke oevers worden op beperkte schaal gebieden met een natuurbestemming vergraven. Het overall effect van deze vergravingen is voor alle basisalternatieven neutraal, hoewel zich plaatselijk positieve of juist negatieve effecten voor kunnen doen.

Verdrogingsgevoelige natuur
Per saldo treden voor alle basisalternatieven positieve effecten op voor de verdrogingsgevoelige natuur. Het opzetten van het stuwpeil leidt tot het verhogen van grondwaterstanden. Hierdoor worden de verdrogingseffecten bij veel verdrogingsgevoelige vegetatiecomplexen sterk verminderd of opgeheven. Als gevolg van de peilopzet vernatten enkele gebieden bovenstrooms van de stuwen zodanig, dat de aanwezige vegetatietypen overgaan in een natter type. Plaatselijk worden verdrogingsgevoelige vegetaties vergraven, het meest in stuwpand Sambeek.

Rivierecotopen
De totale oppervlakte aan riviernatuur neemt bij uitvoering van de drie basisalternatieven toe met 20 tot 25%. Hiermee wordt een stap gezet in de richting van het streefbeeld dat voor de Zandmaas is opgesteld. De toename van riviernatuur vindt vooral plaats tussen Belfeld en Grave, waar de natuurvriendelijke oevers worden aangelegd. In mindere mate neemt ook tussen Roermond en Belfeld de hoeveelheid riviernatuur toe, met name veroorzaakt door peilopzet. Ondanks het feit dat de totale oppervlakte van de natuur toeneemt en een stap in de richting van het natuurstreefbeeld wordt gezet, nemen de potenties voor riviernatuur in het gebied af. Riviernatuur kan zich alleen ontwikkelen in gebieden die vaker dan éénmaal per jaar overstromen, door de rivierverruiming neemt dit gebied in oppervlakte af.

Leefgebieden voor rivierdoelsoorten
Met de aanleg van natuurvriendelijke oevers neemt ook de beschikbaarheid van habitats voor een aantal doelsoorten in de Zandmaas toe. De kwaliteit van de habitats neemt niet noemenswaardig toe. Ook de verbetering van de netwerkfunctie van de rivier is minimaal, vooral vanwege de beperkte schaal

waarop natuurontwikkelingsmaatregelen worden getroffen. Door de rivierverruiming neemt de kwaliteit van water en slib in de Maas toe, hierdoor nemen de ecotoxicologische risico's voor natuur af.

Doelsoorten van het beleid
Voor soorten van (droge) graslanden vindt een afname plaats in de Basisalternatieven 1 en 2. Daarbij scoort Basisalternatief 2 iets negatiever dan Basisalternatief 1. Voor de overige soorten blijft de situatie gelijk of vindt een toename plaats.

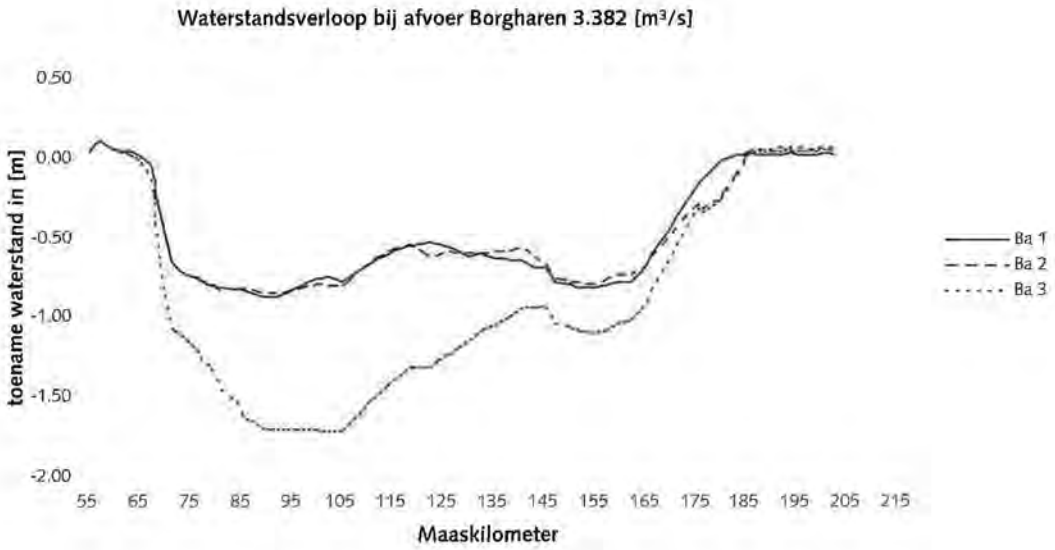
Landschap, cultuurhistorie en bodemarchief
De basisalternatieven hebben geen grote effecten op het landschap. Door de rivierverruiming wordt de schaal van het landschap nergens aangetast. Plaatselijk wordt de functionele herkenbaarheid van het landschap beïnvloed door het verlies van beelddragers, met name rivierbegeleidende bomenrijen. Bij Basisalternatief 1 wordt dit verlies gecompenseerd door de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Hierdoor verandert het landschap echter enigszins van karakter: het beeld van de rivier als een cultuurmonument wordt vervangen door het beeld van een natuurlijke rivier. Bij Basisalternatieven 2 en 3 treedt meer verlies op van karakteristieke rivierbegeleidende bomenrijen, met name langs de Maaskant, en in mindere mate tussen Neer en Belfeld. Deze verliezen worden niet gecompenseerd, waardoor zij negatief scoren.

De effecten van de basisalternatieven op cultuurhistorie en bodemarchief worden eveneens bepaald door de aanleg van natuurvriendelijke oevers en de zomerbedverbreding. Bij Basisalternatief 1 worden tussen stuw Belfeld en stuw Grave effecten verwacht. Bij Basisalternatieven 2 en 3 worden bovendien effecten verwacht tussen stuw Roermond en stuw Belfeld en tussen stuw Grave en stuw Lith. De ingrepen vinden overwegend plaats in gebieden met een matig veranderd cultuurlandschap, met een middelmatige archeologische verwachtingswaarde. Historisch geografische en archeologische effecten kunnen niet gecompenseerd worden zoals bij landschappelijke effecten wel het geval is en worden daarom negatief beoordeeld. De effecten van de basisalternatieven op de aardkundige waarden worden ook negatief beoordeeld, aangezien er geen compensatie plaatsvindt in de vorm van de ontwikkeling van nieuwe aardkundige waarden. Basisalternatief 2 en 3 hebben tussen stuw Belfeld en stuw Sambeek zeer negatieve effecten op aardkundige waarden, omdat over een grote lengte terrasranden aangesneden worden.

De verbreding van het Julianakanaal heeft geen blijvend effect op het landschap. Hoewel kanaalbegeleidende bomenrijen zullen moeten wijken voor de kanaalverbreding, worden zij volledig vervangen door nieuwe, waardoor er slechts sprake is van een tijdelijk effect op het landschap. Dit tijdelijke effect wordt niet negatief beoordeeld. De verbreding van het kanaal brengt echter vanuit historisch geografisch en archeologisch oogpunt wel negatieve effecten met zich mee. De verbreding vindt plaats in een licht veranderd cultuurlandschap en snijdt op een aantal plaatsen bebouwde kommen aan, waaronder die van het beschermd dorpsgezicht van Elsloo. Bovendien worden met de verbreding gebieden met een middelmatig tot hoge archeologische verwachtingswaarde aangesneden. De kanaalverbreding tast slechts in beperkte mate aardkundige waarden aan: er worden nergens aardkundige waarden doorsneden. Effecten op aardkundige waarden worden daarom niet als negatief beoordeeld.

Oppervlaktewater en morfologie
Waterbeweging
Bij de effecten van de basisalternatieven op de waterbeweging in de Maas is onderscheid gemaakt tussen situaties met relatief hoge waterstanden, waarin de rivier niet gestuwd is en situaties waarin de rivier wel gestuwd is.

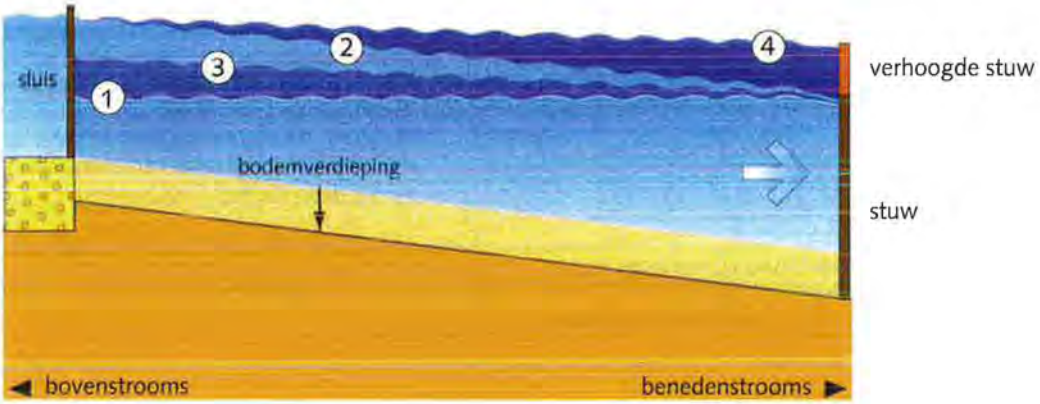
In niet gestuwde situaties vertonen de basisalternatieven alledrie hetzelfde patroon. Bij piekafvoeren tot ongeveer 1.750 m³/s zal door de profielverruiming van het zomerbed het water sneller afgevoerd worden en treedt er minder topvervlakking op. Dit leidt tot een verhoging van de waterstanden bij Lith ten opzichte van de huidige situatie. Bij hogere afvoeren gaat het water ook door het winterbed stromen en treedt een daling van de hoogwaterstanden bij Lith op. Bij de allerhoogste afvoeren (hoger dan 3.000 m³/s) valt dit effect weer weg, en treedt uitsluitend nog versnelling van de afvoer van het water op. Er treedt dan weer een stijging van de waterstanden op ten opzichte van de huidige situatie. Basisalternatief 3 vertoont dit patroon het duidelijkst, Basisalternatief 2 het minst. In figuur 0.2 is het effect weergegeven.



1) *Snelle afvoer door het zomerbed*
2) *Tevens afvoer door het winterbed*
3) *Bij vol winterbed, uitsluitend nog versnelling van de afvoer*

Figuur 0.2 – Waterstanden bij Lith bij verschillende afvoerpieken onder invloed van Basisalternatieven 1, 2 en 3

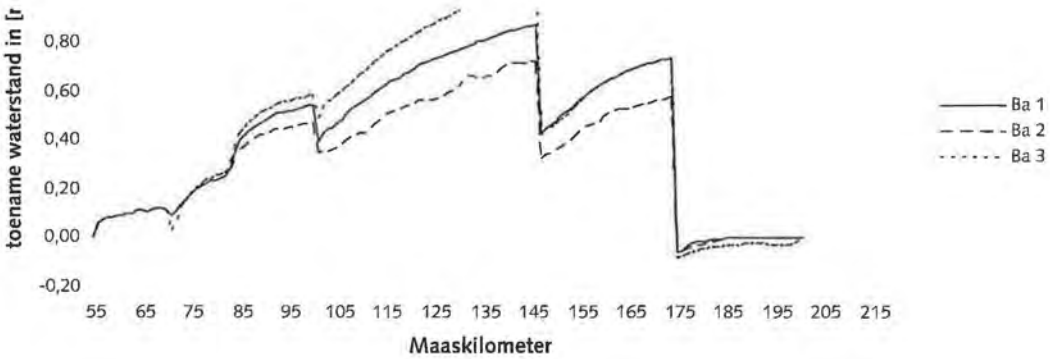
Bij de meest voorkomende afvoeren (50 tot 500 m³/s) is de rivier gestuwd. Bij de laagste afvoeren is er vrijwel geen verhang in de stuwpanden aanwezig. Bij toenemende afvoeren neemt het verhang in de stuwpanden toe. Door de rivierverruiming neemt het verhang ten opzichte van de huidige situatie af. Hierdoor ontstaat bovenstrooms in het stuwpand een daling van de (grond)waterstanden.
Door het opzetten van het stuwpeil kunnen deze dalingen worden voorkomen. Hoe meer het verhang afneemt, hoe meer peilopzet noodzakelijk is. In figuur 0.3 is de relatie tussen verhang, profielverruiming en waterstanden weergegeven.



1) *De afvoer is heel erg laag.*
2) *Bij voorjaarsafvoeren zijn er relatief hoge (grond)waterstanden bij de sluis en zijn er geen problemen met de sluisinvaartdiepte*
3) *Bij bodemverdieping stroomt het water makkelijk naar beneden. Het water staat dan minder steil. Bij de sluis staat het water dan lager dan in de niet verdiepte situatie en dus de grondwaterstand ook.*
4) *Door het verhogen van een stuw kan daling van de (grond)waterstand voorkomen worden. Door de verhoging van een stuw is de verdroging daar precies 0 en overal elders in het stuwpand gaan de (grond)waterstanden omhoog.*

Figuur 0.3 – Relatie tussen verhang, profielverruiming en peilopzet

In Basisalternatief 3 wordt de meeste profielverruiming gerealiseerd en neemt het verhang dus ook het meeste af. Er zal daarom meer peilopzet noodzakelijk zijn om mogelijke dalingen van de waterstanden bovenstrooms te voorkomen. Dit is het minste het geval bij Basisalternatief 2, waar het verhang het minste afneemt. In figuur 0.4 is dit weergegeven voor de situatie bij gemiddelde afvoeren.



Figuur 0.4 – Waterstandsverschil met referentiesituatie bij gemiddelde afvoer. QBorgharen = 184,5 m³/s

Morfologie
In alle alternatieven nemen de hoogwaterstanden door profielverruiming af, terwijl bij gestuwde afvoeren de waterstanden door peilopzet toenemen. De veranderingen van de waterstanden hebben invloed op de morfologie van de zijrivieren door veranderingen in erosie- en sedimentatieprocessen. Deze effecten zijn het sterkst bij Basisalternatief 3. De morfologische effecten in de zijrivieren moeten met lokale maatregelen gemitigeerd worden.

Erosie van de oevers langs de Maas zal naar verwachting nauwelijks optreden. Door de maatregelen nemen de stroomsnelheden over het algemeen af en de golfaanval van de oevers loopt terug. De bestaande oeverbescherming biedt hierdoor voldoende bescherming tegen erosie. Erosie van de natuurvriendelijke oevers zal naar verwachting geen omvangrijke vormen aannemen.

Slibhuishouding en oppervlaktewaterkwaliteit
Sedimentatie treedt vooral op in de verbrede en verdiepte bovenstroomse trajecten. Hierdoor daalt de concentratie zwevend stof en treedt verder benedenstrooms minder sedimentatie op. De netto sedimentatie in de hoofdbaan is voor alle alternatieven gelijk. Wel verschillen de basisalternatieven in de netto sedimentatie die optreedt in de voorhavens: in Basisalternatief 2 treedt de meeste sedimentatie op en in Basisalternatief 3 de minste. De kwaliteit van het zwevend stof is beoordeeld aan de hand van de concentraties van lindaan, zink en PCB-153. De concentraties van lindaan en zink (totaal en geadsorbeerd) liggen in de huidige situatie ver boven de grenswaarden en zullen naar verwachting niet sterk veranderen. Dit ligt anders voor de gehalten van PCB-153. Deze gehalten liggen dichterbij de grenswaarde en zullen naar verwachting benedenstrooms in de Zandmaas duidelijk afnemen ten opzichte van de referentiesituatie. Dit effect is het sterkst in Basisalternatief 1 en 3.
De basisalternatieven hebben geen effecten op de kwaliteit van het zomerbed. Hoewel de kwaliteit van het zwevend stof verbetert, zal sedimentatie in het winterbed in de toekomst nog kunnen leiden tot een geringe toename van de verontreinigingsgraad.
Wat betreft de groei van algen geldt, dat verdieping tot een afname van deze groei leidt: ondanks de lagere zwevend stof concentraties is over de gehele waterkolom minder licht beschikbaar voor de groei van algen. Verbreding leidt tot een toename van de algengroei, met name benedenstrooms, waar de concentratie zwevend stof lager is. Hoewel groenalgen sterker op deze verschillen reageren dan de blauwalgen, zijn met name de effecten op blauwalgen van belang. Deze algen scheiden toxische stoffen af, hetgeen van belang is voor de winning van oppervlaktewater bij Lith. Voor de chlorophyla waarden worden geen grote verschillen verwacht tussen de basisalternatieven, de waarden dalen ten opzichte van de huidige situatie en blijven ruim onder de norm. De totaal gehalten fosfor en stikstof vertonen geen grote verschillen ten opzichte van de autonome situatie. Deze gehalten liggen ruim boven de normen.

Grondwater

Grondwaterstanden
De basisalternatieven hebben effect op grondwaterstanden, vooral tussen Linne en Grave. De omvang van deze effecten varieert niet alleen in de loop van het jaar, maar ook van jaar tot jaar. In een relatief droog jaar zijn de effecten op de grondwaterstanden over een groter oppervlak merkbaar dan in een relatief nat jaar.

De gemiddeld laagste grondwaterstanden, die zich aan het eind van de zomer voordoen worden door de maatregelen bij geen van de alternatieven verlaagd, maar in relatief grote gebieden verhoogd. Dit effect treedt zowel in relatief droge als relatief natte jaren op. Er is hierdoor sprake van een positief effect uit oogpunt van bestrijding van verdroging. De omvang van het effect is het grootst bij Basisalternatief 3 en het kleinst bij Basisalternatief 2.

Over het algemeen treedt er in de winter vernatting van gronden op. De gemiddeld hoogste grondwaterstanden, die optreden aan het eind van de winter worden bij alle basisalternatieven verhoogd, het meest bij Basisalternatief 3 en het minst bij Basisalternatief 2. Plaatselijk treedt ook verlaging van de wintergrondwaterstanden op, waardoor vernatting afneemt. Dit effect is het sterkst in relatief natte jaren.

Afvoer van grondwater naar het oppervlaktewater
De basisalternatieven hebben ongeveer gelijke, positieve effecten op de grondwaterkwantiteit. Het verhogen van het waterpeil in de Maas en de Maasplassen leidt tot hogere grondwaterstanden in gebieden langs de Maas. Hierdoor zal bij de aanwezigheid van drainerende waterlopen, zoals beken en sloten, meer grondwater naar deze waterlopen toe stromen. De infiltratie van water uit de kleine watergangen naar het grondwater neemt bovendien af. Deze combinatie van effecten wordt positief gewaardeerd, omdat zij mogelijkheden bieden om verdroging tegen te gaan en de oppervlaktekwaliteit in de kleine waterlopen te verbeteren. Voor de Maas en de Maasplassen, die de hoge grondwaterstanden veroorzaken, geldt dat het grondwater voor een deel niet meer naar de Maas, maar naar de kleine waterlopen gaat stromen. De effecten doen zich vooral voor tussen Maasbracht en Grave en zijn het grootst tussen Sambeek en Grave.

Grondwatersystemen en grondwaterkwaliteit
Grondwatersystemen vormen verbindingen tussen gebieden waar oppervlaktewater in de bodem wegzakt en gebieden waar het grondwater weer aan de oppervlakte komt. Grote, regionale grondwatersystemen bevatten grondwater van betere en contantere kwaliteit dan kleinere, lokale grondwatersystemen. De basisalternatieven hebben overwegend positieve effecten op bestaande grondwatersystemen. Naar verwachting zullen grotere, regionale systemen meer invloed krijgen in kwelgebieden, waarvan velen met grondwaterafhankelijke natuurwaarden. Er vindt op veel plaatsen een omslag van infiltratie naar kwel plaats, waardoor de invloed van verontreinigingen op het grondwater afneemt, terwijl door de afgenomen diepte van de grondwaterspiegel het natuurlijk vermogen tot afbraak van overtollig stikstof in het grondwater (denitrificatie) enigszins toeneemt.

Intrekgebied onttrekkingen
De basisalternatieven hebben geen negatieve invloed op de stijghoogten ter plaatse van grondwateronttrekkingen voor drinkwater. Ook voor de intrekgebieden worden slechts geringe veranderingen verwacht. Voor slechts drie onttrekkingen (Heer, Asselt en Hanik) worden veranderingen van meer dan 10% verwacht, deze worden in principe negatief gewaardeerd. De effecten op grondwateronttrekkingen voor industriewater zijn in principe vergelijkbaar met die voor drinkwater.

Verspreiding van puntverontreinigingen
De invloed van de basisalternatieven op de verspreiding van puntverontreinigingen door veranderingen in grondwaterstromen is beperkt. Voor de meeste trajecten wordt een neutraal effect verwacht. De bodemkwaliteit kan tevens beïnvloed worden doordat bij vergravingen verontreinigingen worden aangesneden. Dit zal plaatselijk optreden bij de verbreding van het Julianakanaal en bij de aanleg van natuurvriendelijke oevers.

Woon- en leefmilieu
De effecten op het woon- en leefmilieu zijn beschreven aan de hand van de hinder die als gevolg van het project op kan treden en aan de hand van de externe veiligheid.

Hinder
De basisalternatieven brengen met name in de aanlegfase tijdelijke hinder met zich mee. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen geluidhinder en hinder door stof en trillingen. De totale hoeveelheid hinder is uitgedrukt in zogenaamde hindermensdagen. Dit is een vermenigvuldiging van het aantal gehinderden met de duurtijd van de hinder. Basisalternatief 1 veroorzaakt het hoogste aantal geluidgehinderden, doordat verdieping tot meer geluidhinder leidt dan verbreding. Basisalternatief 3, waarin zowel verbreed als verdiept wordt, brengt eveneens een groot aantal geluidgehinderden met zich mee. Basisalternatief 2 leidt tot het grootste aantal hindermensdagen mede door hinder van stof en trillingen. Dit wordt veroorzaakt doordat de ingrepen van Basisalternatief 2 dichter bij woningen plaatsvinden. Vanwege het grote belang dat aan geluidhinder wordt gehecht is de eindbeoordeling van Basisalternatief 2 minder negatief dan Basisalternatief 1. Basisalternatief 3 leidt tot de meeste hinder.

Externe veiligheid
Er doen zich in de huidige situatie op de Maasroute nergens problemen voor op het gebied van externe veiligheid. Door aanpassingen van de vaarweg neemt de veiligheid op meerdere plaatsen toe ten opzichte van de huidige situatie. Er is daarom bij de basisalternatieven sprake van een gelijkblijvende of zelfs verder geoptimaliseerde veiligheidssituatie.

Ruimtegebruik

Landbouw
Veruit het grootste deel van het winterbed wordt gebruikt voor de landbouw. Bij uitvoering van de basisalternatieven zullen er enkele bedrijven verdwijnen. Uitvoering van de basisalternatieven legt beslag op de landbouwgronden. Dit effect treedt vooral op in stuwpand Sambeek en heeft de geringste omvang bij Basisalternatief 1. Buiten het winterbed leiden de basisalternatieven in de meeste trajecten tot afname van de droogteschade. Uitzondering vormen de trajecten Maasbracht – Linne, Belfeld Sambeek en in droge jaren ook Roermond – Belfeld. In deze trajecten overheerst vernattingsschade die vooral in akkerbouwgebieden optreedt. In het winterbed overheersen negatieve effecten: de oppervlakte graslanden met ernstige wateroverlast neemt toe, vooral in de trajecten Roermond – Belfeld, Belfeld – Sambeek en Sambeek – Grave. In vergelijking met gronden buiten het winterbed gaat het hier echter om geringe oppervlaktes.

Recreatie
Het effect op de recreatie wordt uitgedrukt in de mate waarin een alternatief bijdraagt aan het realiseren van de meest gewenste ontwikkelingen voor recreatie en toerisme (streefbeeld).
De verschillende maatregelen zoals voorgenomen bij de Basisalternatieven 1,2,3 dragen bij in geringe mate bij aan het realiseren van het streefbeeld. Hoewel de verschillende maatregelen ten dele positieve effecten voor toerisme en recreatie met zich meebrengen levert dit in totaal te weinig voordelen op om tot een positief eindoordeel voor de gehanteerde criteria te leiden. Voor Basisalternatief 1 geldt dat de toekomstwaarde van dit alternatief relatief hoger is dan bij Basisalternatief 2 en 3.

Wonen, werken en infrastructuur
In drie trajecten zullen woningen en/of bedrijven moeten worden geamoveerd. Door de verbreding van het Julianakanaal moeten er ten noorden van Urmond 2 bedrijven en 2 woningen verdwijnen. Ten zuiden van Geulle zal 1 woning en ter hoogte van Geulle zullen 11 woningen verloren gaan. Basisalternatief 2 en 3 leiden tot het verlies van 2 woningen, één ter hoogte van Reuver en één ter hoogte van Blitterswijk. De jaarlijkse verwachtingswaarde van de schade voor particulieren en bedrijven is beperkt en alleen in de gemeenten Venlo, Gennep en Roermond nog van enige betekenis.
Bij Basisalternatief 3 is de omvang van deze schade het geringst.

De basisalternatieven hebben geen belangrijke effecten op de infrastructuur, wel zullen met name enkele toegangswegen tot veerponten aangepast moeten worden.

Economie

Uitvoering van de basisalternatieven leidt tot een reductie van de hoogwaterschade van circa 200 miljoen gulden bij Basisalternatieven 1 en 2 en ongeveer 250 miljoen gulden bij Basisalternatief 3. Deze reductie treedt vooral op in stuwpand Belfeld – Sambeek. Door de maatregelen aan de vaarweg dalen de kosten van transport over de Maasroute. Dit is vooral te danken aan de vergroting van de diepgang en in mindere mate aan aanpassingen van sluizen. Tijdens de uitvoering van het project zullen de vaarkosten tijdelijk toenemen door vertragingen als gevolg van toegenomen zand en grind transporten. Basisalternatief 1 brengt de grootste toegevoegde waarde met zich mee.
Doordat er bij dit alternatief verdiept wordt, treedt er relatief weinig areaalverlies op, terwijl er meer delfstoffen gewonnen worden. Bij alle basisalternatieven treedt er een daling van de werkgelegenheid in de landbouw op, het sterkst in stuwpand Sambeek. Dit verlies wordt gecompenseerd door projectwerkgelegenheid en – met name bij Basisalternatief 1 – extra werkgelegenheid in de delfstoffensector.

Kosten

De totale kosten voor Basisalternatief 1 zijn geraamd op 1.750 miljoen gulden bij toutvenant verwerken tot 1.850 miljoen gulden bij separaat verwerken. Hierbij is rekening gehouden met de inkomsten die door het project gegenereerd kunnen worden. Basisalternatief 2 en 3 brengen veel meer kosten met zich meevanwege het feit dat verbreden duurder is dan verdiepen. De kostenraming voor Basisalternatief 2 bedraagt 2.350 tot 2.750 (bij toutvenant respectievelijk separaat verwerken) miljoen gulden; Basisalternatief 3 kost circa 2.600 tot 2.850 miljoen gulden (bij toutvenant respectievelijk separaat verwerken).

1 Inleiding

In dit achtergronddocument 'Basisalternatieven' deel 1 worden de Basisalternatieven 1, 2 en 3 beschreven (de basiskeuzes rivierverruiming). De besluiten omtrent Zandmaas en Maasroute zullen apart worden genomen. Daarom is ervoor gekozen de basisalternatieven in twee deelrapporten te beschrijven. In het eerste deel worden de basiskeuzes rivierverruiming beschreven en in het tweede deel de basiskeuzes scheepvaart. Het doel van de basisalternatieven is tweeledig. Allereerst geven de basisalternatieven een inzicht in de belangrijkste verschillen in effecten met betrekking tot de basiskeuzes voor rivierverruiming (verbreden versus verdiepen en verhanglijn 1 versus verhanglijn 2). Door het uitwerken van deze basisalternatieven met telkens dezelfde Maasroutemaatregelen en het tot een minimum beperken van allerlei natuurontwikkelingsmaatregelen kunnen de verschillen tussen bovenstaande basiskeuzes helder in beeld worden gebracht. Daarnaast moet het Basisalternatief (als voorkeuze op basis van effecten en kosten) als een reëel alternatief worden gezien naast het Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA) en het Combinatie-alternatief om in meer of minder mate aan de projectdoelstellingen te kunnen voldoen.

De basisalternatieven dienen:

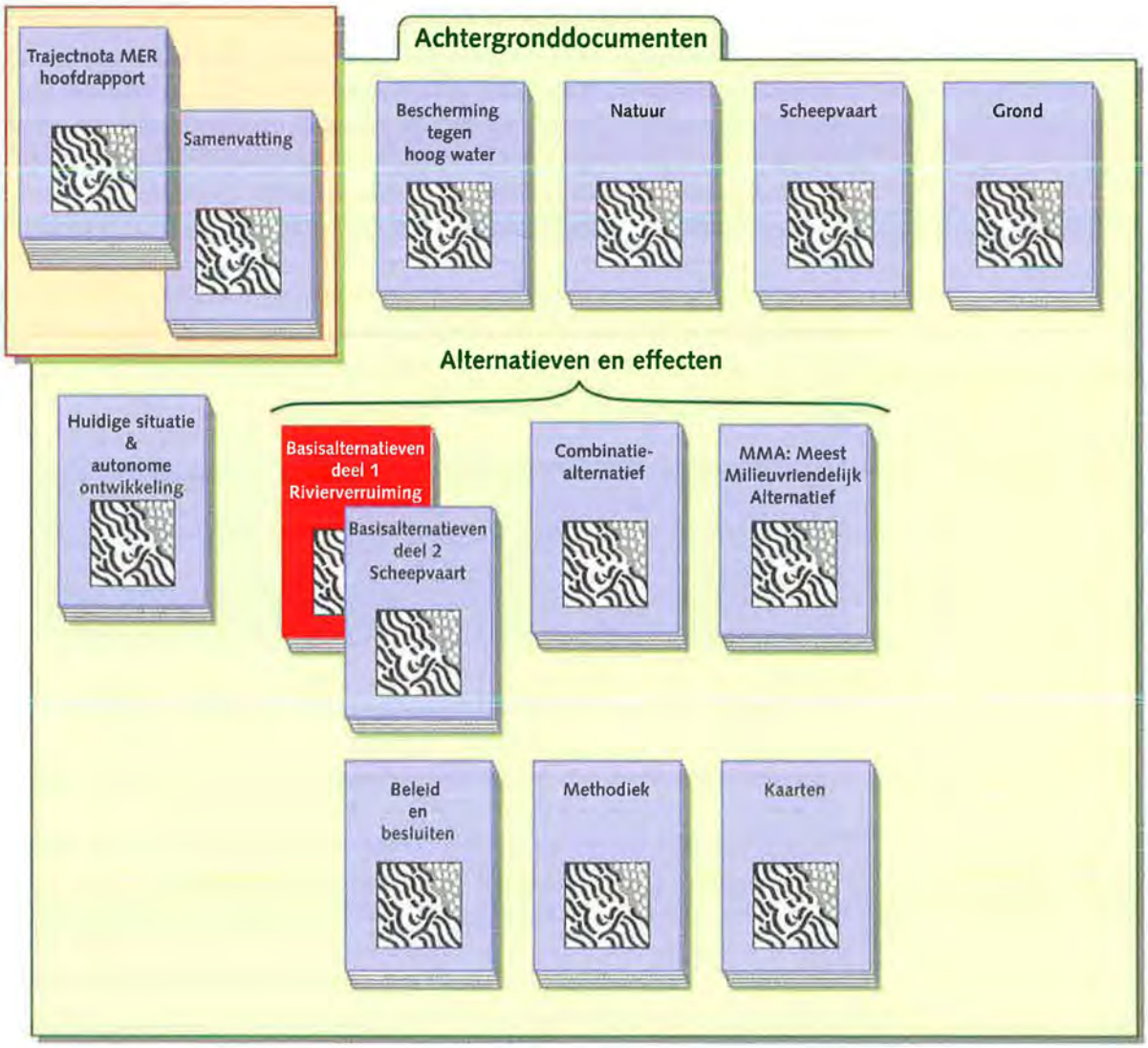
1. om een helder inzicht te geven in de basiskeuzes binnen het project wat betreft rivierverruiming en scheepvaart
2. als 'kaal' alternatief naast het MMA en het Combinatie-alternatief

Het achtergronddocument is verdeeld in twee onderdelen: een deel A gericht op het beschrijven van de maatregelen en een deel B gericht op het beschrijven van de effecten. In deel A wordt allereerst de visie besproken. Daarin worden de verschillende basiskeuzes op een rij gezet waarna uiteindelijk de logische combinatiemogelijkheden van maatregelen naast elkaar worden gezet.
Vervolgens worden de uitgangspunten van de te beschrijven basisalternatieven gepresenteerd, waarna meer in detail de verschillende ontwerpmaatregelen worden beschreven. Na het ontwerp komen achtereenvolgens een aantal afgeleide activiteiten als het vrijkomen van delfstoffen en vervuilde grond en het omgaan met kabels en leidingen in het gebied, de maatregelen tijdens uitvoering en het beheer en onderhoud aan de orde. In deel B worden de effecten beschreven en beoordeeld aan de hand van 10 thema's: bescherming tegen hoog water, scheepvaart, natuur, landschap, oppervlaktewater en morfologie, grondwater, woon- en leefmilieu, ruimtegebruik, economie en kosten.

Plaats van het Achtergronddocument Basisalternatieven deel 1: Rivierverruiming in de Trajectnota/MER

Dit achtergronddocument maakt deel uit van de reeks achtergronddocumenten die in het kader van Trajectnota/MER Zandmaas/Maasroute zijn opgesteld. Deze achtergronddocumenten vormen de basis voor de Hoofdnota. Een overzicht van documenten waaruit de Trajectnota/MER is opgebouwd, is weergegeven in figuur 1.1. De rapporten 'Basisalternatieven' deel 1 en 2 vormen samen met de rapporten 'Combinatie-alternatief' en Meest Milieuvriendelijk Alternatief' het totaal aan alternatieven en effecten. De alternatieven- en effectenrapporten bevatten technische informatie over het ontwerp en de daaruit voortkomende effecten. De referentiesituatie waartegen de meeste effecten worden afgezet zijn beschreven in het Achtergronddocument Huidige situatie en autonome ontwikkeling. Achtergronden bij gebruikte effectbeschrijvingen of gebruikte modellen komen aan de orde in 'Methodiek'.

Het project Zandmaas/Maasroute heeft als hoofddoelstellingen het verlagen van hoogwaterstanden op de Zandmaas en het verbeteren van de Maasroute voor de scheepvaart. Een andere belangrijke doelstelling is het realiseren van beperkte natuurontwikkeling.



Figuur 1.1 – Plaats van het Achtergronddocument Basisalternatieven deel 1: Rivierverruiming in de Trajectnota/MER

Deel A

Ontwerpbeschrijving

2 Visie op de basisalternatieven

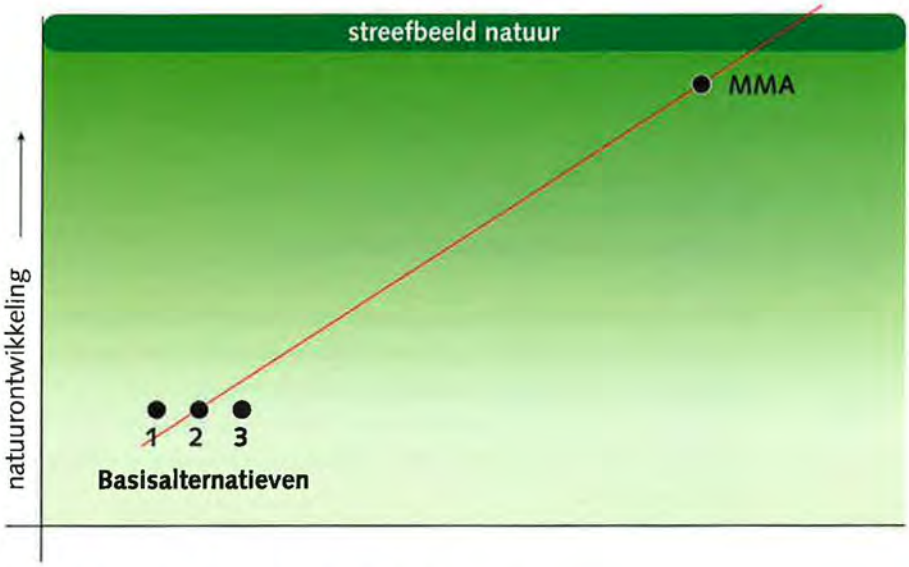
2.1 Doel van ontwikkelen basisalternatieven

Het project Zandmaas/Maasroute heeft drie doelstellingen:
1. hoogwaterstandsverlaging
2. verbetering van de scheepvaartroute
3. beperkte natuurontwikkeling

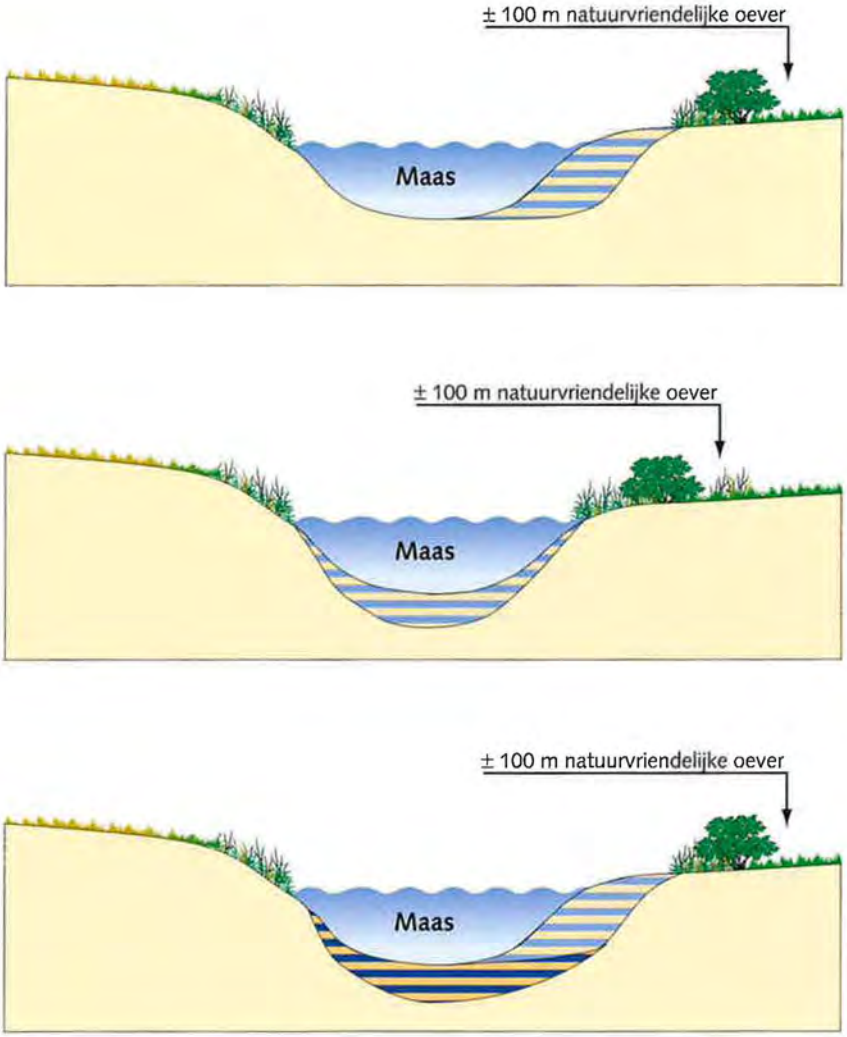
Om deze doelstellingen te bereiken, zijn verschillende maatregelen mogelijk. Al deze maatregelen beïnvloeden in het algemeen de rivier, maar daarmee ook enkele samenhangende aspecten zoals het grondwaterpeil, de natuur, het landschap en het woon- en leefmilieu voor omwonenden. Ook hebben verschillende maatregelen voor een projectdoel (bijvoorbeeld de hoogwaterbestrijding) indirect effect op de andere projectdoelen, zoals de natuur en de scheepvaart. De regering heeft al besloten tot uitvoering van werken ter beperking van het hoogwaterrisico, maar nog niet voor de manier waarop. Het besluit tot verbetering van de Maasroute is nog niet genomen. Ook hiervoor worden verschillende alternatieven meegenomen (waaronder een alternatief zonder verbetering (nul-alternatief)).
De omvang van beperkte natuurontwikkeling is niet duidelijk afgebakend en natuurontwikkeling zal zich niet altijd laten verenigen met de andere doelstellingen. Het project Zandmaas/Maasroute is hierdoor erg complex.
Binnen deze complexiteit moeten in deze fase van het planproces keuzes op hoofdlijnen worden gemaakt. Keuzes zowel voor de verschillende afzonderlijke projectdoelen als voor integrale oplossingen voor het project in zijn totaal. Binnen het project dienen dus de belangrijkste keuzemogelijkheden zodanig te worden voorbereid dat het bevoegd gezag op hoofdlijnen een keuze kan maken.
Deze belangrijkste keuzemogelijkheden worden in de vorm van alternatieven en varianten in de Trajectnota/MER gepresenteerd.

Met de basisalternatieven beoogt het project de belangrijkste keuzes in beide projecten zodanig voor te bereiden dat op hoofdlijnen de hoofdvorm, de mate van rivierverruiming en de toelaatbare capaciteit van schepen gekozen kan worden.
In de basisalternatieven zijn bewust alleen de hoofdkeuzes meegenomen. Dit om de verschillende keuzes helder naast elkaar te kunnen zetten en te vergelijken en deze niet te laten beïnvloeden door allerlei neveneffecten. De basisalternatieven bevatten daarom een minimum aan natuurontwikkelingsmaatregelen.

Met de basisalternatieven worden de ingrepen en effecten van de belangrijkste keuzes in beeld gebracht, te weten: verbreden of verdiepen, verhanglijn 1 of verhanglijn 2, de gewenste scheepvaartklasse en de gewenste diepgang.



Figuur 2.1 – Positionering basisalternatieven en MMA in alternatievenpalet



Figuur 2.2 – basisalternatieven Zandmaas

2.2 Zandmaas

De visie op het ontwerp van Basisalternatief vraagt om het inzichtelijk maken van twee van de drie belangrijkste keuzes voor het Zandmaasproject:
1. de afweging verhanglijn 1 of 2;
2. de afweging verdiepen of verbreden;
3. hoe beperkt is beperkte natuurontwikkeling.

De afweging verhanglijn 1 versus verhanglijn 2 wordt inzichtelijk gemaakt met behulp van aan de ene kant het verhanglijn 1 – alternatief (Basisalternatief 3) en aan de andere kant de verhanglijn 2 – alternatieven (Basisalternatieven 1 en 2).
De afweging verdiepen versus verbreden wordt in de basisalternatieven inzichtelijk gemaakt door het zomerbedverdiepingsalternatief (Basisalternatief 1) en zomerbedverbredingsalternatief (Basisalternatief 2).
Een derde keuze met betrekking tot beperkte natuurontwikkeling wordt niet uitgewerkt binnen de basisalternatieven. Deze keuzes worden onder andere besproken in het ontwerpproces, het MMA en het Combinatie-alternatief.

2.2.1 Keuze tussen verhanglijn 1 of 2

In het project is in beginsel gekozen om met het beschermingsniveau niet verder te gaan dan het oorspronkelijke vertrekpunt van 1/250 per jaar. Een hoger beschermingsniveau bij verhanglijn 1 (1/1000 per jaar achter de kaden) heeft een prijs. Zo leidt de drastische verdieping van de Maas (6 m) tot aanzienlijke grondwaterpeilverlaging (verdroging). Om deze verdroging te voorkomen zal een flinke peilopzet moeten plaatsvinden, hetgeen weer leidt tot inundatie/vernatting en (kostbare) aanpassingen van bruggen, stuwen, sluizen en andere infrastructuur.
Een ander nadeel van verhanglijn 1 is het verder terugdringen van de rivierdynamiek. Bovendien kunnen benedenstrooms meer nadelige hydraulische effecten ontstaan. In onderstaande tabel zijn beide verhanglijnen naast elkaar gezet.

Tabel 2.1 Gevolgen van keuze voor beschermingsniveau

Verhanglijn 1, beschermingsniveau 1/1.000 per jaar	Verhanglijn 2, beschermingsniveau 1/250 per jaar
• meer verruiming nodig (6 m verdiepen)	• minder verruiming (3 m verdiepen)
• dringt de rivier terug richting zomerbed;	• dringt rivier minder terug;
• sterke vermindering van rivierdynamiek en meer ruimte voor andere functies	• meer ruimte voor rivier(dynamiek) en minder voor andere functies
• 'wringt' rivier verder uit; later minder mogelijkheden om rivier verder terug te dringen	• meer toekomstwaarde; meer mogelijkheden om rivier later alsnog terug te dringen.
• laat water makkelijker en sneller door; benedenstrooms komt water sneller en 'hoger' aan	• minder effecten benedenstrooms
• lagere waterstanden voorjaar, dus lagere grondwaterstanden (verdroging)	• hogere waterstanden, minder verdroging
• tegengaan verdroging vraagt hogere peilopzet met als gevolg vernatting	• tegengaan verdroging leidt tot minder vernatting

Op basis van de bovenbeschreven verschillen is er bij de ontwikkeling van de overkoepelende alternatieven (inclusief het MMA) de voorkeur gegeven voor de uitvoering van een rivierverruiming waarbij een beschermingsniveau van 1/250 achter de kaden wordt gerealiseerd.

2.2.2 Keuze tussen verdieping of verbreding

De overwegingen die een rol spelen bij de keus tussen verbreding of verdieping staan hieronder beschreven.
Met verbreding van het zomerbed is de rivierverruiming voor het vereiste beschermingsniveau van 1/250 per jaar net zo goed te bereiken als met zomerbedverdieping. Voor verbreding is daar echter meer profielverruiming voor nodig.

Bij verbreding biedt het zomerbed bij de 'normale' afvoeren iets meer weerstand aan het doorstromende water dan bij verdieping. Daardoor staat het water in de stuwpanden in gestuwde situatie onder een iets steilere helling (verhang) en blijven de rivierwaterstanden dus boven in het stuwpand hoger dan bij verdieping. Daardoor veroorzaakt zomerbedverbreding minder verdroging en is er minder compenserende peilopzet nodig.
Zomerbedverbreding geeft meer direct beschikbare ruimte aan de rivier zelf. De tendens naar grotere afvoeren en grotere druk op de beschikbare ruimte vereist in de toekomst waarschijnlijk verdere verruiming van het zomerbed. Ingeval nu verbreding wordt toegepast is dat in die zin een duurzamere oplossing: flexibiliteit om later door verdieping naar verdere rivierverruiming te gaan.
Onderzoek toont aan dat er een verschil bestaat tussen verdieping en verbreding in de waterstanden die benedenstrooms bij de middelhoge en extreem hoge rivierafvoeren zullen optreden.
Ook de looptijd van de hoogwatergolven zijn verschillend.
Het directe ruimtebeslag van verbreding is vanzelfsprekend groter dan dat van verdieping.
Zomerbedverbreding levert veel niet-vermarktbare en zelfs vervuilde grond op, terwijl bij zomerbedverdieping voornamelijk schone vermarktbare delfstoffen vrijkomen.
Zomerbedverbreding levert dus een hoeveelheid restmateriaal op dat nu in de oevers ligt.
Bij het aanpakken van de oevers ontstaan wel direct goede mogelijkheden op om de nieuwe oevers natuurvriendelijk af te werken.
Vanwege de terreinverwerving en vanwege de af te voeren gronden, zal zomerbedverbreding meer proceduretijd vergen.

2.2.3 Hoofdkeuze voor aanpak beperkte natuurontwikkeling

Om de hoofdkeuzes binnen het project Zandmaas (verhanglijn 1 of 2 en verbreden of verdiepen) zo helder mogelijk naast elkaar te zetten en te vergelijken is binnen de basisalternatieven de hoeveelheid natuurontwikkeling tot een minimum beperkt. De hoeveelheid natuurontwikkeling is één van de hoofdkeuzes voor het project Zandmaas. Deze keuze heeft echter veel implicaties die een keuze tussen verhanglijn 1 of 2 en tussen verbreden en verdiepen niet helder maken.
Dat betekent dat in de basisalternatieven wordt afgezien van weerdverlagingen en hoogwatergeulen.
De natuurontwikkelingsmaatregelen worden binnen de basisalternatieven beperkt tot natuurvriendelijke oevers die
a) hydraulisch en geohydrologisch gezien het nuttigst zijn en
b) positief bijdragen aan natuurlijke én landschappelijke waarden.

ad a) In het Meest Milieuvriendelijk Alternatief wordt geconcludeerd dat verbreding en rivierverruimende natuurvriendelijke oevers hydraulisch gezien het meest effectief zijn in de stuwpanden Sambeek, Belfeld en Grave, in deze volgorde. Sambeek is dat door zijn lengte en het ver doorwerken van zowel rivierverruimende als peilopzetmaatregelen. Belfeld is dat door de aanwezigheid van belangrijke verdrogingsgevoelige gebieden dicht bij de rivier. Voor Grave geldt hetzelfde als Sambeek, maar in mindere mate.

ad b) In het Meest Milieuvriendelijk Alternatief zijn natuurvriendelijke oevers gepositioneerd in de Venloslenk en de Maaskant. Voor het traject van de Maaskant werd geconcludeerd dat de natuurvriendelijke oevers het bestaande landschap negatief beïnvloeden. Daarom zijn bij de basisalternatieven, waarin veel minder natuur is opgenomen, de oevers in de Maaskant weggelaten. In de Peelhorst zijn grootschalige natuurvriendelijke oevers landschappelijk minder gewenst.

Uit a) en b) volgt dat in de basisalternatieven alleen in de Venloslenk natuurvriendelijke oevers komen te liggen. De totale lengte is beperkt tot 37 km.

2.3 Maasroute

Prognoses geven aan dat op lange termijn (tot 2050) het goederenvervoer over de Maas aanzienlijk zal toenemen wanneer de vaarroute wordt verbeterd. Deze toename gaat dan ten koste van de groei van het wegtransport. Gezien de milieuvoordelen van het transport over water in grotere schepen (minder uitstoot van schadelijke gassen, minder aantasting van woon- en leefmilieu) en de lagere kosten wordt hieraan veel waarde toegekend. Deze overheveling van transport zal kleiner zijn wanneer de vaarweg niet de verwachte groei van het goederentransport door een toereikende schaalvergroting in de scheepvaart kan opvangen, omdat de vaarweg dat verhindert.

De hoofdkeuzen voor scheepvaartverbetering bestaan uit:
a) keuze voor scheepvaartklasse Va of Vb (tweebaksduwvaart)
b) in geval van keuze voor tweebaksduwvaart, de keuze voor 3,50 m of 4,00 m diepgang.

Wanneer de keuze op tweebaksduwvaart is gevallen zal de diepgang van de vaarweg minstens 3,5 m moeten zijn. Met minder diepgang kunnen tweebaksduwschepen onvoldoende worden beladen en wordt er dus inefficiënt gevaren. De beoogde schaalvergroting komt daardoor niet uit de verf. Aan de andere kant leidt een grotere diepgang dan 3,5 m tot een sterke toename van de investeringskosten, terwijl de baten verhoudingsgewijs veel minder stijgen. Zo maakt een grotere diepgang veel grotere investeringen in sluisaanpassingen nodig, of een hoger opzetten van het peil in de stuwpanden. Dit laatste heeft weer nadelige gevolgen voor allerlei functies.

De visie op het ontwerp van de basisalternatieven vraagt om het inzichtelijk maken van de belangrijkste scheepvaartalternatieven in het Maasrouteproject:
- het nulalternatief voor scheepvaart (Va-vaarweg met diepgang 3,00 m)
- Va-vaarweg met diepgang 3,50 m
- Vb-vaarweg met diepgang 3,50 m
- Vb-vaarweg met diepgang 4,00 m

Aangezien er nog geen beslissing is gevallen dat de scheepvaartverbetering wordt uitgevoerd is een nuloptie nog steeds een reële mogelijkheid, die moet worden onderzocht.

Nulalternatief
Het nulalternatief houdt in dat binnen het project geen maatregelen worden genomen voor de scheepvaart. Aangezien er nog geen beslissing is gevallen dat de scheepvaartverbetering wordt uitgevoerd is een nuloptie een reële mogelijkheid, die moet worden onderzocht. In deze situatie gaat het om een Va-vaarweg met een diepgang van 3,00 m.

Alternatief Vb – 4,00 m
Dit alternatief richt zich op een vlotte vaart van schepen met een lengte tot 190 meter, een breedte tot 11,4 meter en een diepgang tot 4 meter. De streefwaarde voor de diepgang van een vaarweg van klasse Vb ligt bij 4 meter. Bij dit alternatief wordt de toegankelijkheid van de vaarweg vergroot.
Er is daarbij dan ook nadrukkelijk aandacht voor voortdurende schaalvergroting van de scheepvaart.

Alternatief Vb – 3,50 m
Het alternatief Vb - 3,50 m is gelijk aan bovenstaand alternatief behalve dat de diepgang beperkt blijft tot 3,5 meter. Het garanderen van een maximale diepgang van 3,5 meter in plaats van de streefwaarde voor de diepgang van 4 meter wordt ingegeven door de kosten en baten die voor het bepalen van de uiteindelijke diepte een belangrijke rol spelen.

Alternatief Va – 3,50 m
Bij het alternatief Va - 3,50 m gaat het om de veilige en vlotte vaart van schepen met een lengte tot 110 meter, een breedte tot 11,4 meter en een diepgang tot 3,5 meter. Dit alternatief richt zich op een beperkte uitbreiding van de huidige capaciteitsklasse van de vaarweg en zal minder effecten op de omgeving hebben.

2.4 Vervuilde grond

Bij het uitvoeren van de verschillende ingrepen komt een hoeveelheden grond en vervuild slib en delfstoffen vrij. De delfstoffen worden in de markt afgezet. De hoeveelheden die het betreft komen aan de orde in paragraaf 4.1. De vrijkomende hoeveelheden grond zijn vermeld in paragraaf 4.2.
Het afvoeren, hergebruiken of bergen van de hoeveelheden grond kan op verschillende wijzen gebeuren. Grond en niet vermarktbare delfstoffen die niet of slechts licht verontreinigd zijn zullen in principe gebruikt worden voor het verondiepen van plassen. Mogelijk zal een deel van de grond binnen of buiten het project voor andere doeleinden worden toegepast.
Voor het omgaan met meer verontreinigd sediment of grond zijn twee scenario's uitgezocht:
- alles opslaan in daarvoor bestemde IBC – depots: het depotspoor;
- verwerken van verontreinigde specie volgens het beleid van actief bodembeheer;

Het zogenaamde depotspoor gaat ervan uit dat alle klasse 3 en 4 specie in IBC – depots geborgen zal worden en klasse 0,1 en 2 in andere plassen wordt gestort. Bij het actief bodembeheerspoor worden uitsluitend zogenaamde hot spots in een IBC – depot geborgen terwijl voor de gebiedseigen verontreinigde specie in principe gekozen wordt voor storten in bestaande plassen zonder IBC – voorwaarden. *Hot spots* zijn met name lokale gevallen (niet gebiedseigen) van bodemverontreiniging, waarvoor afvoer naar een IBC – depot vereist is. Voor het bergen van specie in het kader van actief bodembeheer bestaat de voorkeur voor het bergen van specie in bestaande plassen. Daarnaast zijn nog andere mogelijkheden bekeken zoals het terugplaatsen van specie in het riviersysteem. Bij het beschrijven van de effecten van de basisalternatieven is het bij de meeste aspecten niet van belang welk spoor wordt gevolgd. Daar waar dit relevant is, is in dit Achtergronddocument uitgegaan van het depotspoor. In het Achtergronddocument Grond wordt uitvoerig ingegaan op het verwerken van vervuilde grond.

2.5 Keuze uit combinatiemogelijkheden van Zandmaas en Maasroutemaatregelen

Uit de voorgaande afwegingen voor rivierverruiming: verbreden versus verdiepen en verhanglijn 1 versus verhanglijn 2, en de afwegingen voor verbetering van de scheepvaart: Va-vaarweg versus Vb-vaarweg en de keuze voor de gewenste diepgang, zijn een zestal basisalternatieven gedefinieerd. In de vergelijking van de Basisalternatieven 1, 2 en 3 worden de effecten van de verschillende basiskeuzes voor rivierverruiming naast elkaar gezet. In de vergelijking van de Basisalternatieven 4, 5 en 6 (zie deel 2) gaat het juist om de specifieke verschillen tussen de scheepvaartalternatieven. Basisalternatief 2 vormt de verbinding tussen de vergelijking van basisalternatieven gericht op rivierverruiming en basisalternatieven gericht op verbetering van de scheepvaart. De mogelijke alternatieven uit de combinatie van scheepvaartkeuzes en keuzes voor rivierverruiming zijn weergegeven in onderstaand schema.

Scheepvaartverbetering				
	Nulalternatief	Alternatief Va - 3,50 m	Alternatief Vb - 3,50 m	Alternatief Vb - 4,00 m
Rivierverruiming				
verdieping			Basisalternatief 1	
verbreding	Basisalternatief 4	Basisalternatief 5	Basisalternatief 2	Basisalternatief 6
verhanglijn 1			Basisalternatief 3	

Om uiteindelijk een goede en onderbouwde keuze te maken uit alle combinatiemogelijkheden zoals deze in bovenstaand schema zijn aangegeven is het niet nodig om alle combinaties ook geheel te beschrijven qua ontwerp en effecten. Het uitwerken van de gearceerde combinaties houdt in dat de meest interessante en voor de hand liggende combinaties aan de orde komen. Daarnaast kunnen op basis van uitwerkingen van deze combinaties de omvang en richting van de effecten van de overige combinaties eenvoudig worden afgeleid. Door deze werkwijze blijft het aantal uit te werken alternatieven beperkt en overzichtelijk.
Voor de ontwerpen van de alternatieven op kaart wordt verwezen naar het Achtergronddocument Kaarten.

2.6 Uitgangspunten

Voordat de verschillende ontwerpmaatregelen van de basisalternatieven worden besproken worden in deze paragraaf eerst de belangrijkste uitgangspunten voor de ontwerpen op een rij gezet.
Deze uitgangspunten vormen de randvoorwaarden waarbinnen de basisalternatieven ontwikkeld zijn.
Op basis van de hiervoor besproken keuzes zijn een drietal basisalternatieven geformuleerd.
De basisalternatieven zijn onderscheidend in:

- het realiseren van verhanglijn 1 of verhanglijn 2
- het type ingreep: zomerbedverdieping of zomerbedverbreding.

Tabel 2.2 Het onderscheid tussen de basisalternatieven op hoofdlijnen

Alternatief	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Uitgangspunt	verhanglijn 2	verhanglijn2	verhanglijn 1
Ontwerpmaatregel	verdiepen	verbreden	verbreden conform Basisalternatief 2, aanvullend verdiepen

Verder wordt bij de basisalternatieven rekening gehouden met het verbeteren van de scheepvaart. Daarbij wordt uitgegaan van het realiseren van een:

- Vb-vaarweg, diepgang 3,50 m op het zuidelijk traject Ternaaien – (haven) Born;
- Vb-vaarweg diepgang 3,50 m op het noordelijk traject (haven) Born – Weurt;
- Vb-vaarweg diepgang 3,50 m op het oost-west traject Grave – Hedel.

Drielaagscontainerschip passeert op het Julianakanaal brug Illikhoven

In het kader worden de uitgangspunten die zijn gehanteerd bij het ontwerpen van de basisalternatieven puntsgewijs weergegeven.

Uitgangspunten Basisalternatieven 1, 2 en 3

Bij het ontwerpen van de basisalternatieven zijn een aantal uitgangspunten gehanteerd. Deze worden hieronder vermeld. De uitgangspunten zijn voor deze drie basisalternatieven hetzelfde geweest.
De wezenlijke verschillen tussen de basisalternatieven betreffen dus de verhanglijn en de ontwerpmaatregelen zoals weergegeven in tabel 2.2

algemeen:

- Alle maatregelen die in de basisalternatieven worden opgenomen vallen onder de competentie van de initiatiefnemer (maatregelen waarop de Rivierenwet van toepassing is);
- De basisalternatieven richten zich niet op zaken die buiten het plangebied vallen, ofschoon het geïnspireerd kan zijn door ontwikkelingen daarbuiten;
- Bij de basisalternatieven wordt geen nieuw beleid ontwikkeld, maar blijft men binnen de kaders van het bestaande ruimtelijke, milieu- en natuurbeleid

rivierverruiming:

- Er mag geen verandering van de grondwaterstand optreden in de gemiddelde voorjaarsituatie;
- Als 'ontwerpgolf' wordt de hoogwatergolfvorm van december 1993 genomen, die is aangepast op een top van 3.382 m^3/s bij Borgharen; werklijn voor de afvoer van 1995 (inclusief hoogwaters 1993 en 1995);
- Vanuit het oogpunt van betrouwbaarheid wordt gestreefd naar een onderschrijding van 0,10 m van verhanglijn 2. Bij verhanglijn 1 wordt gestreefd naar een maximale over- of onderschrijding van 0,10 m.
- Huidige bodemligging volgens peilingen april 1995;
- Hoogwatermaatregelen van het project Grensmaas zijn uitgevoerd conform Commissie Boertien, strategie 2B (autonome ontwikkeling);
- Kaden conform plannen Directie Limburg, dd 01-10-'95 zijn uitgevoerd (autonome ontwikkeling);
- Bodemligging van de Maas moet zo stabiel mogelijk zijn;

scheepvaart, variant Vb-3,50 m:

- Bij een beoogde diepgang van 3,50 m bedraagt de kielspeling 1,40 m en dat betekent een totale diepte vaarweg 4,90 m;
- kielspeling bij sluisdrempels is:
  - minimaal 0,50 m;
  - bij Heumen en Limmel 0,60 m;
  - nieuwe sluizen 1,00 m;
- benodigde afmeting nieuwe/verlengde sluiskolk 200 m x 18 m, scheepsklasse Vb;
- vaarwegbreedte in (on)geladen kielvlak (diepte 3,5 m) bedraagt 60 m;
- vaarwegbreedte bocht Elsloo 60 m op waterspiegel bij halfbakprofiel;
- op de nieuwe dijk worden bomen geplaatst, waar bomen op de bestaande dijk worden omgehakt.

Randvoorwaarden:

- verhanglijn 2 conform beschermingsniveau 1/250 achter de kaden; bij verhanglijn 1 zal het beschermingsniveau hoger zijn;
- morfologische randvoorwaarden ten aanzien van de stabiliteit zomerbed;
- nautische randvoorwaarden vaarweg scheepsklasse Vb.

3 Ontwerpmaatregelen

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk 'Ontwerpmaatregelen' wordt voor de verschillende basisalternatieven aangegeven welke maatregelen op welke plaatsen worden uitgevoerd. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen Zandmaasmaatregelen (maatregelen die gericht zijn op hoogwaterstandsverlaging), Maasroutemaatregelen (gericht op scheepvaartverbeteringen) en maatregelen met betrekking tot peilbeheer. Deze laatste maatregelen zijn zowel voor de waterstandsverlaging als de scheepvaart van belang. Per Basisalternatief wordt aangegeven waar welke maatregelen worden uitgevoerd. De plaatsen waar maatregelen plaatsvinden worden aangegeven via de rivierkilometrering.

Intermezzo: rivierkilometers
Bij een aantal ingrepen wordt aangegeven bij welke rivierkilometer de ingrepen worden uitgevoerd. Op een aantal plaatsen komt deze kilometrering niet overeen met de werkelijke afstand. Na het afsnijden van een bocht is de oude kilometrering gewoon gehandhaafd. Het gaat daarbij om het traject tussen kilometer 81 en 84: hier ontbreken de kilometers 82 en 83 geheel. Tussen kilometer 89 en 90 ontbreekt 600 meter. Tussen kilometer 148 en 150 ontbreekt de eerste 1500 meter.

3.2 Zandmaasmaatregelen

Bij de Zandmaasmaatregelen wordt een onderscheid gemaakt tussen zomerbedverdieping, zomerbedverbreding en wordt de aankoop en aanleg van (natuurvriendelijke) oevers besproken. De verschillen op hoofdlijnen tussen de basisalternatieven voor deze Zandmaasmaatregelen zijn weergegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Verschillen in basisalternatieven op hoofdlijnen

Maatregel	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
zomerbedverdieping	111.200 m	10.800 m	100.900 m
zomerbedverbreding	0 m	88.550 m	88.550 m
natuurvriendelijke oever	36.450 m	36.450 m	36.450 m
aankoop oeverstroken	167.400 m	157.000 m	157.000 m

Zomerbedverdieping
Om verlaging van hoogwaters te realiseren kan gekozen worden voor het verruimen van de Maas door het verdiepen van het zomerbed. Hoeveel verdiept wordt hangt af van de verhanglijn en van het feit of naast verdiepen ook nog verbreed wordt.
In het traject Stuw Linne – Stuw Roermond wordt in alle basisalternatieven verdiept. Verbreding is in dit traject niet mogelijk door de aanwezigheid van de plassen en fysieke belemmeringen in de vorm van bebouwing. Bij het verdiepen van het zomerbed zal een talud worden aangehouden met een helling van 1:4 (een hoogteverschil van 1 meter per 4 meter oever).

Ontwerpmaatregelen

Tabel 3.2 Rivierverdieping

Traject	Zomerbed-verdieping	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
Stuwpand	Locatie (km)	lengte (m)	verdieping (m)	lengte (m)	verdieping (m)	lengte (m)	verdieping (m)
St Linne – St Roermond	70,0 – 74,0	4.000	0 – 4	4.000	0 – 4	4.000	0 – 6
	74,0 – 80,8	6.800	4	6.800	4	6.800	6
St Roermond – St Belfeld	81,1 – 85,1	2.000	4	–	–	2.000	2,5
	85,1 – 92,3	6.600	3	–	–	6.600	2,5
	92,3 – 100,7	8.400	3	–	–	8.400	1,5
St Belfeld – St Sambeek	100,9 – 101,7	800	3	–	–	800	2,0
	101,7 – 108,2	6.500	2,5	–	–	6.500	2,0
	108,2 – 115,0	6.800	3	–	–	6.800	2,0
	115,0 – 118,8	3.800	2	–	–	3.800	2,0
	118,8 – 122,2	3.400	1,5	–	–	3.400	2,0
	122,2 – 130,0	7.800	1	–	–	7.800	2,0
	130,0 – 142,7	12.700	2,5	–	–	12.700	2,0
	142,7 – 145,8	3.100	3	–	–	3.100	2,0
	145,8 – 146,5	700	3,5	–	–	700	2,0
St Sambeek – St Grave	146,6 – 154,6	6.500	4	–	–	6.500	1,0
	154,6 – 164,2	9.600	3	–	–	9.600	1,0
	164,2 – 175,6	11.400	3	–	–	11.400	1,0
St Grave – St Lith	175,7 – 179,6	3.900	3	–	–	–	–
	179,6 – 186,0	6.400	3 – 0	–	–	–	–
Totaal		**111.200**		**10.800**		**100.900**	

Traject	Zomerbedverdieping	Basisalternatief 1	
Stuwpand	Locatie (km)	lengte (m)	verdieping (m)
St Linne – St Roermond	70,0 – 74,0	4.000	0 tot 4 oplopend
	74,0 – 80,8	6.800	4
St Roermond – St Belfeld	81,1 – 85,1	2.000	4
	85,1 – 94,9	9.200	3
	94,9 – 99,3	4.400	2
	99,3 – 100,7	1.400	0
St Belfeld – St Sambeek	100,9 – 101,7	800	2,5
	101,7 – 102,6	900	2,5
	102,6 – 105,0	2.400	3
	105,0 – 108,2	3.200	4
	108,2 – 115,0	6.800	4
	115,0 – 118,8	3.800	2
	118,8 – 122,2	3.400	1,5
	122,2 – 130,0	7.800	1
	130,0 – 142,7	12.700	2,5
	142,7 – 145,8	3.100	3
	145,8 – 146,5	700	3,5
St Sambeek – St Grave	146,6 – 154,6	6.500	4
	154,6 – 166,3	11.700	3
	166,3 – 174,3	8.000	1,5
	174,3 – 175,6	1.300	3
St Grave – St Lith	175,7 – 179,6	3.900	3
	179,6 – 186,0	6.400	3 tot 0 aflopend
Totaal			

Zomerbedverbreding

Naast zomerbedverdieping kan het verbreden van het zomerbed bijdragen aan het behalen van de doelstelling: het bereiken van het vereiste veiligheidsniveau. De omvang van de verbreding is sterk afhankelijk van het ruimtebeslag in relatie met obstakels. In het stuwpand Roermond wordt alleen verdiept omdat er geen ruimte is om te verbreden.
Per dwarsraai (dwarsdoorsnede door de rivier) wordt zoveel mogelijk gewerkt in één oever.
Dit betekent dat niet in twee tegenover elkaar liggende oevers maatregelen worden voorgesteld.
Daar waar op dezelfde plaats sprake is van zowel zomerbedverbreding als het aanleggen van natuurvriendelijke oever zullen deze maatregelen in één oever gecombineerd worden.

Bij zomerbedverbreding gaat het om breedten variërend van 30 tot 50 meter. Voor het talud wordt een helling van 1:4 aangehouden.

Ontwerpmaatregelen

Tabel 3.3 Rivierverbreding

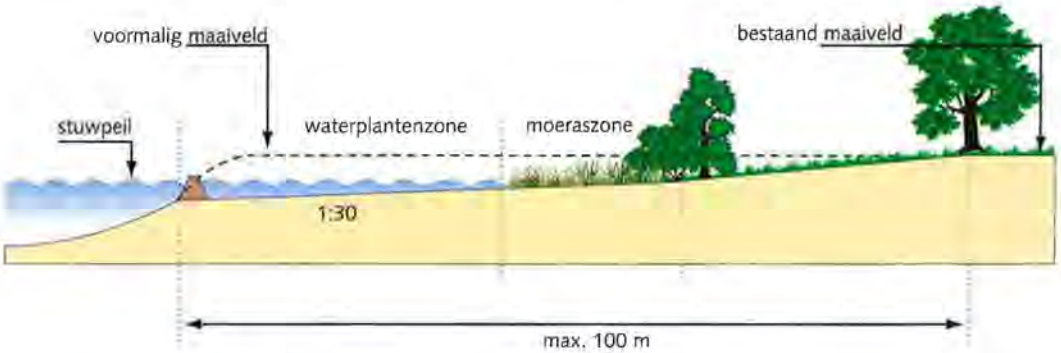
Traject	Zomerbed-verbreding	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
Stuwpand	Locatie (km)	lengte	breedte	lengte	breedte	lengte	breedte
St Roermond	81,2 – 86,8	–	–	3.600	30 rechteroever	3.600	30 rechteroever
St Belfeld	87,2 – 89,2	–	–	2.000	30 rechteroever	2.000	30 rechteroever
	91,0 – 94,9	–	–	3.900	30 rechteroever	3.900	30 rechteroever
	94,9 – 99,5	–	–	4.550	35 rechteroever	4.550	35 rechteroever
St Belfeld –	102,0 – 106,8	–	–	4.800	35 linkeroever	4.800	35 linkeroever
St Sambeek	107,8 – 112,3	–	–	4.500	30 linkeroever	4.500	30 linkeroever
	113,3 – 115,0	–	–	1.700	30 linkeroever	1.700	30 linkeroever
	115,0 – 117,4	–	–	2.400	25 linkeroever	2.400	25 linkeroever
	117,4 – 120,3	–	–	2.850	25 rechteroever	2.850	25 rechteroever
	120,9 – 123,3	–	–	2.400	25 rechteroever	2.400	25 rechteroever
	123,4 – 132,1	–	–	8.700	25 linkeroever	8.700	25 linkeroever
	132,1 – 134,5	–	–	2.400	25 linkeroever	2.400	25 linkeroever
	134,5 – 137,9	–	–	3.400	30 rechteroever	3.400	30 rechteroever
	137,8 – 139,1	–	–	1.300	30 linkeroever	1.300	30 linkeroever
	139,0 – 144,9	–	–	5.900	30 rechteroever	5.900	30 rechteroever
	144,9 – 145,8	–	–	0.900	35 rechteroever	0.900	35 rechteroever
St Sambeek –	149,7 – 151,0	–	–	1.300	40 rechteroever	1.300	40 rechteroever
St Grave	151,0 – 154,6	–	–	3.600	45 rechteroever	3.600	45 rechteroever
	154,6 – 156,7	–	–	2.100	45 rechteroever	2.100	45 rechteroever
	157,7 – 159,2	–	–	1.500	45 rechteroever	1.500	45 rechteroever
	160,0 – 164,3	–	–	4.300	45 rechteroever	4.300	45 rechteroever
	164,0 – 166,0	–	–	2.000	45 linkeroever	2.000	45 linkeroever
	166,0 – 167,5	–	–	1.500	50 rechteroever	1.500	50 rechteroever
	167,7 – 168,4	–	–	700	50 rechteroever	700	50 rechteroever
	168,0 – 170,8	–	–	2.800	50 linkeroever	2.800	50 linkeroever
	170,7 – 174,4	–	–	3.700	50 rechteroever	3.700	50 rechteroever
St Grave –	176,1 – 177,6	–	–	1.500	45 linkeroever	1.500	45 linkeroever
St Lith	177,7 – 179,2	–	–	1.500	45 linkeroever	1.500	45 linkeroever
	179,3 – 181,4	–	–	2.100	45 linkeroever	2.100	45 linkeroever
	181,0 – 185,6	–	–	4.600	45 rechteroever	4.600	45 rechteroever
Totaal		**0**		**88.550**		**88.550**	

Natuurvriendelijke oevers

In het kader van de nevendoelstelling beperkte natuurontwikkeling worden natuurvriendelijke oevers (NVO's) voorgesteld in de stuwpanden Sambeek en Grave. De keuze voor het aanleggen van de natuurvriendelijke oevers in deze stuwpanden heeft te maken met de invloed van de zomerbedmaatregelen op het grondwater. De stuwpanden Sambeek en Grave zijn de langste stuwpanden. Door de uitvoering van de zomerbedingrepen ontstaan in deze stuwpanden de grootste dalingen van de grondwaterstand. De natuurvriendelijke oevers hebben ook een (beperkte) waterstandsdalende werking maar hebben minder invloed op de grondwaterstand dan de andere waterstandsverlagende maatregelen.

Door natuurvriendelijke oevers te plannen in de stuwpanden Sambeek en Grave kan de mate van verdieping en/of verbreding worden beperkt. Hierdoor neemt het negatieve effect op de grondwaterstand in deze (lange) stuwpanden af.

In het ontwerp is gekozen voor oevers met een breedte van maximaal 100 m (op het stuwpeilniveau). Van 2 meter onder het stuwpeil tot op stuwpeil heeft het talud een helling van 1:30. Daarna krijgt het talud een glooiend verloop waarbij de hellingen ook ongeveer 1:30 zullen zijn. Bij steilere taluds wordt de bandbreedte voor de habitats smaller en ten slotte wordt de oever nagenoeg ongeschikt voor bepaalde soorten.
Voor een goede ontwikkeling van de waterplanten is een minimale diepte vereist van 0,50 m. Bij een grote waterdiepte neemt de hoeveelheid licht dat de bodem bereikt sterk af. De ontwikkeling van waterplanten wordt hierdoor negatief beïnvloed. Verwacht wordt dat waterplanten in een zone dieper dan 2 m geringe overlevingskansen hebben. Derhalve is een maximale waterdiepte van 2 m (gedurende 185 dagen per jaar) aangehouden bij het ontwerpen van natuurvriendelijke oevers. De ontwikkeling van moerassige ruigtekruiden zoals riet, lisdodde en wilgenroosje zal plaatsvinden in een zone van een 0,5 meter onder stuwpeil tot 0,5 meter boven stuwpeil. Op de drogere delen van het talud komen ruigtebegroeiingen en struwelen tot ontwikkeling. Uiteindelijk zal er in de oever een zonering van ecotopen ontstaan die vanaf de Maas gezien van een 'ondiep zomerbed' geleidelijk overgaat in 'moeras' en hoger op de oever in 'ruigte' en 'struweel'. In figuur 3.1 is dit weergegeven.



Figuur 3.1 – Doorsnede van een natuurvriendelijke oever

Het ontstaan van een waterplanten- en moerasplantenzone op de rivieroever is gewenst om leefgebieden voor diverse soorten planten en dieren te creëren. Gezien de aanwezige scheepvaartintensiteit op de Maas en de verwachte hydraulische belasting veroorzaakt door deze schepen is de aanleg van vooroeververdedigingen noodzakelijk.
De dimensionering van de vooroeverconstructie hangt af van de golfbelasting, peilfluctuaties en beschikbare ruimte. Over het algemeen kan gesteld worden dat een constructie aangelegd wordt in de zone met een diepte van 2 m onder stuwpeil. Bij voorkeur wordt de constructie zo ontworpen dat de kruinhoogte op of juist onder het stuwpeil ligt.
Om wateruitwisseling tussen Maas (hoofdgeul) en natuurvriendelijke oever te garanderen en de ondiepe oeverzone toegankelijk te maken voor vissen, dient de vooroeverconstructie aangepast te zijn met bijvoorbeeld verlagingen, openingen of buizen.

Ontwerpmaatregelen

Per traject worden de volgende winterbedingrepen in de vorm van natuurvriendelijke oevers voorgesteld:

Tabel 3.4 Natuurvriendelijke oevers

Traject	Natuurvriendelijke oevers	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
Stuwpand	Locatie (km)	oever	lengte (m)	oever	lengte (m)	oever	lengte (m)
St Belfeld -	123,4 – 128,8	linkeroever	5.400	linkeroever	5.400	linkeroever	5.400
St Sambeek	129,1 – 132,2	linkeroever	3.100	linkeroever	3.100	linkeroever	3.100
	132,4 – 135,0	linkeroever	2.600	linkeroever	2.600	linkeroever	2.600
	132,7 – 138,2	rechteroever	5.500	rechteroever	5.500	rechteroever	5.500
	137,7 – 140,1	linkeroever	2.400	linkeroever	2.400	linkeroever	2.400
	139,4 – 144,9	rechteroever	5.500	rechteroever	5.500	rechteroever	5.500
St Sambeek	149,7 – 151,3	rechteroever	1.600	rechteroever	1.600	rechteroever	1.600
St Grave	151,4 – 153,3	rechteroever	1.900	rechteroever	1.900	rechteroever	1.900
	154,1 – 156,7	rechteroever	2.600	rechteroever	2.600	rechteroever	2.600
	157,6 – 159,2	rechteroever	1.550	rechteroever	1.550	rechteroever	1.550
	160,0 – 164,3	rechteroever	4.300	rechteroever	4.300	rechteroever	4.300
totaal			**36.450**		**36.450**		**36.450**

Natuurvriendelijke oevers worden onderbroken ter plaatse van bruggen, veerstoepen en -wegen, aansluiting oude Maasarmen en belangrijke obstakels.

Bochten, sluizen en stuwen in de Maasroute

Ontwerpmaatregelen

Aankoop oeverstroken
Naast de inrichting van natuurvriendelijke oevers worden er ook stroken oever aangekocht. Deze stroken zijn nodig voor ruimte voor het zomerbed. Naast de bovengenoemde daadwerkelijke aanleg van natuurgebieden worden ook ontwikkelingen gestimuleerd die op langere termijn natuurwinst tot gevolg hebben. De aankoop van stroken grond langs de rivier maakt onderdeel uit van de basisalternatieven en beheersveranderingen en/of erosieprocessen kunnen worden benut om natuurlijke corridors te laten ontstaan.

3.3 Maasroutemaatregelen

Bij de modernisering van de vaarweg wordt gestreefd naar een volwaardige Vb-vaarweg (tweebaksduwvaart) met een diepgang van minimaal 3,50 meter (nu 3,0 meter). Het bereiken van deze diepgang en het toegankelijk maken voor Vb-schepen voor het gehele traject kan bereikt worden door het verlagen van de sluisdrempel bij een aantal sluizen of door het verhogen van het stuwpeil in bepaalde stuwpanden. Naast het vergroten van de diepgang zullen voor het moderniseren van de vaarweg ook aanpassingen nodig zijn aan het Julianakanaal (verbreding) en aan een aantal bochten en zullen er nieuwe sluiskolken gebouwd of verlengd moeten worden.

Sluisaanpassingen
Voor de modernisering van de vaarweg worden verschillende sluizen aangepast. Deze aanpassingen bestaan onder andere uit het verbeteren van de doorvaartdiepte door middel van drempelverlaging of vervanging van een heel sluishoofd, het verlengen van sluiskolken om deze geschikt te maken voor tweebaksduwvaart of het, vanuit capaciteitsoogpunt, aanleggen van nieuwe sluiskolken. In tabel 3.5 zijn de verschillende aanpassingen aan de verschillende sluizen aangegeven.

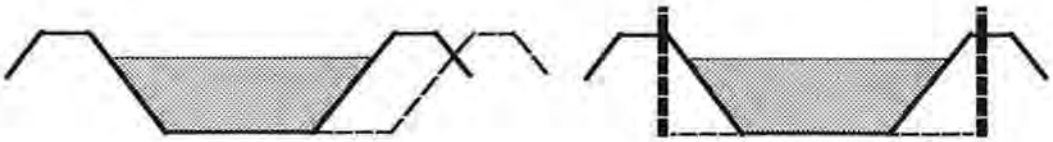
Tabel 3.5 Sluisaanpassingen bij Basisalternatieven 1, 2 en 3

Sluis	Aanpassingen geldend voor Basisalternatieven 1, 2 en 3
SL Limmel	drempelverlaging
SL Born	nieuw bovenhoofd van een van de nieuwe sluiskolken
SL Maasbracht	verlenging sluiskolk aan bovenstroomse zijde, sluisdeuren aanpassen
SL Linne	sluisdeuren aanpassen
SL Heel	nieuwe sluiskolk (oostzijde)
SL Roermond	kolkwanden en sluisdeuren ophogen
SL Belfeld	kolkwanden ophogen
SL Sambeek	verlengen een van de nieuwe sluizen, kolkwanden ophogen
SL Grave	bouw nieuwe sluiskolk, kolkwanden en sluisdeuren ophogen
SL Heumen	bouw keersluis naast bestaande kolksluis (oostzijde)
SL Weurt	stalen damwand westzijde verhogen

3.3.1 Verbreding Julianakanaal

Het zuidelijk deel van het Julianakanaal (Limmel – Born) is erg smal (46 meter op de waterspiegel). Een dergelijke geringe breedte levert voor de scheepvaart klasse Vb een belemmering op voor een vlotte afwikkeling van de scheepvaart. Om deze reden dient het Julianakanaal tussen Limmel en Born verbreed te worden.

Dit verbreden kan gebeuren door het verplaatsen van de bestaande dijk (taludprofiel) of door het plaatsen van een damwand aan een zijde (halfbakprofiel) of aan beide zijden (bakprofiel) (zie figuur 3.2). Voor de wijze van verbreden bestaat binnen de basisalternatieven geen onderscheid.



Methode 1: Dijkverplaatsing Methode 2: Damwand

Figuur 3.2 – Schematische weergave taludprofiel en (half)bakprofiel

Voor de verbreding van het Julianakanaal wordt bij de Basisalternatieven 1, 2 en 3 uitgegaan van verbreding aan de oostkant door middel van een taludprofiel, met uitzondering van de bocht bij Elsloo. De keuze voor een taludprofiel houdt in dat er iets meer ruimte verloren zal gaan dan bij de keuze voor een damwand. Het voordeel is echter dat er meer flexibiliteit is voor uitbreidingen in de toekomst. De bocht bij Elsloo wordt verbreed door het plaatsen van een damwand (net achter de bestaande dijk) aan de westkant van het kanaal, zodat een halfbakprofiel ontstaat van 60 meter breed (op de waterspiegel) Hierdoor zal een strook van circa 10 meter breed verloren gaan over een lengte van 2.100 meter.
Na verbreding zal het Julianakanaal een breedte hebben op het ongeladen kielvlak van 60 meter.
Voor de verbreding van het Julianakanaal zijn verschillende varianten denkbaar. Samengevat gaat het daarbij om:

- taludprofiel of damwand;
- verbreding aan de oostzijde of westzijde (tussen Limmel en Elsloo);
- verbreding naar 60 meter of 80 meter (driestrooksvaarweg)

De verschillende varianten voor het verbreden van het Julianakanaal worden besproken in het Achtergronddocument Scheepvaart.

Als gevolg van de verbreding zullen een aantal bruggen moeten worden vervangen. Dit komt aan de orde in paragraaf 3.3.3.

3.3.2 Bochtaanpassingen

Ten behoeve van een vlotte en veilige doorgang van de scheepvaart zullen, afhankelijk van het alternatief, een aantal bochten in het traject moeten worden verbreed: de bocht bij Neer, de bocht bij Steijl en de bocht bij Heerewaarden.
De binnenbocht bij Neer zal bij alle alternatieven met 40 meter worden verruimd. De binnenbocht bij Steijl zal in geval van Basisalternatief 1 over een lengte van 600 meter met 45 meter worden verruimd. Om de bocht bij Heerewaarden geschikt te maken voor tweebaksduwvaart zal de binnenbocht verdiept worden. De bocht bij Heerewaarden vormt thans een knelpunt voor de scheepvaart, omdat de vaardiepte in de binnenbocht onvoldoende is, zodat de effectieve breedte van de vaarweg te smal is gelet op de beperkte bochtstraal. Door de binnenbocht te verdiepen wordt de effectieve breedte van de vaarweg groter en kan zonder verdere verplaatsing van de oever, dus zonder ruimtebeslag, het knelpunt voor de scheepvaart worden weggenomen.

3.3.3 Aanpassingen aan bruggen

Als gevolg van maatregelen in het kader van rivierverruiming of scheepvaartverbetering zullen aanpassingen aan bruggen over de Maas of het Julianakanaal nodig zijn. Deels zullen aanpassingen nodig zijn om aan de doelstellingen voor de scheepvaart te kunnen voldoen, zo zal drie- of vierlaagscontainervaart een minimale doorvaarthoogte verlangen die in de huidige situatie niet overal aanwezig is of die als gevolg van peilopzet niet gehandhaafd kan worden.
Maar door ingrepen in het kader van rivierverruiming of ter verbetering van de scheepvaart kunnen ook indirect maatregelen aan bruggen nodig zijn. Daarbij gaat het om bijvoorbeeld om:

- peilverhoging, waardoor de doorvaarthoogte te gering kan worden
- verbreding van de Maas en het Julianakanaal, waardoor bruggen verlengd moeten worden. Daarbij moet voor het Julianakanaal onderscheid worden gemaakt in een verbreding tot 60 meter of een variant waarin verbreed wordt tot 80 meter. Tevens is van belang of de verbreding van het Julianakanaal gebeurt met een bakprofiel, halfbakprofiel of taludprofiel.

In onderstaande tabel wordt per traject aangegeven waar aanpassingen aan bruggen nodig zijn.
De aanpassingen aan bruggen zijn niet onderscheidend voor de verschillende Basisalternatieven 1, 2 en 3.

Tabel 3.6 Aanpassingen aan bruggen bij Basisalternatief 1, 2 en 3

Traject	Basisalternatieven 1, 2 en 3	
1,3	brug sluis Limmel	–
3	brug Itteren	nieuwe brug
	brug Bunde	nieuwe brug
	brug Geulle	nieuwe brug
4	verhogen brug Illikhoven	0,15 m
	verhogen brug Born	nvt
10	verhogen brug bij Mookse plassen	ja
	verkeersbrug Gennep: pijlers verhogen	ja
11	verhogen brug Dukenburg	0,45 m
	verhogen Graafse brug	0,45 m
	verhogen Hatertse brug	0,45 m

In de basisalternatieven wordt standaard uitgegaan van een taludprofiel bij verbreding van het Julianakanaal. Bij een taludprofielverbreding zullen de drie genoemde bruggen vervangen moeten worden. Mocht er gekozen worden voor een bakprofiel of een halfbakprofiel dan zou vervangen niet direct noodzakelijk zijn al zou de situatie bij een halfbakprofiel met de bestaande bruggen niet ideaal zijn.

Bovenstaande gegevens voor trajecten 3 en 4 zijn gebaseerd op een verbreding van het Julianakanaal tot 60 meter (met uitzondering van Basisalternatief 4: geen verbreding). Naast verbreding tot 60 meter wordt ook gekeken naar een verbredingsvariant tot 80 meter (zie Achtergronddocument Scheepvaart). Bij verbreding tot 80 meter zullen voor Basisalternatieven 2, 5 en 6 (zie Basisalternatieven deel 2) zeven bruggen vervangen moeten worden. Het gaat hierbij om de bruggen bij Itteren, Bunde, Geulle, Urmond, Stein, Berg aan de Maas en Obbicht. Nieuwbouw van deze bruggen zou moeten plaatsvinden met een doorvaarthoogte van 9,10 meter.

3.4 Peilbeheer

3.4.1 Peilopzet

Het peilbeheer in de Maas is van groot belang voor met name scheepvaart. Middels het peilbeheer kan een bepaalde diepgang worden gegarandeerd. Door bij de stuwen een hoger peil in te stellen wordt de vaarweg geschikt gemaakt voor schepen met grotere diepgang. Problemen met de diepgang treden op bij de laagste waterstanden en dus bij de laagste afvoeren. Via het grondwater heeft het peilbeheer invloed op de natuurwaarden en de landbouw.

Voor de natuurwaarden is de doorwerking van de peilen op de grondwaterstand van belang, met name die in het groeiseizoen (begin voorjaar tot einde zomer). Hierbij geldt voor beiden dat verlaging van deze waterstanden leidt tot verdroging. Peilverhoging wordt als positief ervaren, en leidt pas in extreme vorm tot schade. Voor de basisalternatieven wordt het uitgangspunt gehanteerd dat nergens verdroging ontstaat als gevolg van de maatregelen: niet in een verlaging van de voorjaarsgrondwaterstand en niet in een verlaging van de grondwaterstand einde zomer.
De peilverhoging nodig voor de scheepvaart leidt ook tot verhoging van de grondwaterstanden aan het einde van de zomer, omdat dan normaliter de afvoer laag is.
Voor de landbouw geldt dat het juist gunstig is de schommelingen in de grondwaterstand zoveel mogelijk te dempen. Zowel de hoogste grondwaterstanden (einde winter) als de laagste (einde zomer) zijn hierbij ongewenst. Peilverhoging zijn dus bij lage grondwaterstanden (einde zomer) gunstig en aan het einde van de winter ongunstig (hoge grondwaterstand). Ook peilverhoging in het voorjaar zal kunnen leiden tot vernattingsschade, omdat ook dan de grondwaterstanden hoog zijn, soms hoger dan voor de landbouw wenselijk.

Om de doelstelling (Vb-3,50) te realiseren is het nodig het peil afhankelijk van de lokale situatie per stuwpand met 50 tot 70 cm op te zetten. Deze peilverhoging geldt bij lage waterstanden (zomer). Bij hogere waterstanden (voorjaar) is de waterstand voor de diepgangseis (scheepvaart) al hoog genoeg maar is peilverhoging nodig om verdroging te voorkomen.
Alleen in het stuwpand Grave wordt ook in de huidige situatie al bij zeer lage waterstanden een iets hoger stuwpeil ingesteld, om bij sluis Sambeek voldoende diepgang te houden.

In tabel 3.7 en 3.8 worden de stuwpeilen en de bijbehorende peilopzetten voor de verschillende basisalternatieven weergegeven zowel voor de zomer- als voor de voorjaarssituatie. Om de omvang van de ingrepen inzichtelijk te maken zijn ook de stuwpeilen in de huidige situatie weergegeven.

Ontwerpmaatregelen

Tabel 3.7 Stuwpeilen

Traject		stuwpeilen (in m+NAP)							
		Huidige situatie		Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
		zomer	voorjaar	zomer	voorjaar	zomer	voorjaar	zomer	voorjaar
1	Eijsden – St Borgharen	44,05		44,15	44,15	44,15	44,15	44,15	44,15
2	St Borgharen – Maasbracht								
3	sluis Limmel – sluis Born	44,05		44,15	44,15	44,15	44,15	44,15	44,15
4	sluis Born – sluis Maasbracht	32,65		32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90
5	Maasbracht – stuw Linne	20,80		20,95	20,95	20,95	20,95	20,95	20,95
6	stuw Linne – stuw Roermond	16,85		17,05	17,25	17,05	17,25	17,05	17,45
7	Lateraalkanaal	14,10		14,65	14,65	14,60	14,45	14,60	14,70
8	stuw Roermond – stuw Belfeld	14,10		14,65	14,65	14,60	14,45	14,60	14,70
9	stuw Belfeld – stuw Sambeek	10,85		11,55	11,75	11,55	11,55	11,55	11,90
10	stuw Sambeek – stuw Grave	7,60	7,50	8,10	8,20	8,10	8,00	8,10	8,20
11	sluis Heumen – sluis Weurt	7,60		8,10	8,20	8,10	8,00	8,10	8,20
12	stuw Grave – stuw Lith	4,90		4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90
13	stuw Lith – Hedel	4,90		4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90

Tabel 3.8 Peilopzet

Traject		peilopzet (in m)							
		Huidige situatie		Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
		zomer	voorjaar	zomer	voorjaar	zomer	voorjaar	zomer	voorjaar
1	Eijsden – St Borgharen	44,05		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
2	St Borgharen – Maasbracht								
3	sluis Limmel – sluis Born	44,05		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
4	sluis Born – sluis Maasbracht	32,65		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
5	Maasbracht – stuw Linne	20,80		0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
6	stuw Linne – stuw Roermond	16,85		0,20	0,40	0,20	0,40	0,20	0,60
7	Lateraalkanaal	14,10		0,55	0,55	0,50	,035	0,50	0,60
8	stuw Roermond – stuw Belfeld	14,10		0,55	0,55	0,50	0,35	0,50	0,60
9	stuw Belfeld – stuw Sambeek	10,85		0,70	0,90	0,70	0,70	0,70	1,05
10	stuw Sambeek – stuw Grave	7,60	7,50	0,50	0,60	0,50	0,40	0,50	0,60
11	sluis Heumen – sluis Weurt	7,60		0,50	0,60	0,50	0,40	0,50	0,60
12	stuw Grave – stuw Lith	4,90		–	–	–	–	–	–
13	stuw Lith – Hedel	4,90		–	–	–	–	–	–

3.4.2 Aanpassingen aan stuwen

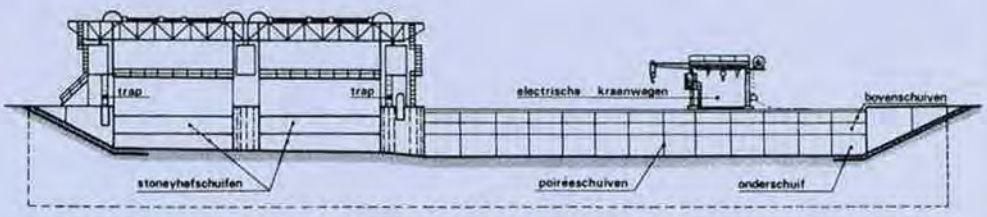
Ten behoeve van de peilopzet zullen er een aantal aanpassingen aan sponningen en schuiven van de stuwen moeten plaatsvinden. In tabel 3.9 is aangegeven om welke aanpassingen per stuw het gaat.

Tabel 3.9 Aanpassingen aan stuwen

Stuw	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
ST Borgharen	aanpassen sponningen en schuiven	aanpassen sponningen en schuiven	aanpassen sponningen en schuiven
ST Linne	aanpassen schuiven	aanpassen schuiven	aanpassen schuiven
ST Roermond	aanpassen schuiven en versterken Poiree-deel, aanbrengen damwand, verhogen kraanbaan	aanpassen schuiven en versterken Poiree-deel, aanbrengen damwand, verhogen kraanbaan	aanpassen schuiven en versterken Poiree-deel, aanbrengen damwand
ST Belfeld	nieuwbouw Poiree-deel, aanpassen en versterken Stoney-gedeelte	nieuwbouw Poiree-deel, aanpassen en versterken Stoney-gedeelte, verhogen kraanbaan, aanbrengen damwand	nieuwbouw Poiree-deel, aanpassen en versterken Stoney-gedeelte, aanbrengen damwand
ST Sambeek	nieuwbouw Poiree-deel en Stoney-gedeelte	nieuwbouw Poiree-deel en Stoney-gedeelte	nieuwbouw Poiree-deel en Stoney-gedeelte
ST Grave	aanpassing schuiven	aanpassing schuiven	aanpassing schuiven

Intermezzo: Stuwen

De Maas is in het studiegebied ingedeeld in een aantal 'stuwpanden'. Elk pand is aan de benedenzijde afgesloten door een beweegbare stuw. Door een stuw kan het afstromende water bij lagere afvoeren worden tegengehouden waardoor het mogelijk is de waterstand van het bovenpand te regelen en op een zoveel mogelijk gelijke stand te houden; deze min of meer vaste stand van het water heet het stuwpeil. Om een verhoging van het stuwpeil te voorkomen worden openingen in de stuw aangebracht.
Dit kan gebeuren door uitneembare schuiven te verwijderen (Poireeschuiven) of door het omhoog hijsen van schuifdeuren (Stoney schuifdeuren). De grootte van de openingen hangt af van de Maasafvoer en heeft het effect dat het stuwpeil gehandhaafd blijft. Wordt de afvoer van water te groot dan is het soms noodzakelijk om alle beweegbare delen uit een stuw te verwijderen, de stuw is dan 'gestreken'. In dergelijke situaties kan het peil in de stuwpanden niet meer worden beheerst en is weer sprake van een vrij afstromende rivier.
In onderstaande figuur is het aanzicht van een stuw weergegeven met een Stoney en een Poiree gedeelte. Het Stoney gedeelte betreft een fijnregeling. Het Poiree gedeelte kent een grofregeling.



Ontwerpmaatregelen

3.4.3 Overige maatregelen als gevolg van peilopzet

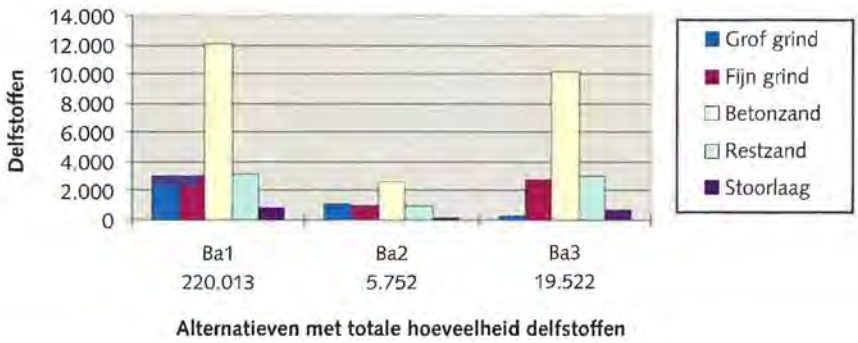
Als gevolg van peilopzet zijn naast aanpassingen aan sluizen en stuwen ook nog andere aanpassingen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn divers van karakter en zijn in grote lijnen in te delen in maatregelen voor de aanpassing van nautische voorzieningen (bijvoorbeeld het ophogen van loskaden of het verstevigen van damwanden), het aanpassen van oevers, het verdiepen van voorhavens en het aanpassen van industriële, recreatieve en overige voorzieningen. Het gaat hierbij om relatief kleine en lokaal geldende ingrepen.

4 Afgeleide activiteiten

Bij de uitvoering van de voorgestelde maatregelen zijn verschillende afgeleide effecten en processen aan de orde die ook effecten voor milieu en omgeving te zien geven. Daarbij gaat het om het vrijkomen van delfstoffen, het vrijkomen van vervuilde grond, het verleggen van in het gebied aanwezige kabels en leidingen, het tegengaan van ongewenste morfologische ontwikkelingen in het zomerbed als gevolg van de ingrepen en een aantal overige ontwikkelingen.

4.1 Delfstoffen

Bij het uitvoeren van de rivierverruiming komen naast grond en bagger ook delfstoffen vrij. Daarbij kan een onderscheid gemaakt worden in grof grind, fijn grind, betonzand en restzand. Tussen de delfstoffen-voorkomens zitten soms lagen materiaal die niet als delfstoffen kunnen worden aangemerkt. Deze lagen worden stoorlagen genoemd.
Voor de drie alternatieven zijn schattingen gemaakt van de hoeveelheden vrijkomende delfstoffen als gevolg van het uitvoeren van de ingrepen. De verwachte volumes zijn per stuwpand weergegeven in de tabellen 4.1, 4.2 en 4.3. In figuur 4.1 worden de totalen van de alternatieven naast elkaar gezet.



Figuur 4.1 – Samenvattend overzicht van delfstoffen per alternatief (x 1.000 m³)

Tabel 4.1 Het vrijkomen van delfstoffen in Basisalternatief 1

Traject		ingreep	Volumen (x 1000 m³)					
			totaal	grof grind	fijn grind	betonzand	restzand	stoorlaag
6	St Linne – St Roermond	verdiepen	1.630	503	433	564	71	60
8	St Roermond – St Belfeld	verdiepen	3.500	750	753	1.586	362	49
9	St Belfeld – St Sambeek	verdiepen	7.401	660	812	3.844	1.821	264
		NVO	1.318	101	132	708	339	38
10	St Sambeek – St grave	verdiepen	6.490	745	676	4.293	479	297
		NVO	433	91	83	213	37	9
12	St Grave – St Lith	verdiepen	1.241	115	121	842	109	54
totaal Maasbracht – Lith			**22.013**	**2.965**	**3.010**	**12.050**	**3.217**	**771**

Afgeleide activiteiten

Tabel 4.2 Het vrijkomen van delfstoffen in Basisalternatief 2

Traject		ingreep	Volumen (x 1000 m³)					
			totaal	grof grind	fijn grind	betonzand	restzand	stoorlaag
6	St Linne – St Roermond	verdiepen	1.630	499	437	564	67	64
8	St Roermond – St Belfeld	verbreden	–	–	–	–	–	–
9	St Belfeld – St Sambeek	verbreden	1.169	119	123	583	299	44
		NVO	1.365	161	133	562	481	29
10	St Sambeek – St grave	verdiepen	–	–	–	–	–	–
		verbreden	1.187	193	164	688	91	52
		NVO	401	81	66	216	36	2
12	St Grave – St Lith	verbreden	–	–	–	–	–	–
totaal Linne – Lith			**5.752**	**1.052**	**923**	**2.613**	**974**	**191**

Tabel 4.3 Het vrijkomen van delfstoffen in Basisalternatief 3

Traject		ingreep	Volumen (x 1000 m³)					
			totaal	grof grind	fijn grind	betonzand	restzand	stoorlaag
6	St Linne – St Roermond	verdiepen	1.470	401	354	562	107	46
8	St Roermond – St Belfeld	verdiepen	2.611	712	630	999	190	80
		verbreden	–	–	–	–	–	–
9	St Belfeld – St Sambeek	verdiepen	5.009	531	555	2.481	1.294	149
		verbreden	1.169	119	123	583	299	44
		NVO	1.365	161	133	562	481	29
10	St Sambeek – St grave	verdiepen	6.310	742	687	4.026	545	309
		verbreden	1.187	193	164	688	91	52
		NVO	401	81	66	216	36	2
12	St Grave – St Lith	verbreden	–	–	–	–	–	–
totaal Linne – Lith			**19.522**	**2.939**	**2.712**	**10.117**	**3.043**	**711**

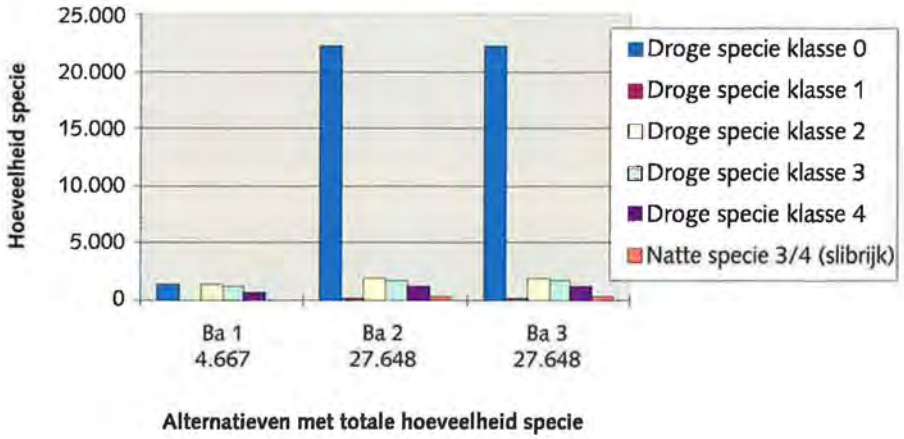
4.2 Vervuilde grond

In deze paragraaf wordt ingegaan op hoeveelheden grond die vrijkomen bij de verschillende ingrepen voor de basisalternatieven. Aangegeven wordt welke hoeveelheden grond vrijkomen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in mate van vervuiling. Bij het weergeven van de gegevens wordt een onderscheid gemaakt in rivierverruimingsmaatregelen die plaatsvinden in de Zandmaas en in de maatregelen voor verbreding van het Julianakanaal. Daarnaast zal worden ingegaan op de puntverontreinigingen.

4.2.1 Rivierverruiming

De voorgestelde maatregelen voor rivierverruiming gaan gepaard met het vrijkomen van aanzienlijke hoeveelheden specie. Deze specie kan worden onderverdeeld in droge winterbedspecie (deklaagmateriaal), deze komt vrij bij zowel verbreding van het zomerbed als bij de aanleg van natuurvriendelijke oevers en natte specie. De natte specie betreft slib dat bij verbreding uit het huidige zomerbed komt.

Er is verondersteld dat bij verdieping geen vervuild slib uit de as van de rivier komt, dit slib is gesedimenteerd in de kribvakken. De hoeveelheden slib worden onderverdeeld naar vervuilingsgraad (klasse 0, 1, 2, 3 en 4).
Voor de drie alternatieven zijn schattingen gemaakt van de hoeveelheden vrijkomende specie als gevolg van het uitvoeren van de ingrepen. De verwachte volumes zijn per stuwpand weergegeven in de tabellen 4.4, 4.5 en 4.6. In figuur 4.2 worden de totalen van de alternatieven naast elkaar gezet.



Figuur 4.2 – Samenvattend overzicht hoeveelheden specie per alternatief (x 1.000 m³)

Tabel 4.4 Het vrijkomen van specie in Basisalternatief 1

Traject		ingreep	Volumen (x 1000 m³)						slibrijke
			totaal	klasse 0	klasse 1	klasse 2	klasse 3	klasse 4	specie
6	St Linne – St Roermond	verdiepen	–	–	–	–	–	–	–
8	St Roermond – St Belfeld	verdiepen	–	–	–	–	–	–	–
9	St Belfeld – St Sambeek	verdiepen	–	–	–	–	–	–	–
		NVO	2.619	490	kl 1+2 →	894	767	469	–
10	St Sambeek – St grave	verdiepen	–	–	–	–	–	–	–
		NVO	2.048	973	kl 1+2 →	451	382	242	–
12	St Grave – St Lith	verdiepen	–	–	–	–	–	–	–
totaal Maasbracht – Lith			**4.667**	**1.463**	**–**	**1.345**	**1.149**	**711**	**–**

Afgeleide activiteiten

Tabel 4.5 Het vrijkomen van specie in Basisalternatief 2

Traject		ingreep	Volumen (x 1.000 m³)						slibrijke
			totaal	klasse 0	klasse 1	klasse 2	klasse 3	klasse 4	specie
6	St Linne – St Roermond	verdiepen	–	–	–	–	–	–	–
8	St Roermond – St Belfeld	verbreden	3.488	2.817	13	249	181	180	48
9	St Belfeld – St Sambeek	verbreden	9.026	7.625	26	511	444	297	123
		NVO	3.613	2.524	14	378	443	254	–
10	St Sambeek – St grave	verdiepen	–	–	–	–	–	–	–
		verbreden	5.814	4.573	21	415	377	358	70
		NVO	2.490	2.034	9	183	212	52	–
12	St Grave – St Lith	verbreden	3.217	2.682	10	202	152	141	30
totaal Linne – Lith			**27.648**	**22.255**	**93**	**1.938**	**1.809**	**1.282**	**271**

Tabel 4.6 Het vrijkomen van specie in Basisalternatief 3

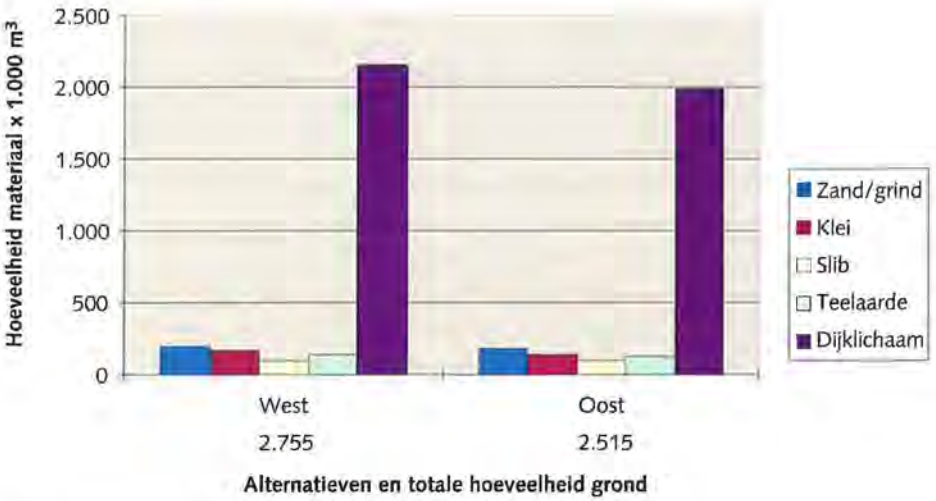
Traject		ingreep	Volumen (x 1.000 m³)						slibrijke
			totaal	klasse 0	klasse 1	klasse 2	klasse 3	klasse 4	specie
6	St Linne – St Roermond	verdiepen	–	–	–	–	–	–	–
8	St Roermond – St Belfeld	verdiepen	–	–	–	–	–	–	–
		verbreden	3.488	2.817	13	249	181	180	48
9	St Belfeld – St Sambeek	verdiepen	–	–	–	–	–	–	–
		verbreden	9.026	7.625	26	511	444	297	123
		NVO	3.613	2.524	14	378	443	254	–
10	St Sambeek – St grave	verdiepen	–	–	–	–	–	–	–
		verbreden	5.814	4.573	21	415	377	358	70
		NVO	2.490	2.034	9	183	212	52	–
12	St Grave – St Lith	verbreden	3.217	2.682	10	202	152	141	30
totaal Linne – Lith			**27.648**	**22.255**	**93**	**1.938**	**1.809**	**1.282**	**271**

4.2.2 Verbreding Julianakanaal

Bij de verbreding van het Julianakanaal zal eveneens een hoeveelheid grond vrijkomen. Een indeling zoals in categorieën grond zoals bij rivierverruiming is bij verbreding van het Julianakanaal niet goed mogelijk. Het vrijkomen van grond bij verbreding van het Julianakanaal wordt daarom hier apart vermeld.
De hoeveelheden die vrijkomen bij verbreding zijn voor de basisalternatieven gelijk. In alle basisalternatieven wordt uitgegaan van een verbreding op het ongeladen kielvlak naar 60 meter.
Het Julianakanaal is qua wijze van verbreding onder te verdelen in drie trajecten: tussen Stein en Born zal verbreding plaatsvinden aan de oostzijde via dijkverplaatsing (taludprofiel), de bocht bij Elsloo wordt aan de westzijde verbreed via een damwandprofiel, ten zuiden van Elsloo tot Limmel vindt verbreding plaats door dijkverplaatsing aan de oostzijde.

In figuur 4.3 wordt de hoeveelheid vrijkomende grond weergegeven. De hoeveelheden klei, slib en deklaag zullen moeten worden afgevoerd (keuzes voor de wijze van afvoer worden besproken in paragraaf 2.4). De vrijkomende hoeveelheden zand/grind en materiaal uit het dijklichaam zullen

naar verwachting voor een groot deel weer kunnen worden hergebruikt bij het aanleggen van de nieuwe situatie.



Figuur 4.3 – Vrijkomen van grond bij verbreding Julianakanaal (tot 60 m)

In de tabel genoemde hoeveelheid slib betreft slib dat in het Julianakanaal in de loop der jaren is gesedimenteerd. Aangenomen wordt dat het hier gaat om verontreinigd slib, klasse 4. De klei betreft materiaal dat is aangebracht als ondoorlatende laag. Van dit materiaal wordt aangenomen dat het gaat om klasse 3 vervuild materiaal. Het zand en grind betreft materiaal dat op de bodem en op de onderwatertaluds is aangebracht ter voorkoming van erosie van de onderliggende kleilaag.

4.2.3 Puntverontreinigingen

Naast de diffuse, gebiedseigen verontreinigingen van de bedding van de Maas, die het gevolg is van de rivierdynamiek (aanvoer van verontreinigd water en slib, sedimentatie en erosie) en die zich uitstrekken over een groot deel van de Maasbedding, komen in het zomer- en winterbed van de Maas verontreinigingen voor van een meer beperkte omvang en veelal andere verontreinigingen. Deze zogenaamde puntverontreinigingen zijn het gevolg van lokale verontreinigingsbronnen, zoals bijvoorbeeld riooloverstorten, lozingspunten en gestort afval. Verontreinigingen afkomstig uit lokale bronnen kunnen aanwezig zijn in de deklaag (waar ze dan kunnen zijn 'gesuperponeerd' op de diffuse verontreiniging), maar ook zijn doorgedrongen in de (oudere) winlaag die in principe 'schoon' is gesedimenteerd.
In het zomerbed is slechts een beperkt aantal puntverontreinigingen aanwezig. In het winterbed zijn grotere aantallen puntverontreinigingen aangetroffen. Zij zijn geclusterd rond havens en aan het water gelegen industrieterreinen. Bijlage IV in het Achtergronddocument Grond bevat een beschrijving van de puntverontreinigingen in het Maasdal.
Bij puntverontreinigingen gaat het om af te bakenen gevallen van verontreiniging van bodem of grondwater, die geen relatie hebben met de rivierdynamiek. Doordat het in veel gevallen gaat om andere verontreinigende componenten dan bij de diffuse verontreiniging en omdat het gaat om, van de 'achtergrond' van het gebied afwijkende concentraties met een eigen beoordeling van risico's, krijgen de puntverontreinigingen een aparte behandeling.

Strategie

Puntverontreinigingen wijken in aard, omvang en concentraties van verontreinigingen af van de 'gebiedseigen' diffuse verontreinigingen. Het voor het rivierbed van de Maas geformuleerde beleid ten aanzien van actief bodembeheer gaat ervan uit dat deze verontreinigde grond een separate behandeling krijgt.

Als uitgangspunt voor het project Zandmaas/Maasroute wordt gehanteerd dat de niet gebiedseigen verontreinigde grond in het Maasdal, voor zover die is gelegen binnen het gebied dat in het kader van de rivierverruiming op de schop gaat, wordt aangepakt op een wijze zoals die voortvloeit uit de procedures van Wet Bodembescherming.

Dit betekent dat per puntbron/verontreinigingsgeval een inschatting wordt gemaakt van de risico's voor mens, ecosysteem en verspreiding en van de voor- en nadelen van mogelijke oplossingsrichtingen, zoals gecontroleerd storten of scheiden en reinigen. Op basis daarvan vindt een afweging plaats en wordt per geval een optimale oplossingsrichting gekozen en uitgewerkt.

Naar verwachting zal dit er in veel gevallen op neer komen dat het bodemmateriaal van de puntbronnen (voor zover gelegen binnen de begrenzing van de ingreep in de rivier) wordt afgevoerd naar de regionale bergingslocatie (Molengreend in Limburg) dan wel naar een andere geschikte bergingslocatie (bijvoorbeeld de Slufter op de Maasvlakte).

Locaties

Verschillende ingrepen uit de basisalternatieven leiden tot het afgraven van bodem of waterbodem. Het betreft het verdiepen/verbreden van het zomerbed van de Maas, het verbreden van het Julianakanaal en de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Bij dit afgraven kunnen puntverontreinigingen worden doorsneden. De vergraving van puntverontreinigingen kan worden samengevat per type ingreep.

Verbreden van het Julianakanaal

Bij het verbreden van het Julianakanaal wordt tenminste één puntverontreiniging in de gemeente Stein doorsneden. Het betreft een actuele verontreiniging in grond en grondwater met diverse stoffen van de voormalige stortplaats Urmond met een geschatte omvang van 100 – 1.000 m³, vermoedelijk gelegen aan de oostzijde van het kanaal. Daarnaast is het mogelijk dat puntverontreinigingen, waarvan de verontreinigingskern net buiten het af graven gebied valt, deels worden doorsneden. Daarbij kan het gaan om:

a een potentiële verontreiniging van grond en grondwater met diverse stoffen vanuit een overslagplaats van Rijkswaterstaat (gemeente Stein). De geschatte omvang is groot (1.000 – 10.000 m³)
b een actuele grondverontreiniging met zware metalen en een grondwaterverontreiniging met vluchtige aromatische koolwaterstoffen, veroorzaakt door een autosloperij (gemeente Meerssen). De geschatte omvang van de grondverontreiniging is groot (1.000 – 10.000 m³).
c een actuele verontreiniging van grond en grondwater met diverse stoffen, veroorzaakt door een voormalige stortplaats (gemeente Meerssen). De geschatte omvang van de grondverontreiniging is matig (100 – 1.000 m³).
d een verontreiniging van grond en grondwater met diverse stoffen, veroorzaakt door verschillende activiteiten op de locatie (bedrijfsactiviteiten en opslag van olieproducten) (gemeente Meerssen). De geschatte omvang is matig (100 – 1.000 m³).

Daarnaast is het mogelijk dat de volgende grondwaterverontreiniging uit de benvloedingszone wordt aangesneden:

e een potentiële grondwaterverontreiniging met zware metalen, afkomstig van bedrijfsactiviteiten (gemeente Maastricht). De geschatte omvang is groot (1.000 – 10.000 m^3).

Aanleg natuurvriendelijke oevers
Bij de aanleg van natuurvriendelijke oevers worden drie puntverontreinigingen doorsneden. Het betreft de volgende locaties:

f een actuele verontreiniging met diverse stoffen in grond en grondwater, veroorzaakt door een riooloverstort (gemeente Bergen). De geschatte omvang is klein (<100 m^3).
g een potentiële verontreiniging in grond en grondwater met diverse stoffen, veroorzaakt door een stortplaats (gemeente Gennep). De geschatte omvang is groot (1.000 – 10.000 m^3).
h een potentiële verontreiniging met minerale olie, veroorzaakt door de opslag van olieproducten (gemeente Mook en Middelaar). De geschatte omvang is matig (100 – 1.000 m^3)

In alle drie de basisalternatieven worden deze drie locaties doorsneden. In Basisalternatief 1 vallen de locaties 'f' en 'h' midden in de aanleg van natuurvriendelijke oevers en valt locatie 'g' net binnen de aanleg van een natuurvriendelijke oever. In Basisalternatief 2 en 3 valt de locatie 'f' in de verbreding van het zomerbed en vallen de locaties 'g' en 'h' in de aanleg van natuurvriendelijke oevers.

4.3 Kabels en leidingen

Het projectgebied van Zandmaas/Maasroute wordt door 607 bundels van kabels en leidingen doorkruist. Een bundel kan een streng met meerdere individuele kabels of leidingen zijn.
Het gaat hier voornamelijk om elektriciteits- en telecommunicatiekabels. Daarnaast betreft het 20 aardgas- en 6 brandstofleidingen, waterleidingen en leidingen voor het transport van chemische stoffen zoals naftaleen.
Er kunnen drie soorten objecten worden onderscheiden: kruisende, langsliggende en in het winterbed liggende objecten. Deze laatste groep bestaat uit riooloverstorten en effluentleidingen, hoogspanningsmasten, objecten aan bruggen en andere in het winterbed liggende objecten.

Volgens de in het kader van de rivierenwet verleende vergunningen moeten de Maas onderlangs kruisende kabels en leidingen een gronddekking bezitten van ten minste 3 meter. Ten gevolge van een verdieping of verbreding van het zomerbed zullen daardoor een groot deel van de kruisende kabels en leidingen verlegd danwel beschermd moeten worden.
Ten gevolge van de verbreding en/of de natuurvriendelijke oevers moeten ook enkele langsliggende rioolpersleidingen verlegd worden.
Onderstaande tabellen geven het aantal bundels kabels en leidingen weer dat ten gevolge van de geplande ingrepen in de basisalternatieven aangepast moeten worden.
Omdat de ingrepen van de scheepvaartalternatieven alleen van invloed zijn op de kabels en leidingen in het Julianakanaal is het geheel gesplitst in het traject Zandmaas en het traject Julianakanaal.

Afgeleide activiteiten

Tabel 4.7 Overzicht van aanpassingen kabels en leidingen per alternatief

Type	Aantal aanwezige kabels en leidingen	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Zandmaas				
kruisend	138	117	105	105
langsliggend	124	6	14	14
winterbed	153	4	18	18
Julianakanaal	r	r	r	r
kruisend	24	8	8	8
langsliggend	86	25	25	25
kanaaldijk	82	8	8	8
Totaal	**607**	**168**	**178**	**175**

In principe worden alle objecten die met de geplande ingrepen conflicteren verlegd. Indien het voor de beheerder echter financieel voordeliger is om een beschermingsconstructie over het object aan te leggen en dit hydraulisch, nautisch en morfologisch toelaatbaar is kan van verlegging worden afgezien en kan een beschermingsconstructie in de vorm van een drempel of een krib worden toegepast.
Om deze reden spreken we van een aanpassing aan kabels en leidingen, hetgeen een verlegging of een beschermingsconstructie impliceert. De mogelijke uitvoeringswijzen van de aanpassingen worden besproken in paragraaf 5.2.

4.4 Morfologische maatregelen

Door verruiming van het dwarsprofiel ontstaat een verlaging van waterstanden bij extreme afvoeromstandigheden. Het is van belang dat de ontwerp-waterstanden ook op langere termijn gewaarborgd zijn. Naast afvoer van water voert de Maas tevens sediment af naar zee.
Dit transport van sediment vindt voornamelijk plaats tijdens hoge afvoeren. Doordat het aantal dagen met sedimenttransport per jaar beperkt is, verlopen de morfologische processen in de Maas betrekkelijk langzaam. Na verloop van tijd kan de ligging van de bodem door de morfologische processen veranderen. Door het treffen van maatregelen zijn de morfologische processen te beïnvloeden.
De te treffen maatregelen zijn erop gericht ongewenste morfologische veranderingen te beperken of tegen te gaan.

De noodzakelijke maatregelen voor alle drie de basisalternatieven behelzen het aanbrengen van een (vaste) afdeklaag in het gedeelte benedenstrooms van de stuw te Linne, globaal in het traject tussen km 70 en km 73. Deze afdeklaag is nodig om te voorkomen dat erosie optreedt in het overgangsgedeelte van het oorspronkelijke zomerbed bij de stuw tot de locatie waar de maximale verdieping van het zomerbed min of meer wordt bereikt. Het aanbrengen van een afdeklaag voorkomt overigens ook het optreden van sedimentatie aan het eind van het overgangsgedeelte (km 75 – km 78).
Daarnaast moeten voor Basisalternatief 1 en 3 aanvullende maatregelen worden getroffen.
Hierbij gaat het om het aanbrengen van een laag met relatief grof materiaal tussen km 87 en km 102 ter afdekking van de tertiaire laag die na het verdiepen van het zomerbed aan de oppervlakte komt.

De maatregelen zijn noodzakelijk daar waar de erosiebasis verandert door de rivierverruiming: dit is het geval bij zomerbedverdieping. De maatregelen worden in eerste instantie verondersteld direct na de uitvoering van de zomerbedverdieping te worden aangebracht.
Doordat de morfologische processen in de Zandmaas betrekkelijk traag verlopen, is de omvang van de bodemerosie na een hoogwater niet al te groot. Indien deze erosie slechts geringe risico's met zich meebrengt is een optimalisatie van de maatregelen mogelijk door de aanleg van de afdeklaag in de vorm van onderhoudswerk uit te voeren. Dit vereist na elk substantieel hoogwater een inventarisatie van de opgetreden erosie en het aanstorten van de erosiekuilen, die tijdens het hoogwater zijn ontstaan. Omdat de risico's voor de verschillende basisalternatieven niet echt verschillen is dit voor de basisalternatieven niet onderscheidend, en is de optimalisatie in deze fase achterwege gelaten.

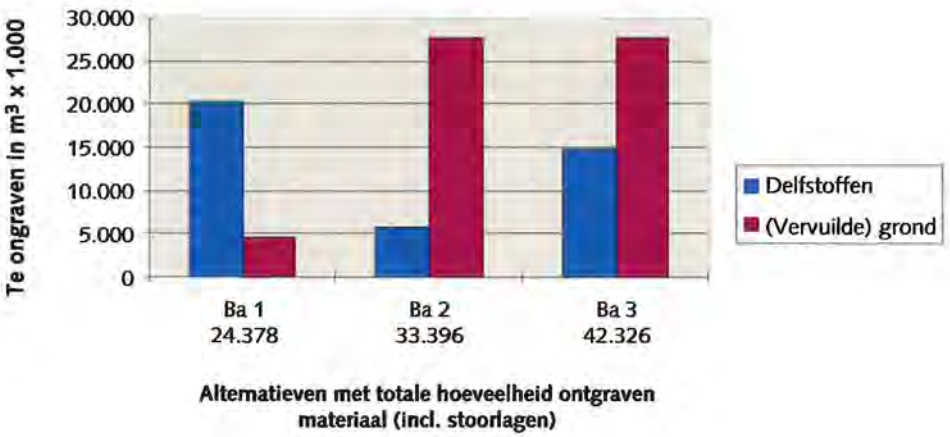
5 Uitvoeringsmaatregelen

Naast een beschrijving van de ingrepen die onderdeel uitmaken van de verschillende basisalternatieven, is het ook van belang te kijken naar de activiteiten die in de uitvoeringsfase worden uitgevoerd. De aanlegfase kent een aantal specifieke (veelal tijdelijke) effecten. In deze paragraaf komen de belangrijkste activiteiten tijdens de uitvoeringsfase aan de orde. Daarbij gaat het om activiteiten met betrekking tot rivierverruiming en het verleggen of beschermen van kabels en leidingen.
Bij de basisalternatieven zijn ook het aanpassen van sluizen en stuwen en het verbreden van het Julianakanaal aan de orde. Het aanpassen van sluizen en het verbreden van het Julianakanaal zijn ingrepen die direct gerelateerd zijn aan het verbeteren van de scheepvaart. Het aanpassen van stuwen kan zowel het gevolg zijn van maatregelen (peilopzet) gericht op rivierverruiming als op verbetering van scheepvaart. De uitvoeringsbeschrijvingen voor aanpassing van stuwen, sluizen en de verbreding van het Julianakanaal worden beschreven in deel 2 van het Achtergronddocument basisalternatieven gericht op scheepvaartverbetering.

5.1 Uitvoering rivierverruiming

5.1.1 Ontgraving algemeen

Rivierverruiming houdt in dat door het uitdiepen van het zomerbed of verbreden van het zomerbed de rivier meer ruimte krijgt. Het uitvoeren van deze maatregel houdt in dat in den natte en/of in den droge wordt ontgraven. Bij het beschrijven van de werkzaamheden is het goed om een onderscheid te maken tussen verschillende grondstromen. Er zijn 3 hoofdgrondstromen te onderscheiden: vermarktbaar materiaal (delfstoffen), niet sterk verontreinigd maar niet-vermarktbaar materiaal (klasse 0,1,2) en verontreinigd materiaal (klasse 3,4). De werkzaamheden bij de verschillende grondstromen kunnen verschillen in wijze van ontgraven, mogelijke (tussen)bewerkingen, transport en bestemming.



Figuur 5.1 – Omvang van de rivierverruimingswerkzaamheden per alternatief (exclusief verbreding Julianakanaal)

Het realiseren van de ontgravingswerkzaamheden binnen de uitvoeringsperiode is mogelijk door op meer dan één locatie tegelijk te werken. Gezien de hoge ontgravingscapaciteit is het echter niet mogelijk om de verwerkingssnelheid van de specie (wassen, zeven e.d.) parallel te laten verlopen aan

de ontgraving. Het afzetten van grind- en zandhoeveelheden op de markt wordt bepaald door de vraag op de markt. Dit kan afwijkend zijn van de productie. Dit heeft tot gevolg dat de gebaggerde specie (of een groot deel daarvan) via tijdelijke opslagdepots moet worden verwerkt.
Een en ander heeft tot gevolg dat na 2005 nog zand en grind vanuit het Zandmaasproject op de markt wordt afgezet. Vooralsnog wordt er van uit gegaan dat 100% van de delfstoffen tijdelijk wordt opgeslagen in verwerkings- en opslaglocaties. De verblijftijd bedraagt circa 4 à 5 jaar.
Afhankelijk van de depotlocaties kan de wijze van transport van de gebaggerde specie per stuwpand verschillend zijn: hydraulisch transport of transport met beunschepen en/of bakken.
Gegeven de lengte van het project is het reëel om te veronderstellen dat het vervoer hoofdzakelijk in beunschepen of -bakken zal plaatsvinden.
Bij voorkeur worden over het totale traject meerdere tussenopslagen (verwerkingsdepots) gevormd, zodat de transportafstanden beperkt blijven tot circa 20 km.
Een en ander betekent 6 à 7 verwerkings- en opslaglocaties. De niet verontreinigde maar niet vermarktbare specie kan worden gebruikt voor het verondiepen van diverse plassen langs de Maas. Dit betekent dat deze specie meestal over een vrij grote afstand vervoerd zal moeten worden.

De klasse 3 en 4 specie met niet gebiedseigen verontreiniging wordt afgevoerd naar een speciedepot.

5.1.2 Uitvoeringsplanning

De start van de uitvoering van de werkzaamheden hangt af van diverse procedures. Bij de beschrijving van de effecten wordt aangenomen dat 80% van de werkzaamheden gelijkmatig verdeeld over de tijd zal plaatsvinden binnen een tijdsduur van 6 jaar. Natuurmaatregelen zullen daarna nog een aantal jaren kunnen doorlopen.

Bij baggerwerk zal er gewerkt kunnen worden van 6.00 uur tot 22.00 uur. Bij 'droog' werk zal de werktijd waarschijnlijk van 7.00 uur tot 16.00 uur zijn. Ongeveer 15 à 30 kalenderdagen per jaar kunnen de werkzaamheden gehinderd worden door hoge waterstanden op de Maas.
Het aantal werkbare dagen wordt op 220 dagen per jaar geschat. Er wordt uitgegaan van een gemiddelde werkdag van 10 uur. Voor de te berekenen productie wordt uitgegaan van 80% van het aantal werkuren per dag. De overige 20% zijn nodig voor onderhoud en reparatie.
Het totaal aantal effectieve werkdagen (exclusief onderhoud en reparatie) gedurende 6 jaar bedraagt afgerond 1.050 uitvoeringsdagen (6 x 220 x 0,8 = 1.056).
Voor de totale uitvoeringstijd voor de natuurvriendelijke oevers wordt uitgegaan van
7 x 220 x 0,8 = 1.232 uitvoeringsdagen.

Tabel 5.1 Effectieve werkdagen gedurende 6 jaar

Activiteit	effectieve werkdagen gedurende 6 jaar
Ontgraven (nat en droog)	1.050
Inrichting, afwerking natuurvriendelijke oevers	1.230

Organisatie van de werkzaamheden
Bij de uitvoering van de werkzaamheden wordt bij voorkeur gewerkt van bovenstrooms naar benedenstrooms. Dit om te voorkomen dat reeds afgerond werk door sedimentatie weer 'vervuild' wordt. Door problemen met procedures, grondverwerving, het verleggen van kabels en leidingen zal in de praktijk de ideale volgorde van werken, van zuid naar noord, niet geheel haalbaar zijn.
Voor de aanbesteding wordt uitgegaan van een indeling in 6 bestekken die elk een lengte van circa 20 km zullen hebben. De afbakening van de bestekken zal in grote lijnen per stuwpand zijn waarbij Sambeek in 2 bestekken zal worden verdeeld. De uitvoering van elk van de bestekken zal circa 2 à 3 jaar in beslag nemen. Hierbij zal per bestek op 2 à 3 plaatsen gewerkt worden. De bestekken zullen elkaar in de tijd gedeeltelijk overlappen. De start van een bestek kan telkens ongeveer 1 jaar na de start van een vorig bestek plaatsvinden. Op deze wijze kan de ervaring van een voorgaand bestek goed verwerkt worden in het volgende.
De afwerking van de natuurvriendelijke oevers kan in aparte bestekken geregeld worden.
Voor Basisalternatief 3 zullen er 2 keer 6 bestekken worden uitgegeven. 6 voor het winterbed, verbreden en de natuurvriendelijke oevers en 6 voor het verdiepen van het zomerbed.

5.1.3 Uit te voeren werkzaamheden

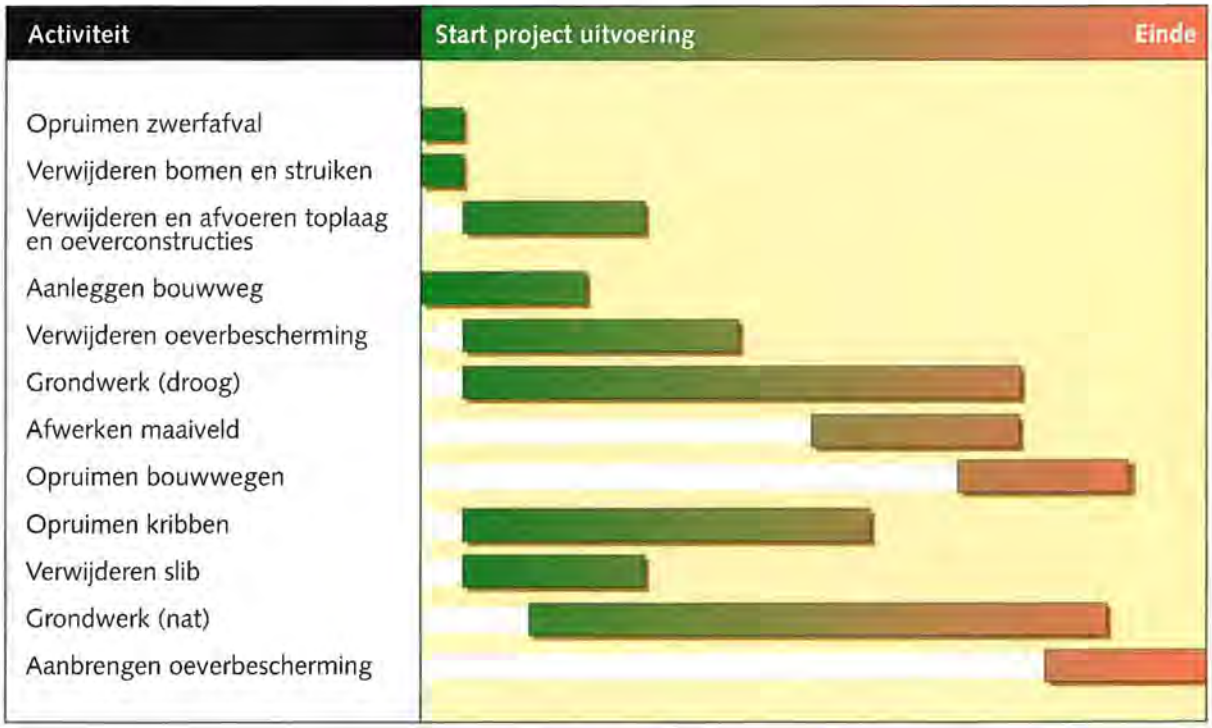
Algemeen
Afhankelijk van de maatregelen kunnen de volgende ingrepen onderscheiden worden.
werkzaamheden uit te voeren in den droge:
- opruimen zwerfvuil;
- verwijderen bomen en struiken;
- verwijderen en afvoeren toplaag en oeverconstructies;
- aanleggen eventuele bouwwegen en ontsluitingswegen;
- verwijderen oeverbescherming;
- grondwerk (schone specie, delfstoffen, verontreinigde specie);
- afwerken maaiveld;
- opruimen bouwwegen.

werkzaamheden uit te voeren in den natte:
- opruimen kribben;
- verwijderen slib;
- grondwerk (schone specie, delfstoffen, verontreinigde specie);
- aanbrengen oeverbescherming.

Afhankelijk van de situatie zullen soms slechts een beperkt aantal van bovengenoemde werkzaamheden worden uitgevoerd.
Hierna is een principe-werkvolgorde aangegeven en een indicatie van de verhouding van de doorlooptijden. De doorlooptijd van de onderdelen is uiteraard afhankelijk van de te ontgraven hoeveelheden en lokale omstandigheden. Ook de mogelijkheid van afstemming tussen de verschillende activiteiten bepaalt de totale doorlooptijd. Bepalend voor de wijze waarop het werk wordt aangepakt is de bestemming van de vrijkomende specie.

Er zijn in principe 2 mogelijkheden:
- afvoeren – naar depot (verontreinigd)
  – om te vermarkten
  – om elders te hergebruiken
- hergebruiken op de plaats van ontgraven.

Bij mogelijkheid 2 wordt in een aantal fases achter elkaar aangewerkt. Hierbij wordt de te herverwerken specie (toplaag van circa 0,5 m) direct verwerkt in de naastliggende ontgraving.
De af te voeren hoeveelheid wordt niet beïnvloed door de werkwijze, immers er wordt hoe dan ook circa 280 m^2 profielverruiming nagestreefd (bij Basisalternatief 1 en Basisalternatief 2, bij Basisalternatief 3 gaat het om circa 300 m^2 profielverruiming). Dit betekent dat er circa 280 m^3/m specie zal moeten worden afgevoerd. Bij hergebruik wordt er wel extra ontgraven en aangevuld.



Figuur 5.2 – Indicatie van de planning van de verschillende werkzaamheden

In de bovenstaande indicatie van de planning is schematisch weergegeven welke activiteiten gelijktijdig of gedeeltelijk gelijktijdig kunnen plaatsvinden. De mate waarin activiteiten gelijktijdig kunnen plaatsvinden is afhankelijk van de situatie en de verhouding van de werkzaamheden ten opzichte van elkaar.

De vrijkomende schone materialen worden afgevoerd per binnenvaartschip. Hiertoe wordt in de nabijheid van de ontgraving een losponton gepositioneerd. Het transport op de locatie vindt plaats per as of via bandtransport.
De niet schone materialen worden in het winterbed verwerkt en moeten dus tijdelijk in een depot worden gezet. Ook de te hergebruiken oeverbescherming wordt tijdelijk in depot gezet.
De depots worden lokaal gehouden en zullen dus elk een beperkte capaciteit hebben en niet langer dan circa 5 maanden bestaan.

Om tot een inschatting te komen van de tijdens de werkzaamheden aanwezige machines is per fase ingeschat welke machines nodig zijn en wat de productie per eenheid ongeveer zal zijn. De productie is afhankelijk van de ingezette hoeveelheid materieel en mensen.

Verlagen van het zomerbed

De werkvolgorde voor het verlagen van het zomerbed is als volgt:

- verwijderen van eventueel aanwezig slib;
- ontgraven van het zomerbed met behulp van een cutterzuiger;
- afwerken van de bodem met een sleephopper.

De afwerking wordt geacht niet op het kritieke pad te liggen. Immers de doelstelling, verruiming van de rivier is reeds bereikt na het ontgraven met behulp van de cutterzuiger. Bovendien kan de afwerking beginnen voordat de ontgraving overal gereed is. Voor het verwijderen van het slib geldt dat dit niet geheel gereed hoeft te zijn voordat het cutteren kan beginnen. Als compromis is het verwijderen van het slib en het afwerken voor 50% gerekend.

De totale uitvoeringstijd voor het verlagen van het zomerbed is berekend waarbij wordt verondersteld dat het verwijderen van het slib de uitvoering niet ophoudt. Het ontgraven met behulp van een cutter is derhalve de maatgevende activiteit. Voor een deel van het stuwpand Belfeld geldt dat er bij verdieping van het zomerbed een afdeklaag nodig is, in verband met een in dat traject aangetroffen zandlaag die niet erosiebestendig is. Het aanbrengen van de filterlaag kost extra tijd (circa 60 dagen).

Tabel 5.2 Benodigd aantal units binnen de totale uitvoeringstijd

	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
berekende uitvoeringstijd (dagen)	3.410	365	1.700
totale uitvoeringstijd (dagen)	1.050	1.050	1.050
aantal benodigde cutterzuigers	4/5	1	2

Verdieping in het Basisalternatief 2 vindt alleen plaats in het stuwpand Roermond over een lengte van circa 10 km. In dit alternatief zal men circa 1 tot 1,5 jaar bezig zijn met verdiepen.

Verbreden zomerbed

Bij het verbreden van het zomerbed is de werkvolgorde als volgt:

- verwijderen van de bestortingen;
- verwijderen van de toplaag;
- ontgraven vanaf het land;
- verwerken van de toplaag.

De tijdsduur voortkomend uit de hoeveelheden te ontgraven specie is dominant. Daarom moet dit als maatgevend worden beschouwd. De planning wordt hierop afgestemd en de andere activiteiten worden zodanig gepland dat deze niet maatgevend worden, dus altijd blijven voorlopen op de ontgraving.

Tabel 5.3 Benodigd aantal units binnen de totale uitvoeringstijd

	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
berekende uitvoeringstijd (dagen)	0	26.208	26.208
totale uitvoeringstijd (dagen)	1.050	1.050	1.050
aantal benodigde ontgravingsunits	0	26	26

Natuurvriendelijke oevers
Bij het aanleggen van een natuurvriendelijke oever is de werkvolgorde afhankelijk van de situatie van de natuurvriendelijke oever. Indien de natuurvriendelijke oever als afwerking gebruikt wordt voor een verbreding zijn de volgende werkzaamheden nodig:
- verwijderen van de toplaag;
- ontgraven vanaf het land;
- verwerken van de toplaag.

Bij het toepassen van een natuurvriendelijke oever anders dan als afwerking van een verbreding dient bovendien de oeverbestorting verwijderd te worden.
De tijdsduur voortkomend uit de hoeveelheden te ontgraven specie is dominant. Daarom moet dit als maatgevend worden beschouwd. De planning wordt hierop afgestemd en de andere activiteiten worden zodanig gepland dat deze niet maatgevend worden, dus altijd blijven voorlopen op de ontgraving.

Tabel 5.4 Benodigd aantal units binnen de totale uitvoeringstijd

	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
berekende uitvoeringstijd (dagen)	5.350	6.448	6.448
totale uitvoeringstijd (dagen)	1.230	1.230	1.230
aantal benodigde ontgravingsunits	5	6 à 7	6 à 7

5.2 Uitvoering kabels en leidingen

Indien bij het uitvoeren van alternatieven bescherming van kabels of leidingen niet mogelijk is zullen bepaalde kabels of leidingen verlegd moeten worden. Verlegging kan op verschillende methoden worden uitgevoerd. Hieronder volgen de meest toegepaste methoden.

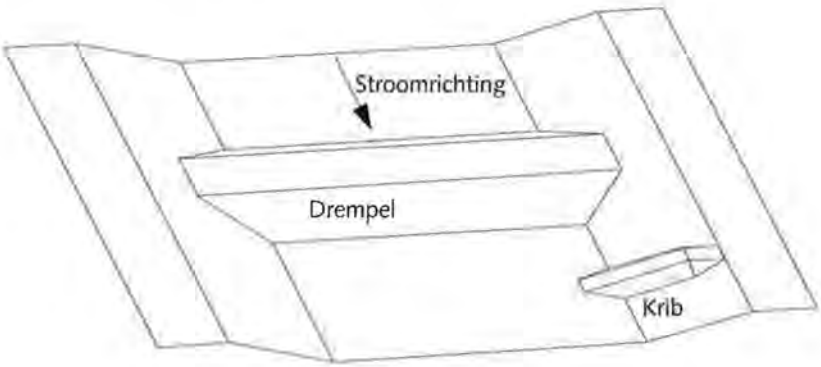
Traditionele methoden
De traditionele methode voor het aanbrengen van een rivierkruising is het graven van een sleuf in de rivierbodem en het graven van aanlandingen in de oevers. In geval van verbreding van het zomerbed is een grotere aanlanding nodig en zal een grote hoeveelheid droog grondwerk verzet moeten worden. In geval van verdieping van het zomerbed zal een relatief diepe sleuf ontgraven moeten worden die eventueel in stand moet worden gehouden door middel van een damwandconstructie.
Indien het zomerbed verruimd wordt door middel van verbreding van het zomerbed, is het technisch/economisch niet haalbaar om slechts dat deel van de kabel of leiding te verlagen welke in de huidige oever gelegen is, gezien de realisatie en omvang van de werksleuven alsmede het te verpompen debiet bij het drooghouden van de bouwput. De kabel of leiding zal in dit geval eveneens over de gehele rivierbreedte vervangen dienen te worden. De te hanteren methoden zullen dan voornamelijk beperkt blijven tot de bovengenoemde technieken.
Zinkers worden vanwege ingreep op de omgeving, scheepvaarthinder en de lange doorlooptijden nog maar weinig toegepast.

Horizontaal gestuurd boren
Bij horizontaal gestuurd boren wordt een smalle buis onder de rivier door geboord waarna de productbuis met behulp van een zogenaamde ruimer vervolgens erdoor getrokken wordt.
Het boorgat wordt in stand gehouden door een mengsel van water en bentoniet.

Voordelen van deze methode zijn de korte uitvoeringstijd en het geringe ruimtebeslag. De rivier wordt geen moment gestremd en de gemiddelde uitvoeringsduur voor een kruising onder de Maas zal maximaal twee weken bedragen. Nadelen zijn de hoge kosten van de methode en het feit dat het boren door grind in principe niet mogelijk is omdat door het hoge poriëngehalte het waterbentoniet mengsel niet onder druk kan worden gehouden en het boorgat zal bezwijken.

Microtunneling
Met behulp van Microtunneling kunnen diverse kabels en grote leidingen makkelijk worden gebundeld. Na de realisatie kunnen mogelijk nieuwe kabels en leidingen worden doorgevoerd. Mogelijkheden van bundeling hangen af van de technische eisen die gesteld worden aan het samenbrengen van objecten die verschillende producten vervoeren. De minimale diameter van deze techniek is ongeveer 60 cm. Het is toepasbaar in grind omdat de mantelbuis direct achter het boorschild wordt ingebracht en het boorgat zo in stand blijft.

Beschermingsconstructies
Bij een verdieping van het zomerbed kan het object beschermd worden met een drempel, dwars op de stroomrichting van de rivier. In geval van zomerbedverbreding kan een beschermingsconstructie in de vorm van een krib aangelegd worden. Onderstaande figuur geeft een indruk van de mogelijke constructies. Een beschermingsconstructie is altijd een tijdelijke oplossing voor de resterende economische levensduur van de te beschermen objecten. Uitgangspunt is dat een beschermingsconstructie na ongeveer 20 á 30 jaar weer verwijderd zal worden omdat het beschermde object dan wegens technische vernieuwing of afschrijving door de beheerder vervangen zal worden.



Figuur 5.3 – Isometrie van een drempel en een krib ter bescherming van kabels en leidingen

Objecten in het winterbed
Het verleggen van kabels en leidingen in het winterbed is technisch veel minder ingrijpend dan in het zomerbed. Het zal hier voornamelijk gaan om het aanbrengen van nieuwe uitstroomvoorzieningen voor riool- of effluentleidingen, het dieper leggen van objecten ter plaatse van geplande hoogwater- of nevengeulen en wijziging van het tracé van diverse objecten.

6 Beheer, onderhoud en monitoring

6.1 Onderhoudsbaggerwerk ten behoeve van morfologisch evenwicht

Naast afvoer van water wordt door de Maas tijdens hoge afvoeren tevens sediment getransporteerd. Het aantal dagen met sedimenttransport per jaar is beperkt, zodat de morfologische processen in de Maas betrekkelijk langzaam verlopen. Dit houdt in dat een ingreep in de rivier, die aanleiding geeft tot morfologische veranderingen, pas over enkele eeuwen is uitgewerkt. Tevens houdt dit in dat morfologische processen als gevolg van ingrepen in het (recente) verleden, zoals de aanleg van stuwen en de uitgevoerde bochtafsnijdingen nu wellicht nog niet geheel uitgewerkt zijn.
Voor het verkrijgen van inzicht in de morfologische ontwikkelingen is onderzocht hoe de rivier er over 75 jaar uitziet. De toestand over 75 jaar is daarbij echter afhankelijk van het wel of niet veranderen van het doorstroomprofiel en het wel of niet uitvoeren van onderhoudsbaggerwerk. Voorts is er bij het simuleren van de morfologische processen vanuit gegaan dat de korrelsamenstelling van het bodemmateriaal na het realiseren van het Basisalternatief niet is veranderd.

Algemeen
Het aanbrengen van een afdeklaag in het gedeelte van km 70 tot km 73 kan in zijn geheel direct bij het uitvoeren van de verdieping worden uitgevoerd en valt dan onder de morfologische maatregelen. Doordat de morfologische processen betrekkelijk traag verlopen, is de omvang van de bodemerosie na een hoogwater niet al te groot. De aanleg van de afdeklaag is daarom ook in de vorm van onderhoudswerk uit te voeren. Dit vereist na elk substantieel hoogwater een inventarisatie van de opgetreden erosie en het aanstorten van de erosiekuilen, die tijdens het hoogwater zijn ontstaan.

De hier en daar optredende sedimentatie in het riviergedeelte tussen Maasbracht en Lith geeft geen aanleiding tot grootschalige baggerwerkzaamheden.

In het traject benedenstrooms van Lith (km 200 – km 215) is voor het handhaven van de vigerende MHW – standen in dit riviergedeelte na aanleg van de Maaswerken onderhoudsbaggerwerk voorzien met een omvang van 10.000 à 15.000 m³/jaar. Gedurende de eerste 15 jaar zal de omvang van het onderhoudsbaggerwerk wat groter zijn. Na deze periode lijkt het benodigde onderhoudsbaggerwerk in omvang af te nemen. Opgemerkt moet worden dat voor het handhaven van de vigerende MHW – standen benedenstrooms van Lith ook in de autonome ontwikkeling onderhoudsbaggerwerk nodig is. Het onderhoudsbaggerwerk neemt ten opzichte van de autonome ontwikkeling enigszins af.

Basisalternatief 1 (verdieping, verhanglijn 2)
De fijne laag die tussen km 87 en km 102 is aangesneden, wordt afgedekt met een laag die in principe voldoende bestand is tegen de overtrekkende stroom bij extreme afvoeren. Na elk substantieel hoogwater moet echter worden beoordeeld in hoeverre de afdeklaag is aangetast door de stroom. Indien noodzakelijk moet de afdeklaag worden hersteld.
De omvang van de erosie in het traject Grave – Lith is beduidend groter dan de erosie in de overige bovenstrooms gelegen trajecten. De berekende erosie is in vergelijking tot de optredende erosie in de autonome ontwikkeling versterkt door de overgang van een verdiept zomerbed naar een niet verdiept zomerbed.

Basisalternatief 2 (verbreding, verhanglijn 2)
Het over een lang riviergedeelte verbreden van de rivier leidt tot andere morfologische reacties dan het over een lang gedeelte verlagen van het zomerbed van de rivier. Het verbreden van het zomerbed geeft aanleiding tot de volgende morfologische processen:
Ter plaatse van de zomerbedverbreding neemt het vermogen van de rivier om zand te transporteren af en sedimenteert materiaal. Zonder aanvullende maatregelen zet de sedimentatie zich uiteindelijk door tot het eind van de verbreding. Aan het eind van de verbreding neemt het vermogen van de rivier om zand te transporteren weer toe, waardoor benedenstrooms hiervan aanvankelijk erosie zal optreden.
De onderhoudswerkzaamheden bij uitvoering van Basisalternatief 2 zijn deels vergelijkbaar met onderhoudswerkzaamheden voor Basisalternatief 1, maar wijken op een aantal karakteristieke punten af.

Door het zomerbed te verbreden ter plaatse van de tertiaire lagen (km 87 – km 102) ontstaat in de rivier een natuurlijke trend tot aanzanding. Hiermee wordt voorkomen dat de tertiaire lagen aan de oppervlakte van het zomerbed komen te liggen. Er bestaat dan geen gevaar voor grootschalige erosie, zodat het niet nodig is deze lagen af te dekken met relatief grof materiaal.
De sedimentatie aan de bovenstroomse zijde van de verbreding zal op termijn invloed hebben op de ontwerpwaterstanden. Na verloop van tijd is daarom onderhoudsbaggerwerk noodzakelijk.
Gelijktijdig moet de erosie aan de benedenstroomse zijde worden tegengegaan.
Deze onderhoudswerkzaamheden kunnen in principe worden gecombineerd, door het aan bovenstroomse zijde van de verbreding gebaggerde materiaal (deels) terug te storten in het benedenstrooms ervan gelegen erosiegebied.
De omvang van het gemiddelde jaarlijkse onderhoudsbaggerwerk wordt bepaald door de afname van het sedimenttransport als gevolg van de zomerbedverbreding en het aantal verbredingen.
Naar schatting bedraagt het onderhoudsbaggerwerk globaal 16.000 m^3/jaar in het riviergedeelte tussen Maasbracht en Lith.
De optredende relatief sterke erosie in het traject Grave – Lith is in omvang vergelijkbaar met de te verwachten erosie in de autonome ontwikkeling.

Basisalternatief 3 (verdiepen en verbreden, verhanglijn 1)
Voor het realiseren van verhanglijn 1 is de verruiming van het doorstroomprofiel van de Maas gebaseerd op een combinatie van verdiepen en verbreden. Tussen km 87 en km 102 komt door het verdiepen de tertiaire laag bloot te liggen. Door de verbreding ontstaat sedimentatie direct benedenstrooms van de overgang naar het verbrede zomerbed. Op deze locatie is de situatie vergelijkbaar met Basisalternatief 2. De sedimentatie dekt echter niet de hele tertiaire laag af. Meer benedenstrooms wordt de tertiaire laag, zonder aanvullende werkzaamheden, gedurende langere tijd blootgesteld aan de stroom met ernstige erosie als gevolg. Ter voorkoming van deze grootschalige erosie is hier daarom het aanbrengen van een afdeklaag voorzien, zoals ook in Basisalternatief 1 het geval is. De staat van deze afdeklaag moet na elk substantieel hoogwater worden gecontroleerd en indien nodig hersteld.

Op termijn zal de sedimentatie aan de bovenstroomse zijde van de verbredingen invloed hebben op de ontwerp-waterstanden, zodat onderhoudsbaggerwerk nodig is. Dit onderhoudswerk is te combineren met het bestrijden van de optredende erosie benedenstrooms van de verbredingen.
Er zijn geen aanwijzingen dat het hiermee gepaard gaande onderhoudswerk belangrijk afwijkt van het onderhoudswerk zoals geschat voor Basisalternatief 2, zijnde globaal 16.000 m^3/s voor het traject tussen Maasbracht en Lith.
De te verwachten erosie in het traject Grave – Lith neemt ten opzichte van de autonome ontwikkeling toe en is vergelijkbaar met de te verwachten erosie in Basisalternatief 1.

6.2 Beheer en onderhoud ecotopen

Algemeen

Bij afwezigheid van beheer ('niets doen') zullen natuurlijke processen de ontwikkeling van vegetaties en habitats voor fauna bepalen. De natuurwaarden die hierbij ontstaan zijn karakteristiek voor natuurlijke ecotopen langs de rivier. Voor het ontwikkelen van specifieke natuurwaarden of het instandhouden van bepaalde vegetatietypen of leefgebieden voor fauna kan evenwel natuurbeheer noodzakelijk zijn.

Door het grootschalige karakter van de natuuringrepen kan het beheer van een groot deel van het studiegebied gevoerd worden door natuurbeherende en terreinbeherende organisaties zoals bijvoorbeeld Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten of WNF Nederland. Deze organisaties hebben reeds gebieden in het rivierengebied in beheer en beschikken over voldoende kennis en ervaring in deze zaken.

Harde rivieroever (ecotoop OS)

Het onderhoud van oeverconstructies (zowel aanliggende taludverdedigingen als vooroevers) blijft een verantwoordelijkheid voor de dienstkringen, vergelijkbaar met het huidige oeverbeheer. Vestiging en ontwikkeling van houtige gewassen, zoals wilgen, op de oeverconstructie is veelal niet gewenst met het oog op zichtlengte voor de scheepvaart en stabiliteit van de constructie.

Door de wilgen incidenteel af te zetten (op dezelfde wijze als de huidige onderhoudsmaatregel voor houtige gewassen op oeverbekledingen) houdt men de hoogte beperkt. Naast wilgen zijn er kruidachtige plantensoorten en grassen te verwachten die echter geen actief onderhoud vragen.

Ondiep zomerbed achter een harde rivieroever (ecotoop ZOV)

In het ondiepe water van een dergelijke, laag dynamische, situatie kan verlanding optreden. Door het invangen van bodemdeeltjes en plantenresten wordt de onderwaterbodem opgehoogd. Hierdoor ontstaan vestigingskansen voor moerasplanten. Onder dergelijke condities wordt het ecotoop 'ondiep zomerbed' in stand gehouden door eens in de tien à twintig jaar de oever uit te krabben tot een diepte van 1 – 2 m ten opzichte van stuwpeil. Bij voorkeur wordt dit werk in de winter uitgevoerd. In de ondiepe zones achter een vooroeverdam kan zwerfvuil aanspoelen. Dit dient regelmatig te worden verwijderd.

Moeras (ecotoop M)

Moerassen vormen de overgang van water naar land. Door verlanding zal op den duur vegetatiesuccessie optreden waardoor bos zal ontstaan. In bijvoorbeeld laagveenmoerassen kan dit proces binnen 15 jaar verlopen. Langs rivieren verloopt dit proces minder snel en is afhankelijk van de rivierdynamiek. De onderhoudsmethoden zijn er op gericht dit verlandingsproces te vertragen of teniet te doen. In een aantal situaties is het niet nodig onderhoudsmaatregelen uit te voeren. Dit is het geval indien de moerasvegetatie in water van meer dan 0,5 meter diep voorkomt. Onder dergelijke omstandigheden zal verlanding niet snel optreden. Hetzelfde geldt voor sterk geëxponeerde oevers en gebieden met grote peilfluctuaties, waar stroming en golfwerking een deel van het geproduceerde plantenmateriaal afvoeren.

Maaien in combinatie met het afvoeren van maaisel vertraagt het verlandingsproces. De frequentie van maaien is afhankelijk van het gewenste eindresultaat. Overjarig riet heeft een grote natuurwaarde. Vanuit ecologische overwegingen wordt een cyclisch maaibeheer voorgesteld met een looptijd van 5 jaar. Met andere woorden 20% van de moerasvegetatie wordt jaarlijks gemaaid. Het maaien dient plaats te vinden in de periode december tot en met februari. Vóór maart (broedseizoen) moet het maaisel verwijderd zijn.

Ook de moerasbegroeiing kan op grote schaal zwerfvuil invangen dat regelmatig zal moeten worden verwijderd. Nog afgezien van esthetische bezwaren kan beschadiging van de moerasvegetatie optreden door stukken zwerfvuil, die door golfslag en/of stroming tegen de begroeiing beuken.

Ooibos/Struweel (ecotoop BHB, BHS, BZ)
Houtachtige vegetaties vormen een (deel van het) leefgebied voor veel diersoorten. De natuurlijke ontwikkeling van bomen en struiken verdient de voorkeur. Dit betekent niets doen als onderhoudsvorm op plaatsen waar omgevallen bomen geen risico opleveren voor de oeverbescherming en veiligheid voor de scheepvaart. In overige situaties kan het afzetten van bomen en struiken periodiek nodig zijn. Dit beheer dient buiten de broedperiode te gebeuren.

In struwelen kan, zeker na een hoogwater, op grote schaal zwerfvuil terecht komen. Dit vuil dient met name uit esthetisch oogpunt regelmatig verwijderd te worden.

Ruigte (ecotoop RU)
Voor de instandhouding van ruigte-ecotopen is een begrazingsbeheer noodzakelijk. Aanvullend kan gericht gemaaid worden wanneer dit gewenst is, bijvoorbeeld bij opslag van wilgen of andere houtige gewassen.
Voor de ruigtenvegetaties (RU) wordt een begrazingsbeheer opgesteld om de structuur en de natuurwaarde van deze ecotopen te vergroten.
Wil men begrazing als onderhoudsinstrument inzetten, dan is minimaal een oppervlak van circa 5 ha nodig. De ruigten worden dan extensief beweid. Hierdoor zullen lokale verschillen ontstaan in begrazingsintensiteit en zal een gevarieerd vegetatiepatroon met een grote rijkdom aan plantensoorten ontstaan. Beweiding dient bij voorkeur het gehele jaar rond, maar in ieder geval gedurende het gehele vegetatieseizoen plaats te vinden.

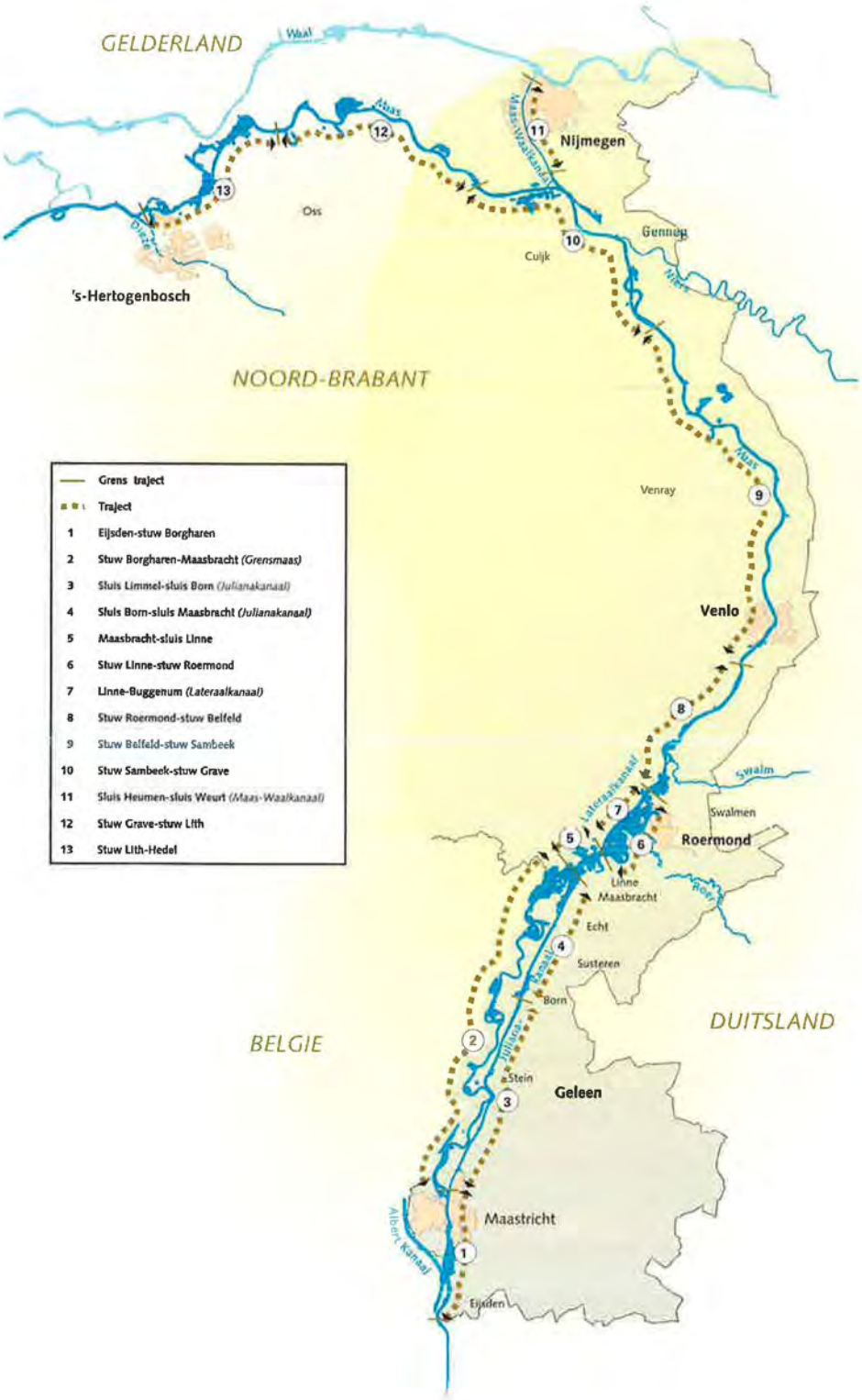
6.3 Beheer en onderhoud en monitoring beschermingsconstructies

In de Maas komen op een aantal plaatsen constructies en bijzondere voorzieningen voor. Dit betreft onder meer de diverse bodembeschermingsconstructies ten behoeve van het vastleggen van de rivierbodem bij bijvoorbeeld stuwen, brugpijlers, kabels en leidingen en de plaatsen waar anders fijne lagen aan de oppervlakte komen.
Door het verruimen van het dwarsprofiel nemen de waterstanden in de Maas af. Daar waar bodembescherming is aangebracht, zal over het algemeen het dwarsprofiel niet zijn verruimd. Voor de ontwerpafvoer betekent dit dat de stroomsnelheden in vergelijking tot de autonome ontwikkeling zullen toenemen als gevolg van de bijbehorende lagere waterstanden. Dit houdt in dat de aanval op deze beschermingsconstructies toeneemt.
Over het algemeen zijn deze beschermingsconstructies zo ontworpen dat er enige reserve bestaat tussen de ontwerpbelasting en de bezwijkbelasting. Een beperkte verhoging van stroomsnelheden zal daardoor niet onmiddellijk leiden tot het op grote schaal bezwijken van de beschermingsconstructies. Bij de uitwerking voor het detailontwerp zal getoetst moeten worden of bij het gekozen alternatief de nu reeds aanwezige beschermingsconstructies ook in de toekomst zullen voldoen. Bij voldoende reserve kan worden volstaan met het monitoren van de beschermingsconstructies na elk substantieel hoogwater.
Speciale aandacht is vereist voor de bodembescherming benedenstrooms van stuwen, omdat daar naar verhouding relatief veel verandert, door de veranderingen in het peil van de waterstand benedenstrooms van de stuw en een toename van de overstorthoogte als gevolg van peilopzet.

Deel B

Effectbeschrijving

Algemeen



Overzichtskaart trajecten

7 Algemeen

Het Achtergronddocument Basisalternatieven deel 1: Rivierverruiming is opgesplitst in twee delen. In dit eerste deel zijn de effectbeschrijvingen opgenomen van Basisalternatieven 1, 2 en 3 en in deel 2 van Basisalternatieven 4, 5 en 6. In de vergelijking van de Basisalternatieven 1, 2 en 3 worden de effecten van de verschillende basiskeuzes voor rivierverruiming naast elkaar gezet. In de vergelijking van de Basisalternatieven 4, 5 en 6 gaat het juist om de specifieke verschillen tussen de scheepvaartalternatieven. Vanwege deze onderverdeling en de omvang van de effectbeschrijvingen is de splitsing in twee delen gemaakt.

De alternatieven en varianten worden beoordeeld op basis van een aantal verschillende aspecten. Deze aspecten zijn ingedeeld in een aantal clusters, de zogenaamde thema's. Per hoofdstuk worden hierna de beoordelingsresultaten van één thema besproken. Per aspect worden de effecten beoordeeld aan de hand van verschillende criteria. In tabel 7.1 is een overzicht opgenomen van de thema's, aspecten en beoordelingscriteria.

Bij de effectbeoordeling wordt in hoofdlijnen de volgende indeling gehanteerd:
- een inleiding over het aspect met daarbij het benoemen van de beoordelingscriteria;
- het beschrijven van de effecten op hoofdlijnen inclusief een presentatie van de samengevatte effecten in een overzichtstabel;
- een toelichting bij de effecten op hoofdlijnen, veelal in de vorm van een beschrijving van de effecten per traject.

Bij een aantal aspecten zijn de gehanteerde beoordelingscriteria onderverdeeld in subbeoordelingscriteria. Veelal is bij de beschrijving op het niveau van de subbeoordelingscriteria de bovenstaande indeling aangehouden.
De criteria zijn voor het project geoperationaliseerd, zodat de effecten kwalitatief en voor zover mogelijk kwantitatief kunnen worden weergegeven. Voor de kwalitatieve beoordeling wordt een zevenpuntsschaal gebruikt. Deze loopt in zeven stappen van een 'driemaal min' (---) voor een sterk negatief effect, via een 'nul' (0) voor geen effect tot een 'driemaal plus' (+++) aan het andere uiterste van de schaal voor een als sterk positief te waarderen effect (zie ook Achtergronddocument 'Methodiek').
Omdat niet alle aspecten binnen een thema, noch alle criteria binnen de verschillende aspecten even belangrijk zijn, zullen gewichten worden toegekend die het relatieve belang van het aspect of criterium weerspiegelen. Op deze wijze is het mogelijk op een navolgbare wijze tot een eindscore in de effectbeoordeling per thema te komen.

De effectbeschrijvingen zijn zoveel mogelijk geordend naar de deeltrajecten van de Zandmaas/Maasroute waarop ze betrekking hebben. Het gehele traject is ingedeeld in 13 trajecten, overeenkomend met de stuwpanden (zie kaart 6). In tabel 7.2 is een overzicht gegeven van de trajecten. Naast de 13 trajecten wordt bij landschap ook gesproken over landschapstrajecten.
In tabel 7.2 is aangegeven hoe de landschapstrajecten zich verhouden tot de 13 trajecten (zie ook kaart 7). Traject 2 ontbreekt vaak in de effectbeschrijvingen. Dit is namelijk de Grensmaas, wat geen onderdeel uitmaakt van het studietraject. Voor de Grensmaas wordt een aparte studie uitgevoerd.

Tabel 7.1 Overzicht van de thema's, aspecten en beoordelingscriteria

Thema	Aspect	Beoordelingscriterium
Bescherming tegen hoog water	Veiligheid	Kans op evacuatie
		Schaderisico
Scheepvaart	Beroeps- en recreatievaart	Modalsplit
		Vlotheid
		Verkeersveiligheid
		Kwaliteit vaarweg
		Toekomstvastheid vaarweg
Natuur	Natuur	Gebieden natuurfunctie
		Rivierecotopen
		Leefgebieden riviersoorten
		Verdrogingsgevoelige natuur, Doelsoorten van het beleid
Landschap	Landschap	Landschapsbeeld
	Cultuurhistorie en bodemarchief	Historische geografie
		Archeologie
		Aardkundige waarden
Oppervlaktewater en morfologie	Oppervlaktewater en morfologie	Zijrivieren
		Stabiliteit rivierloop
		Slibhuishouding
		Oppervlaktewaterkwaliteit
Grondwater	Grondwater	Afvoer naar oppervlaktewater
		Grondwaterkwaliteit
		Intrekgebied onttrekkingen
		Verspreiding puntverontreinigingen
Woon- en leefmilieu	Hinder	Geluid
		Stof
		Trilling
	Externe veiligheid	Risico
Ruimtegebruik	Ruimtegebruik	Landbouw
		Recreatie
		Wonen, werken en infrastructuur
Economie	Monetaire effecten	Hoogwaterschade
		Vervoerskosten
		Toegevoegde waarde
		Projectkosten
	Werkgelegenheid	Landbouw
		Delfstoffen
		Recreatie
		Project
Kosten	Kosten	Investeringskosten

Tabel 7.2 Overzicht van de trajecten

Trajectindeling elders in deze Trajectnota/MER		Landschapstraject	
Nummer	**Omschrijving**	**Rivierdeel**	**Stuwpanddeel**
Traject 1	Eijsden – stuw Borgharen	Bovenmaas	Eijsden – stuw Borgharen
Traject 2	Stuw Borgharen – Maasbracht (Grensmaas)		
Traject 3	Sluis Limmel – sluis Born (Julianakanaal)	Julianakanaal	Sluis Limmel – sluis Born
Traject 4	Sluis Born – sluis Maasbracht (Julianakanaal)		Sluis Born – sluis Maasbracht
Traject 7	Lateraalkanaal (Linne – Buggenum)	Lateraalkanaal	Linne – Buggenum
Traject 5	Maasbracht – stuw Linne	Maasplassen	Maasbracht – stuw Linne
Traject 6	Stuw Linne – stuw Roermond		Stuw Linne – stuw Roermond
Traject 8	Stuw Roermond – stuw Belfeld		Stuw Roermond – Neer
		Peelhorst	Neer – stuw Belfeld
Traject 9	Stuw Belfeld – stuw Sambeek		Stuw Belfeld – Arcen
		Venloslenk	Arcen – stuw Sambeek
Traject 10	Stuw Sambeek – stuw Grave		Stuw Sambeek – Cuijk
Traject 11	Maas – Waalkanaal (sluis Heumen – sluis Weurt)	Maas – Waalkanaal	Maas – Waalkanaal
Traject 10	Stuw Sambeek – stuw Grave	Maaskant	Cuijk – stuw Grave
Traject 12	Stuw Grave – stuw Lith		Stuw Grave – stuw Lith
Traject 13	Stuw Lith – Hedel	Maaskant	Stuw Lith Hedel

8 Bescherming tegen hoogwater

8.1 Beoordelingscriteria

'Alle alternatieven even veilig'
Anders dan bij aspecten als bijvoorbeeld 'landschap' en 'ruimtegebruik' is er bij het aspect 'bescherming tegen hoogwater' een harde doelstelling waaraan alle alternatieven onverkort moeten voldoen. Het gaat hierbij om een van de twee hoofddoelen van het project Zandmaas/Maasroute: in de startnotitie en de richtlijnen is vastgelegd dat door middel van de rivierverruiming binnen de nu bestaande kades in het Zandmaasgebied het beschermings niveau zodanig verhoogd moet worden dat de kans dat het water hoger komt te staan dan het niveau waarop de kades berekend zijn zeker 1/250 per jaar bedraagt.
De waterhoeveelheid die de Maas met een dergelijk kleine kans afvoert bedraagt bij Borgharen 3.382 m^3/s. Deze afvoer – circa 10% meer dan tijdens de hoogwaters van 1993 en 1995 – is gebaseerd op de meest actuele statistische gegevens. De hoogwaters van 1993 en 1995 zijn daarin verwerkt.

De hierboven beschreven doelstelling, en de genoemde afvoer van 3.382 m^3/s meer in het bijzonder, zijn maatgevend geweest voor het ontwerp van de basisalternatieven. Dat is – vanzelfsprekend – terug te zien in hetgeen de basisalternatieven bewerkstelligen.
Toch is het informatief om te laten zien wat de alternatieven presteren ten aanzien van het beschermingsniveau. Immers, dat geeft het antwoord op de vraag, enigszins populair gesteld: 'wat levert die rivierverruiming nu eigenlijk op?' Dit is het duidelijkst in beeld te brengen door twee situaties met elkaar te vergelijken:

1. de huidige situatie (inclusief de nieuwe kades) en de autonome ontwikkeling (zónder rivierverruimende maatregelen in het Zandmaastraject maar mét inbegrip van de rivierverruiming in de Grensmaas);
2. de toekomstige situatie na de rivierverruiming waarin de alternatieven en dus ook de basisalternatieven in voorzien.

Hoogwater in Venlo

Wat de relevante criteria zijn voor een dergelijke vergelijking, wordt hieronder toegelicht.
Daarbij kan de kans dat er verdrinkingsdoden vallen buiten beschouwing blijven. Bij de bekende rivieroverstromingen in deze en de vorige eeuw zijn er nauwelijks verdrinkingsdoden geweest. Gegeven de huidige mogelijkheden voor waarschuwing en evacuatie is het niet erg aannemelijk dat toekomstige overstromingen in het Maasdal wél tot doden door verdrinking zullen leiden.

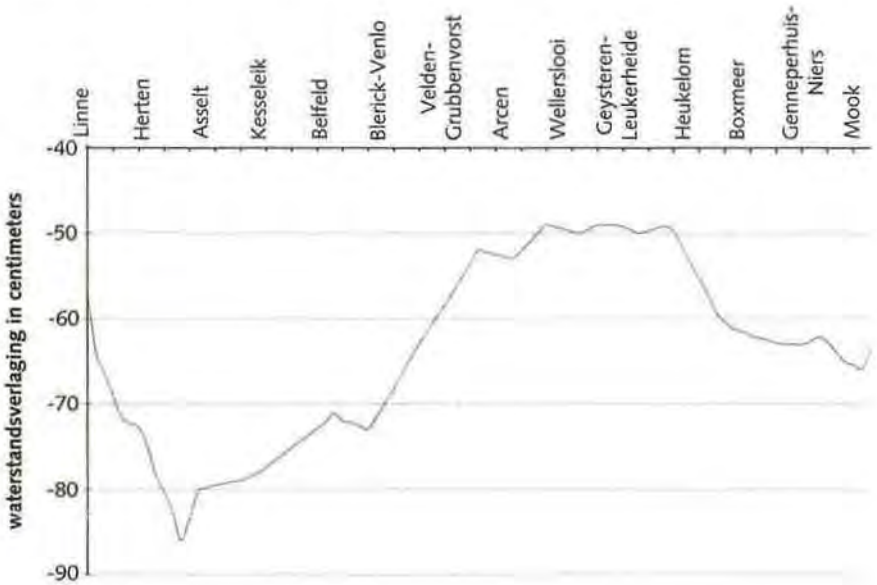
Kans op evacuatie
Vóór de aanleg van de kades in het Maasdal kon de stijgsnelheid van hoogwaters op de Maas de mensen niet verrassen. Met de aanleg van kades is daar enige verandering in gekomen. Een eventuele kadedoorbraak leidt ertoe dat in een klein gebied de waterstanden ineens snel stijgen, hetgeen riskant is wanneer het gebied in kwestie niet tijdig ontruimd wordt. In de huidige situatie met de kades zal er dan ook in een vroeg stadium geëvacueerd moeten worden in het geval van hoogwater.
Evacuatie heeft een negatieve invloed op het veiligheidsgevoel van mensen. Met de aanleg van de kades is de kans op evacuatie in elk geval niet noemenswaardig verkleind ten opzichte van de situatie voor 1995 en misschien zelfs wel groter geworden. Het is dus van belang om iets te zeggen over de kans op evacuatie en daarmee over het veiligheidsgevoel van de mensen. De toegevoegde waarde van de rivierverruiming waarin de alternatieven voorzien, wordt voor een deel bepaald door de mate waarin deze alternatieven de kans op evacuatie verkleinen.

Schaderisico
Zodra het rivierwater zo hoog stijgt dat het zomerbed het niet meer kan verwerken en het winterbed gebruikt wordt, ontstaat er schade aan allerlei zaken die in het winterbed hun plaats hebben. Extreem hoge waterstanden geven meer schade dan minder extreme. Door rivierverruiming komt het rivierwater minder vaak en minder hoog in het winterbed te staan. Dat betekent dat de kans op schade afneemt en ook de hoogte van de schade áls er zich schade voordoet. Gegeven de ervaringen van 1993 en 1995, en rekening houdende met toekomstige economische groei en de waterstandsstatistieken, is te schatten hoeveel men per jaar gemiddeld aan schade kan verwachten. In de huidige situatie moet men gemiddeld per jaar rekenen met *f* 11 miljoen aan schade (voornamelijk binnen de bekade gebieden) door wateroverlast. Deze schade komt terecht bij een aantal groepen, waarvan de belangrijkste zijn: de overheid (beschermings- en herstelmaatregelen), bedrijven (schade aan gebouwen, stilleggen productie, opbrengstderving, enzovoort), landbouw (gewasschade, evacuatiekosten, enzovoort), en particulieren (schade aan woningen). Deze schade zou men kunnen dragen door betrokkenen een verzekeringspremie te laten betalen. De hoogte van deze verzekeringspremie is een goede indicator van de toegevoegde waarde die de alternatieven hebben op het gebied van het schaderisico. Een investering in bescherming tegen hoogwater dient er – net als bijvoorbeeld een investering in een inbraakalarm of een brandblusinstallatie – in principe toe te leiden dat de verzekeringspremie omlaag gaat.

Randvoorwaarde: geen waterstandsverhogingen benedenstrooms
Als randvoorwaarde geldt dat de rivierverruimende ingrepen tijdens de aanlegfase en de gebruiksfase benedenstrooms niet tot waterstandsverhogingen leiden, omdat anders niet meer wordt voldaan aan de eisen uit de Wet op de waterkering of de Rivierenwet. Zonder aanvullende maatregelen zijn dergelijke benedenstroomse waterstandsverhogingen onvermijdelijk, zo is gebleken. Absoluut gezien gaat het om kleine waterstandseffecten: centimeters en millimeters. De Wet op de waterkering en de Rivierenwet schrijven evenwel voor dat elke waterstandsverhogende activiteit gecompenseerd wordt, omdat dit soort activiteiten door de decennia heen behoorlijk optelt en op den duur een substantiële verslechtering van de veiligheidssituatie veroorzaakt. Uitgangspunt is dat deze verslechtering moet worden voorkomen door compenserende maatregelen binnen het projectgebied. Paragraaf 8.4 bevat een overzicht van de mogelijke maatregelen voor 'riviertechnische compensatie'.

8.2 Effecten

De rivierverruimingsmaatregelen in de basisalternatieven zorgen ervoor dat in de bekade gebieden het beschermingsniveau van 1/250 per jaar wordt bereikt. Gemiddeld over het traject tussen Linne en Mook gaan de waterstanden veroorzaakt door een waterafvoer van 3.382 m³/s (het uitgangspunt voor het ontwerp van de alternatieven) met 65 cm omlaag. Een hoogwater als in 1995 zou gemiddeld zelfs 75 cm lagere waterstanden opleveren (zie grafiek). Niet overal in het projectgebied is dat hetzelfde. In het relatief nauwe rivierdal bij Beesel geeft een kleine verandering van de doorstromende hoeveelheid water een veel grotere waterstandsverandering dan bij bijvoorbeeld Arcen, waar de rivier meer ruimte heeft.



Figuur 8.1 – Waterstandsverlaging door rivierverruiming Zandmaas bij een rivierwaterafvoer van 3.382 m³/s

Verbetering van het veiligheidsgevoel door verkleining van de kans op evacuatie
Door de rivierverruiming dalen de waterstanden bij extreem hoge waterafvoeren zoals in 1993 en 1995. De kans op evacuatie van iemand die een leven lang (80 jaar) achter de kades woont, neemt bijgevolg af van 80% tot 27%. De kans dat hij tweemaal zou moeten evacueren neemt zelfs af van 48 tot slechts 4% (zie tabel 8.1). De kans op daadwerkelijke overstroming van de bekade gebieden is nog een orde kleiner dan de kans op een evacuatie, doordat er in de kades nog een veilige overhoogte van 50 cm zit.

Tabel 8.1 Kans op evacuatie in de bekade gebieden

Kans op evacuatie van iemand die binnen de kades woont	in de huidige situatie met kades en uitvoering van project Grensmaas	in de toekomstige situatie met kades en gereedkomen van Grensmaas en Zandmaas
kans op nooit evacueren in één mensenleven	20%	73%
kans op tenminste eenmaal evacuatie in een mensenleven	80%	27%
kans op tenminste tweemaal evacuatie in een mensenleven	48%	4%

Buiten de bekade gebieden worden de extreme hoogwaterstanden eveneens lager en minder frequent. Vanwege verschillen in hoogteligging is hier geen algemeen beeld te geven van de verbeteringen in termen van kansen op een noodzakelijke evacuatie.

Vermindering schaderisico
Voor de basisalternatieven geldt net als voor de andere alternatieven dat het water minder vaak en minder hoog in het winterbed komt te staan. Dat betekent dat de kans op schade en ook de hoogte van de schade afnemen. De schade die bij een overstroming optreedt is niet overal even groot en zal zich min of meer concentreren in een aantal gebieden.

De rivierverruimingsmaatregelen leiden er toe dat de situatie bijna met een factor vier verbetert. De jaarlijkse schadeverwachting neemt af van ongeveer *f* 11 miljoen in de huidige situatie (dus met aanleg kades) tot ongeveer *f* 3 miljoen na rivierverruiming. Dit geldt voor bekade en onbekade gebieden tezamen (zie tabel 8.2). Verhoudingsgewijs is de verwachte afname in de onbekade gebieden het grootst. Absoluut gezien is de vooruitgang voor de bekade gebieden het grootst.

Tabel 8.2 Raming verwacht jaarlijks schaderisico vóór en na rivierverruiming in de vier alternatieven (in miljoenen gulden)

	vóór rivierverruiming	na rivierverruiming
bekade gebieden	8	2,5
onbekade gebieden	3	0,5
totaal	**11**	**3**

Tabel 8.2 geeft een beeld van de totale verandering van de schadeverwachting in bekade en onbekade gebieden voor verschillende groepen gedupeerden. Hierin worden onderscheiden: particulieren, bedrijven, de landbouwsector en overheden. De bedragen voor de huidige situatie zijn gebaseerd op de schade opgetreden bij het hoogwater van 1995.

Tabel 8.3 Verandering van de totale schadeverwachting voor verschillende groepen gedupeerden vóór en na rivierverruiming (in miljoenen guldens)

Groep gedupeerden bij schade	Schadeverwachting vóór rivierverruiming	Schadeverwachting na rivierverruiming
particulieren	3,3	0,9
bedrijven	2,2	0,9
landbouwsector	1,1	0,6
overheid	4,4	0,6

De jaarlijks verwachte drie miljoen schade na rivierverruiming verschilt enigszins per alternatief. Hoe groter het aandeel van de zomerbedverruiming of retentie in het totaal van zomer- en winterbedmaatregelen, des te minder vaak komt het rivierwater nog in het winterbed, waar het schade veroorzaakt.
De Basisalternatieven 1 en 2 kennen feitelijk alleen zomerbedverruiming. Daardoor zal in de basisalternatieven het water iets minder vaak en iets minder hoog in het winterbed komen te staan dan in het Combinatie-alternatief of het Meest Milieuvriendelijk Alternatief, waar het aandeel

zomerbedverruiming kleiner is. De jaarlijks verwachte schade is daarom in de basisalternatieven iets kleiner dan in het Combinatie-alternatief en het Meest Milieuvriendelijk Alternatief.

Bij zeer extreme waterstanden, hoger dan waarop de kades zijn berekend, levert zomerbedverbreding lagere waterstanden op dan zomerbedverdieping, zij het dat sprake is van een marginaal verschil. Op het eindoordeel is dit niet van invloed; in verhouding tot de verbetering ten opzichte van de huidige situatie met alleen kades zijn deze verschillen tussen de alternatieven te verwaarlozen.

9 Scheepvaart

9.1 Beroeps- en recreatievaart

In deze paragraaf zijn de effecten voor de scheepvaart beschreven die zullen optreden door uitvoering van Basisalternatieven 1, 2 of 3. In alle drie de alternatieven wordt uitgegaan van het geschikt maken van de vaarweg voor tweebaksduwvaart met een diepgang van 3,50 meter (Vb-vaarweg). Hierdoor liggen de beschreven effecten voor de scheepvaart ook dicht bij elkaar. Het vervoer ontwikkelt zich verder. De scheepvaart over de Maas speelt daarbij een rol. Voor het vervoer, het verkeer en de daarbij gebruikte schepen op de Maas zijn prognoses gemaakt voor 2010 en voor 2050.
De scheepvaartprognose voor 2010 is gebruikt bij het bepalen van de effecten voor de scheepvaart in deze studie. Voor het bepalen van de 'toekomstmogelijkheden' (zie hierna) is gebruik gemaakt van de verwachte groei in 2030 voor het scenario 'Tarieven en Incentives'.
De effectbeschrijving zal plaatsvinden aan de hand van een vijftal beoordelingscriteria:

Gewicht	*Beoordelingscriterium*
20%	vlotheid (snelheid en reistijd)
10%	veiligheid op de vaarweg
30%	modal-split verschuiving (verschuiving van bijvoorbeeld vervoer over weg of spoor naar vervoer over water)
20%	kwaliteit van de vaarweg
20%	toekomstmogelijkheden (de ruimte voor verdere groei van de scheepvaart na 2010 op de verbeter-de Maasroute)

De economische voor- en nadelen voor het vervoer en de scheepvaart komen in deze paragraaf niet aan de orde. Deze effecten worden beschreven in het hoofdstuk economie en in het Achtergronddocument Scheepvaart.

Rozenteelt en scheepvaart bij Lottum

Maatregelen ten behoeve van scheepvaartverbetering zijn onder andere: de verlenging of verdieping van sluiskolken of de aanlag van extra sluiskolken, het verbreden of verdiepen van de vaarweg of peilopzet van stuwpanden. Hierdoor wordt de vaarweg toegankelijker voor grotere en diepere schepen, kan er vlotter gevaren worden en verbetert de veiligheid. Uiteindelijk resulteert dit in een verschuiving van goederentransport naar het water en nemen de scheepvaartbaten toe.
Naast effecten na uitvoering (permanente effecten) zal er ook sprake zijn van effecten voor de scheepvaart tijdens uitvoering van werkzaamheden. Bij de werkzaamheden valt te denken aan:

- de aanpassingswerkzaamheden aan de sluiscomplexen
- de baggerwerkzaamheden op de rivier
- kanaalverruimingswerken Julianakanaal
- afvoer van extra hoeveelheden vervoerde delfstoffen

Deze tijdelijke effecten worden alleen op hoofdlijnen besproken.

De effecten zijn beschreven aan de hand van de verschillende trajecten en zijn gewaardeerd conform de methodiek beschreven in het Achtergronddocument Methodiek.

Effecten op hoofdlijnen

Vlotheid

Permanent
De Basisalternatieven 1, 2 en 3 betekenen voor de vlotheid van de scheepvaart vooral winst op het zuidelijke deel van het Julianakanaal door de profielverruiming, en bij de sluiscomplexen Heel en Grave door de bouw van nieuwe sluizen (zo'n 10 minuten bij Heel en circa 35 minuten bij Grave).
Daarnaast zijn er nog kleine 'vlotheidswinsten' bij de overige sluiscomplexen (door sluisverlenging en/of wijziging van het scheepsaanbod) en op vaarwegvakken door profielverruiming. In al deze gevallen geldt dat de toename van de vlotheid voor de grotere schepen groter is dan voor de kleinere schepen.

Tijdelijk
De uitvoering van Basisalternatieven 1, 2 en 3 betekent voor de vlotheid van de scheepvaart vooral een afname op het Julianakanaal door de verruimingswerkzaamheden (orde 10 tot 25 minuten, duur ± 2 jaar), en bij de sluiscomplexen Born, Maasbracht en Sambeek (orde 10 minuten per complex, duur ± 1½ à 2 jaar) door de verlengingswerkzaamheden en Limmel (orde 10 minuten) door drempelverlaging.
Daarnaast geeft het vervoer van diverse bodemmaterialen uit de Zandmaas nog geringe vertragingen bij een aantal sluiscomplexen. Over het algemeen blijven deze vertragingen per sluiscomplex beperkt tot enkele minuten (tussen 0 en 5 minuten), behalve in de gevallen Roermond (± 15 minuten) bij Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3, Sambeek indien samenvallend met verlengingswerkzaamheden in Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3, bij sluis Grave (± 15 à 20 minuten) bij Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3.

Veiligheid

Permanent
De veiligheid voor opvarenden op de Maasroute is momenteel al zodanig hoog dat er vrijwel nooit slachtoffers vallen. Door uitvoering van de Basisalternatieven 1, 2 en 3 wordt deze veiligheid verder verhoogd, door verbreding van het Julianakanaal en enkele verruimingen van het zomerbed van de rivier (o.a. bij bochten Neer en Steijl). De verbredingen van het zomerbed bij de Basisalternatieven 2 en 3 leveren op het traject Roermond – Lith een kleine extra daling van de ongevalskans ten opzichte van Basisalternatief 1 (dalingen van ± 10% respectievelijk enkele procenten).

Verbredingen van het zomerbed kunnen voor de interacties tussen beroepsvaart en recreatievaart meer ruimte creeren en daarmee de veiligheid voor de recreatievaart verhogen.

Tijdelijk
Tijdens uitvoering van de Basisalternatieven 1, 2 en 3 wordt er een aantal werkzaamheden uitgevoerd die een zeer geringe verhoging van de kans op ongevallen met zich meebrengen.
Dit betreft met name sluisverlengingen, kanaalverbreding en verdieping van het zomerbed.
Dit zal echter naar verwachting – door de aard van de ongevallen – niet leiden tot een verandering van de veiligheid voor opvarenden.

Modal-split

De maatregelen in de Basisalternatieven 1, 2 en 3 zijn een noodzakelijke voorwaarde tot verdere groei van het vervoer over water. De maatregelen zijn adequaat om een groei te kunnen accommoderen conform het scenario 'Vernieuwende Binnenvaart' tot circa 2050 of 'Tarieven en Incentives' tot 2035 (zie paragraaf 9.1.3 Modal-split verschuiving). Tot 2010 is er een beperkte modal-split wijziging voorzien (minder dan 1% van het vervoersvolume op de Maas, en orde 20% voor het containervervoer). Voor het jaar 2002 wordt dit aspect niet relevant geacht.

Kwaliteit van de vaarweg

Permanent
In kwaliteitsopzicht leveren de Basisalternatieven 1, 2 en 3 per definitie een verbetering van de bereikbaarheid omdat er over de gehele route tweebaksduwvaart mogelijk is en een toename van de bereikbaarheid voor diepe schepen; de diepgang wordt immers verhoogd van 3,00/2,80 meter naar 3,50 meter. Bij sluiscomplex Grave neemt de betrouwbaarheid toe door de bouw van een tweede sluis; bij Heel in relatief geringere mate door de bouw van een derde sluis. De beschikbaarheid neemt toe door verruiming van de bochten bij Neer en Cuijck voor tweebaksduwvaart van 9 maanden naar 12 maanden per jaar.

Tijdelijk
Bij enkele sluiscomplexen (Born, Maasbracht, Sambeek en Limmel) neemt de betrouwbaarheid iets af door de stremming van een kolk tijdens verlenging c.q. drempelverlaging en de daaruit voortkomende extra drukte in de voorhavens.

Toekomstmogelijkheden: ruimte voor groei

De Maasroute is na verbetering een evenwichtige vaarweg zonder al te grote knelpunten. Er is ruimte voor verdere groei tot tenminste een hoeveelheid lading van circa 30 miljoen ton per jaar langs de Noord-Zuid tak en 15 miljoen ton lading per jaar langs de Oost-West tak. Bij verdere groei tot boven deze volumina worden de twee kolken van sluis Born en de bocht bij Elsloo een knelpunt.
Recreatievaart en beroepsvaart zitten in toenemende mate in elkaars vaarwater. De passeertijden bij de hoogbelaste sluizen in de route beginnen bij verder doorzettende groei op te lopen.

Tabel 9.1 Overzicht beoordeling scheepvaart per criterium

Beoordelingscriteria	gewicht (%)	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Vlotheid	20	+	+	+
Veiligheid	10	0	+	+
Modal split	30	+	+	+
Kwaliteit	20	+	+	+
Toekomstvastheid	20	0	0	0
Eindscore		+	+	+
Scheepvaartbaten contante waarde (mln gld) 1995 – 2050		471	471	471

Naast bovengenoemde verkeerskundige effecten zullen de maatregelen ook duidelijke economische effecten te zien geven in de vorm van verandering van vervoerskosten en -baten. De economische effecten worden beschreven bij het thema economie. De gekapitaliseerde baten zijn in de tabel vermeld.

Onderlinge verschillen tussen de Basisalternatieven 1, 2 en 3

Permanent
De verschillen tussen de Basisalternatieven 1, 2 en 3 onderling zijn klein. Dit komt omdat alle drie de alternatieven voor de scheepvaart uitgaan van een vaarweg voor klasse Vb met 3,50 meter diepgang. De verschillen betreffen de veiligheid die bij verbreding (Basisalternatieven 2 en 3) beter wordt dan bij Basisalternatief 1. De beschikbaarheid van doorvaarthoogten voor vierlaagscontainervaart is bij Basisalternatief 1 (± 97%) beter dan bij Basisalternatief 2 (± 95%), maar bij Basisalternatief 3 het best (± 99%).

Tijdelijk
De enige (kleine) verschillen die aan te geven zijn, zijn dat bij Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3 de wachttijden bij sommige sluizen duidelijk oplopen door het vervoer van schone grond naar stuwpand Roermond, wat er eveneens de reden van is dat bij Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3 in stuwpand en bij sluis Roermond, de aantrekkelijkheid afneemt.
Tijdens de uitvoering zullen op diverse trajecten de vlotheid en de kwaliteit van de vaarweg een – over het algemeen zeer geringe – vermindering te zien geven.
De meest negatieve gevolgen van de uitvoeringswerkzaamheden treden voor de scheepvaart op door de verbreding van het Julianakanaal en de kolkverlengingen te Born, Maasbracht en Sambeek.
De verkeerssituatie tijdens kanaalverbreding, en de stremming van één van de sluiskolken van de genoemde complexen tijdens de verlengingswerkzaamheden leidt tot een duidelijk merkbare toename van de passeertijden. Daarnaast geeft het vervoer van 'schone grond' bij Basisalternatieven 2 en 3 naar stuwpand Roermond, aanleiding tot passeertijdtoenames van orde 15 minuten bij de sluiscomplexen Roermond, Grave, en Sambeek tijdens de sluisverlenging.

Samenvatting effecten van de maatregelen

Na het gereedkomen van het totale project zijn het de sluisverlengingen in Maasbracht en Born en de verruiming van het Julianakanaal die de bereikbaarheid van de route vergroten tot Vb. Samen met de peilopzet en de maatregelen bij de betreffende sluizen wordt de route bevaarbaar voor diepgangen tot 3,50 m en voor tweebaksduwvaart. Daarnaast zijn het vooral de nieuwe sluizen te Grave en Heel,

en de kanaalverruiming van het Julianakanaal die grote effecten hebben. De nieuwe sluizen te Grave en Heel verhogen de vlotheid in hoge mate, en bieden extra mogelijkheden doordat er tweebaksduwvaart kan passeren. De kanaalverruiming leidt tot een substantiële toename van de vlotheid en een verbetering van de veiligheid. Op langere termijn vormen de Basisalternatieven 1, 2 en 3 reden tot een zeer aanzienlijke toename van het vervoer over water, ten koste van het aandeel van vrachtvervoer over de weg in de modal-split.

Hierna worden de effecten per beoordelingscriterium beschreven. Daar waar dit relevant is wordt onderscheid gemaakt tussen de verschillende trajecten.

9.1.1 Vlotheid

Bij vlotheid wordt onderscheid gemaakt tussen
- vlotheid bij passage van kunstwerken (sluizen en voor zover van toepassing een incidentele brug), en
- vlotheid op vaarwegvakken.

De vlotheid bij passage van kunstwerken betreft het verschil in passeertijd door veranderingen in het scheepsaanbod en/of de sluisafmetingen/-capaciteit.
De vlotheid op de vaarwegvakken wordt hoofdzakelijk bepaald door een tweetal aspecten.
Ten eerste bepaalt de hydraulische weerstand die schepen ondervinden op een vaarweg, de maximum vaarsnelheid. Op kanalen met een kleine dwarsdoorsnede is de weerstand groter en zijn de bereikte snelheden lager dan op een kanaal met een grotere doorsnede. Deze snelheid kan verder worden beperkt door oever- en bodemschade die (te) snel varende (grote) schepen door een relatief (te) klein kanaal veroorzaken. Een krapper vaarwegprofiel geeft minder vlotheid. Ten tweede dwingen in een (te) smal kanaal langzamer schepen hun tempo op aan snellere schepen omdat er niet kan worden opgelopen ('inhalen'); een bredere vaarweg geeft meer oploopmogelijkheden en heeft ook om die reden een grotere vlotheid.

Tabel 9.2 Overzicht beoordeling vlotheid per traject.

Traject	lengte km	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden – stuw Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmelsluis Born	21	++	++	++
4. Sluis Born – sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht – stuw Linne	5	++	++	++
6. Stuw Linne – stuw Roermond	6	0	0	0
7. Lateraalkanaal	6	0	0	0
8. Stuw Roermond – stuw Belfeld	16	0	0	0
9. Stuw Belfeld – stuw Sambeek	41	+	+	+
10. Stuw Sambeek – stuw Grave	24	++	++	++
11. Maas – Waalkanaal	11	++	++	++
12. Stuw Grave – stuw Lith	22	0	0	0
Totaal		+	+	+

Effectbeschrijving per traject

Traject 1: Eijsden – stuw Borgharen
Door peilverhoging neemt de doorvaarthoogte (orde 6,30 meter) onder de (gesloten) beweegbare St. Servaasbrug af met 10 cm. De wat hogere schepen zullen daardoor een hogere kans lopen dat ze afhankelijk zijn van een brugopening. Bij een peilverhoging van 10 cm betekent dit naar schatting een toename van schepen die een brugopening nodig hebben van ± 20% (voor ongeveer 3% van de schepen die de brug passeren is daardoor dan wel – en in de autonome situatie niet – een opening nodig). De verhoging van de waterstand met 10 cm speelt ongeveer 99% van het jaar. Afhankelijk van het bedieningsregime van de brug zal dit wel of niet tot vertragingen voor de scheepvaart leiden.
De vlotheid op dit vaarwegvak zou ten opzichte van de autonome ontwikkeling in 2010 iets kunnen afnemen omdat dan geen tweebaksduwstellen kunnen varen. Voor de tweebaksduwvaart is op dit traject een vorm van verkeersregeling nodig. Dit kan er in resulteren dat bij wat hogere afvoeren een schip soms even zal moeten wachten om een ontmoeting op een geschikte plaats te laten plaatsvinden. Dit betreft maximaal enkele procenten van het scheepsaantal, en een vertraging van niet meer dan enkele minuten. Daartegenover varen alle schepen door het iets hogere peil met een iets hogere snelheid bij hetzelfde brandstofverbruik. Netto is er op het traject een verwaarloosbaar effect op vlotheid.

Traject 3: Sluis Limmel – sluis Born (Julianakanaal)
De verdieping van sluis Limmel betekent voor veel van de geladen schepen dat er extra kielspeling aanwezig is, zodat passage van de (openstaande) sluis net iets vlotter kan verlopen.
De verlenging van één van de sluiskolken in Born leidt, in een week met een gemiddeld aanbod, tot een passeertijdwinst van gemiddeld 4 minuten (kleine schepen iets minder; grote schepen iets meer).
De kanaalverruiming leidt tot hogere vaarsnelheid door minder hydraulische weerstand, en tot meer mogelijkheden om op te lopen. De verhoging van de vaarsnelheid door het gecombineerde effect van een ruimer profiel, het verdwijnen van de snelheidsbeperkingen bij ontmoetingen in een (te) smal kanaal en de mogelijkheden om op te lopen leidt tot een gemiddelde reistijdwinst van 25 à 30 minuten per schip per passage op een tot 60 m verbreed kanaal. Het leeuwendeel hiervan komt voor rekening van de snelheidswinst door een kleinere weerstand in een ruimer profiel.

De reistijdwinst is groot, zowel absoluut in minuten, maar zeker relatief ten opzichte van de reisduur. De reistijdwinst voor de snellere schepen is 30 – 40%. Het is illustratief de reistijdwinst te relateren aan de reisduur over het verbeterde kanaal: De extra reistijd die op een onverbeterd kanaal nodig is ten opzichte van de reistijd op het verbeterde kanaal is voor de snelle schepen 50 – 60%.

Het totaal aan reistijdwinst op het traject door de maatregelen bij sluis Limmel en sluis Born en de verbreding van het traject is gemiddeld voor alle schepen 33 minuten.

Tabel 9.3 Reistijdeffecten op het Julianakanaal Limmel – Born bij verbreding tot 60 m

Tijden in minuten	Autonome ontwikkeling profiel/oplopen ontmoeten = totaal	Totaal	60 m alternatief profiel/oplopen ontmoeten = totaal	Totaal
Reistijd				
Gemiddelde alle schepen	78 + 8 =	86	59 + 0 =	59
Gemiddelde snelle schepen	77 + 8 =	85	55 + 0 =	55
Reistijdwinst ten opzichte van	Gemiddelde alle schepen			27
autonome ontwikkeling	Gemiddelde snelle schepen			30
Percentage reistijdwinst ten opzichte	Gemiddelde alle schepen			31%
van autonome ontwikkeling	Gemiddelde snelle schepen			35%

Traject 4: Sluis Born – sluis Maasbracht (Julianakanaal)
De verlenging van één van de sluiskolken in Maasbracht leidt, in een week met een gemiddeld aanbod, tot een passeertijdwinst van 1 minuut per schip (voor de thans voorkomende scheepstypen van klasse I t/m Va).
De snelheid van alle schepen neemt iets toe bij gelijkblijvend brandstofverbruik door de peilopzet in dit kanaalpand. De vlotheid verbetert 1 à 2 minuten.

Traject 5: Maasbracht – stuw Linne
De uitbreiding van het sluiscomplex in Heel met een nieuwe sluis leidt, tot een passeertijdwinst van gemiddeld zo'n 20 minuten per schip (voor de thans voorkomende scheepstypen van klasse I t/m Va). De vlotheid op vaarwegvakken verbetert iets door de iets grotere diepte t.g.v. peilopzet.

Traject 6: Stuw Linne – stuw Roermond
Door de profielverruiming van de vaarweg zullen geladen schepen enkele minuten reistijdwinst kunnen boeken. De vlotheid op het vaarwegvak verbetert iets.

Traject 7: Lateraalkanaal
Passeertijd van kunstwerken is op dit traject niet van toepassing. Door de profielverruiming (peilopzet) van de vaarweg zullen geladen schepen enkele minuten reistijdwinst kunnen boeken. De vlotheid op het vaarwegvak verbetert iets.

Traject 8: Stuw Roermond – stuw Belfeld
Door de verruiming van de vaarwegdwarsdoorsnede ontstaat een reistijdwinst van gemiddeld enkele minuten. Vooral de grotere geladen schepen profiteren hiervan.
De verbredingen van het zomerbed in de Basisalternatieven 2 en 3 in het algemeen, en van bocht Neer in het bijzonder, zullen de mogelijkheden voor bepaalde oploop- en ontmoetingsmanoeuvres iets verruimen. Vooral de snellere schepen zullen hierdoor gemiddeld enkele minuten reistijdwinst extra kunnen boeken.

De afname van de stroomsnelheid gedurende een groot deel van het jaar leidt tot een gemiddelde reistijdwinst van 1 à 2 minuten. Daar staat tegenover dat de stuw pas bij hogere afvoeren getrokken wordt (bij een afvoer van ongeveer 1.100 m^3/s (Basisalternatief 2) tot ongeveer 1.600 m^3/s (Basisalternatief 3) in plaats van ongeveer 750 m^3/s). Schepen hebben minder dagen per jaar een vrije doorvaart via de stuw en moeten ook op die dagen schutten. Dit betekent voor ongeveer 5% van het jaar (gemiddeld circa 20 dagen per jaar) een reistijdverlies van ongeveer 25 minuten.

Daar staat tegenover dat de gemiddelde stroomsnelheid in het stuwpand in deze periode met hoge afvoer relatief veel afneemt. De daaruit voortkomende reistijdwinst compenseert voor een gedeelte de schuttijd. De verschillende effecten geven per saldo een kleine reistijdwinst van 1 à 2 minuten.

Traject 9: Stuw Belfeld – stuw Sambeek
De verlenging van één van de 142-meter sluiskolken in Sambeek leidt, in een week met een gemiddeld aanbod, niet tot een verandering van passeertijden.
Door de verruiming van de vaarwegdwarsdoorsnede ontstaat een reistijdwinst van gemiddeld enkele minuten. Vooral de grotere geladen schepen profiteren hiervan.
De verbredingen van het zomerbed in het algemeen bij Basisalternatieven 2 en 3, en van bocht Steijl in het bijzonder, zullen de mogelijkheden voor bepaalde oploop- en ontmoetingsmanoeuvres iets verruimen. Vooral de snellere schepen zullen hierdoor gemiddeld enkele minuten reistijdwinst kunnen boeken.

De verlaging van de stroomsnelheden – ten gevolge van de profielverruiming – leidt tot een reistijdwinst van enkele minuten voor alle schepen. Daar staat tegenover dat de stuw pas bij hogere afvoeren getrokken wordt (bij een afvoer van ongeveer 1.750 m^3/s in plaats van ongeveer 1.000 m^3/s). Schepen hebben minder dagen per jaar een vrije doorvaart via de stuw en moeten ook op die dagen schutten. Dit betekent voor ongeveer 2% van het jaar (gemiddeld circa 7 dagen per jaar) een reistijdverlies van ongeveer 25 minuten. Dit verlies wordt overigens geheel gecompenseerd door de reistijdwinst die per saldo ontstaat uit de relatief grote afname van de stroomsnelheid in deze periode van hoge afvoer.
De verschillende effecten geven per saldo een reistijdwinst van gemiddeld 5 minuten.

Sluis- en stuwcomplex bij Grave

Traject 10: Stuw Sambeek – stuw Grave
De bouw van een nieuwe sluis te Grave leidt, in een week met een gemiddeld aanbod, tot een passeertijdwinst variërend van 10 minuten voor de kleinste schepen (klasse I en II) tot méér dan een uur voor de grootste, thans voorkomende, schepen (klasse Va). De gemiddelde passeertijdwinst is 35 minuten.

Door de verruiming van de vaarwegdwarsdoorsnede ontstaat een reistijdwinst van gemiddeld enkele minuten. Vooral de grotere geladen schepen profiteren hiervan (circa 5 minuten).
De verbredingen van het zomerbed bij Basisalternatieven 2 en 3 zullen de mogelijkheden voor bepaalde oploop- en ontmoetingsmanoeuvres iets verruimen. De snellere schepen zullen hierdoor enkele minuten reistijdwinst kunnen boeken.
De verlaging van de stroomsnelheden, ten gevolge van de profielverruiming, leidt tot een reistijdwinst voor alle schepen van gemiddeld enkele minuten. De verschillende effecten geven per saldo een reistijdwinst van gemiddeld 40 à 45 minuten.

Traject 11: Maas – Waalkanaal (sluis Heumen – sluis Weurt)
Doordat naast de (meestal openstaande) schutsluis een nieuwe keersluis wordt gebouwd, is er gedurende vrijwel het gehele jaar bij de passage van Heumen tweerichtingsverkeer mogelijk.
De momenteel in gebruik zijnde verkeerslichten ('automatische verkeersregeling') zullen dan niet meer nodig zijn. Bovendien zullen de schepen het complex met vrijwel normale vaarsnelheid kunnen passeren (in plaats van de aanzienlijke snelheidsvermindering in de autonome ontwikkeling). Inschatting is dat dit alles gemiddeld voor elk schip zo'n 10 minuten reistijdwinst oplevert. Daar komt bij dat de huidige situatie bijzonder gevoelig is voor een toename in de scheepvaartintensiteit. Verdergaande groei in het scheepvaartverkeer na 2010 geeft snel groeiende wachttijden. De keersluis geeft een zeer veel grotere capaciteit. Door het veranderende stuwregime door de Maaswerken zullen de hoogwaterstanden op de Maas waarbij sluis Heumen in bedrijf moet nauwelijks meer voorkomen (is thans circa 3% per jaar).
Ten opzichte van de situatie tijdens dagen waarbij sluis Heumen thans gebruikt moet worden (circa 10 dagen per jaar) is de passeertijdwinst onder het nieuwe stuwregime circa 1/2 uur tot enkele uren voor alle scheepvaart.
Door wijzigingen in het scheepsaanbod is er, in een week met een gemiddeld aanbod, bij sluis Weurt voor vrijwel alle thans voorkomende scheepstypen een passeertijdwinst van 1 minuut. Daarnaast zullen de bruggen over het complex worden verhoogd. Bij hoge waterstanden op de Waal kunnen hoge schepen door beide kolken worden geschut. Het verhoogt de vlotheid en de betrouwbaarheid.
Door de profielverruiming van de vaarweg ten gevolge van de peilopzet zullen geladen schepen enkele minuten reistijdwinst kunnen boeken. De vlotheid op het vaarwegvak verbetert iets. De verschillende effecten geven per saldo een reistijdwinst.

Traject 12: Stuw Grave – stuw Lith
De vlotheid bij kunstwerken en op vaarwegvakken verandert niet.

9.1.2 Veiligheid

De invloed van diverse maatregelen op de verkeersveiligheid op de vaarweg, is afgeleid van berekeningen met het landelijk verkeers- en ongevalmodel. Hierin wordt aan de hand van vaarwegkenmerken, aantallen en eigenschappen van passerende schepen en weerskenmerken per vaarwegdeel de kans op een ongeval (aanvaring) berekend. Dit model is gevalideerd met praktijkgegevens over aanvaringen. Voor het hier beschreven alternatief is, gebruik makend van onder andere de aanwezige kennis over verkeersveiligheid en uitgevoerde berekeningen, kwalitatief aangegeven welke wijzigingen in veiligheidsniveau te verwachten zijn.
Menselijk gedrag speelt bij veel ongevallen een belangrijke rol. Belangrijker nog is dat veel gevaarlijke situaties worden vermeden of indien men er toch mee wordt geconfronteerd daar zijn gedrag op aanpast. Schippers varen alerter bij bekende en herkenbare 'gevaarlijke locaties' en passen hun gedrag daarop aan. De uiteindelijke ongevalskans blijft ook onder die omstandigheden laag. Schippers ruilen door alerter en voorzichtiger te varen in feite wat vlotheid uit voor extra veiligheid.

Overigens is het jaarlijks aantal slachtoffers in het scheepvaartverkeer zeer laag. Een dodelijk ongeval vindt in de huidige situatie op de totale Maasroute dan ook zeer zelden plaats.

Tabel 9.4 Overzicht beoordeling veiligheid per traject.

Traject	lengte km	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden – Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel – sluis Born	21	+	+	+
4. Sluis Born – sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht – stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne – stuw Roermond	6	+	+	+
7. Lateraalkanaal	6	0	0	0
8. stuw Roermond – stuw Belfeld	16	0	+	+
9. Stuw Belfeld – stuw Sambeek	41	0	+	+
10. Stuw Sambeek – stuw Grave	24	0	+	+
11. Maas – Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave – stuw Lith	22	0	+	+
Totaal		**0**	**+**	**+**

Effectbeschrijving per traject

Traject 1: Eijsden – Stuw Borgharen
De aanwezigheid van tweebaksduwvaart op dit traject met een aantal bochten en bruggen, vraagt om een of andere vorm van 'verkeersinformering'. Het is belangrijk dat vooral de grotere schepen goed op de hoogte zijn, van de overige vaart op het traject, en verkeerssituaties zonodig op elkaar afstemmen. Gegeven dat hierin voorzien wordt, zal de verkeersveiligheid zeker niet afnemen en mogelijk licht verbeteren.

Traject 3: Sluis Limmel – sluis Born (Julianakanaal)
Door de verbreding van dit deel van het Julianakanaal neemt de kans op ongevallen hier aanzienlijk af. De kans op slachtofers daalt hierdoor op dit traject met ongeveer 30%. Dit is een berekeningsuitkomst. Het rekenmodel houdt geen rekening met de invloed van de toegenomen breedte op de uitvoering van de interacties tussen schepen. De verwachting is dat de berekening de effecten op basis van de ongevalskans voor het verbrede Julianakanaal overschat en dat de veiligheid op het traject licht zal verbeteren.
Voor tweebaksduwvaart is bij hoge Maas-afvoeren de passage van sluis Limmel lastig. Er moet met voldoende snelheid de voorhaven worden binnengevaren, waarna er in de voorhaven direct vaart geminderd moet worden, om met een lage snelheid de openstaande sluis Limmel door te varen.
Dit zal qua verkeersveiligheid echter geen negatieve gevolgen hebben. De drempelverlaging in de sluis betekent voor veel schepen extra kielspeling. Dit vergroot de bestuurbaarheid en de beheersbaarheid van deze schepen in een vaarwegvernauwing en verkleint het risico.

Trajecten 4 en 5: Sluis Born – sluis Maasbracht (Julianakanaal), sluis Maasbracht – stuw Linne
In de trajecten 4 en 5 treden geen veranderingen op in het veiligheidsniveau.

Trajecten 6 en 7: Stuw Linne – stuw Roermond en Lateraalkanaal
De bouw van een nieuwe kolk bij het sluiscomplex Heel maakt het Lateraalkanaal én geschikt voor tweebaksduwvaart én geeft een belangrijke capaciteitsvergroting van het complex. De nieuwe mogelijkheden van Heel trekken veel beroepsvaart van de route langs Roermond. Een nieuwe kolk bij Heel leidt tot een natuurlijke scheiding van recreatie en beroepsvaart. De effecten op de veiligheid voor traject 6 Linne – Roermond wordt positief ingeschat.

Trajecten 8, 9 en 10: Stuw Roermond – stuw Belfeld, stuw Belfeld – stuw Sambeek, stuw Sambeek – stuw Grave
De verbredingen van het zomerbed in het algemeen bij Basisalternatieven 2 en 3 (waaronder de ongevalsgevoelige bochten Neer en Steijl) leiden tot een afname van de ongevalskans.
De daling van de kans op slachtoffers die hieruit voortkomt bedraagt over dit totale traject gerekend naar schatting zo'n 10%. Met name interacties tussen recreatievaart en beroepsvaart kunnen op een bredere vaarweg veiliger plaatsvinden.
De verbreding van de bochten Neer en Steijl, die ook deel uitmaakt van het Basisalternatief 1 (hoogwaterbestrijding door een diepere Maas), leidt tot een afname van de ongevalskans ter plaatse. De daling van de kans op slachtoffers die hieruit voortkomt bedraagt, gerekend over het totale traject, enkele procenten.

Traject 11: Maas – Waalkanaal (sluis Heumen – sluis Weurt)
Hier treden geen veranderingen op in het veiligheidsniveau.

Traject 12: Stuw Grave – stuw Lith
De verbredingen van het zomerbed (Basisalternatieven 2 en 3) leiden tot een afname van de ongevalskans. De daling van de kans op slachtoffers die hieruit voortkomt bedraagt over dit totale traject gerekend naar schatting zo'n 10%.

9.1.3 Modal-split verschuiving

Op basis van onderzoek blijkt dat het directe effect van de infrastructuuraanpassingen op de modal-split verschuiving voor het jaar 2010 in absolute zin beperkt is. Er worden zo'n 1,8 miljoen tonkilometers (beladen toestand) overgeheveld van weg naar water (dit is minder dan 1% van de autonome vervoersprestatie over de Maas). Los daarvan worden specifiek in het containervervoer zo'n 30.000 containers op de relatie Rotterdam – Born op jaarbasis overgeheveld van weg naar water (totaal aantal binnenvaartcontainers op deze relatie bedraagt in 2010 ongeveer 90.000).
Uitsplitsing van dit effect naar 'deeltrajecten' is niet zinvol.
Daarnaast is een studie uitgevoerd naar de effecten op de vervoerswijzekeuze in de jaren ná 2010. Hierbij is, uitgaande van verschillende aannamen, een drietal scenario's ontwikkeld voor groei van de vervoersomvang in de binnenvaart op de Maasroute tot het jaar 2050. De studie stelt dat de extra capaciteit op de Maasroute beschikbaar moet komen willen de 'duurzame' scheepvaartscenario's tot ontwikkeling kunnen komen. Extra maatregelen en veranderingen (buiten het project) zijn nodig voor realisering van de hoogste twee scenario's. De hoeveelheid extra vervoer waar de Maasroute in 2050 op moet rekenen is afhankelijk van het scenario 20, 35 en 65 miljoen ton op jaarbasis (een toename met respectievelijk 50%, 90% en 170%).
De kleinste toename (van toch nog altijd 50%) wordt verwacht bij het scenario waarbij er los van de verbetering van de Maasroute, géén andere stimulerende maatregelen worden genomen.
De toename met 170% ontstaat in een scenario waarbij er (dwingende) maatregelen worden genomen om vervoer van weg naar water over te hevelen. Ook hier is het uiteraard noodzakelijk de capaciteit van de Maasroute verbeterd te hebben.

De hoeveelheid vervoer die de verbeterde Maas (Basisalternatieven 1, 2 en 3) op een vlotte en veilige manier kan verwerken wordt geschat op circa 60 miljoen ton lading per jaar (beide richtingen, aan-, af-, in-, en doorvoer, alle bestemmingen). Als we deze hoeveelheid lading afzetten tegen de scenario's dan blijkt het volgende:

- scenario 1, Vernieuwende Binnenvaart kan op de Maas worden afgewikkeld tot 2050;
- scenario 2, Tarieven en Incentives kan op de Maas worden afgewikkeld tot 2035;
- scenario 3, Afstandsverplichting kan op de Maas worden afgewikkeld, tot circa 2025.

Scenario 2 Tarieven en Incentives wordt beschouwd als een reëel scenario. De snel toenemende aandacht, nationaal en Europees, voor intermodaalvervoer, zowel bij beleidsmakers als in de vervoerswereld zelf maakt het meer en meer aannemelijk dat de Maasroute moet mikken op volumina van de genoemde orde-grootte.
De effectbeschrijvingen richten zich op de effecten in 2010. Voor de scheepvaart echter worden de eerder ingezette ontwikkelingen in het vervoer door het wegvallen van het zand en grindvervoer juist zichtbaar in de jaren na 2010 en dan zal het vervoer over de Maas, ook per saldo, significant stijgen. In de paragraaf toekomstmogelijkheden wordt per traject gekeken of het verwachte vervoersvolume conform het scenario Tarieven en Incentives als verwacht per 2030 over het traject kan worden vervoerd en of daarbij nog ruimte is voor verdere groei of dat er problemen worden verwacht.

De verwachting bestaat dat het intermodaal vervoer zowel nationaal als internationaal de komende decennia enorm aan belang zal winnen. De mate waarin het intermodale vervoer langs de Maascorridor inderdaad gebruik zal gaan maken van de (verbeterde) Maasroute hangt mede af van profilering en positionering van de Maas als intermodale (inter)nationale route en daarmee van het gekozen verbeteringsalternatief.
De Basisalternatieven 1, 2 en 3 geven over de gehele route een evenwichtige vaarweg die zowel nationaal als internationaal een optimale verschuiving van weg naar water tonkilometers faciliteert.

9.1.4 Kwaliteit van de vaarweg

De kwaliteit van de vaarweg wordt bepaald door middel van een drietal criteria. Het gaat daarbij om:

bereikbaarheid:	met welke scheepsklasse en diepgang kan over het betreffende traject worden gevaren;
beschikbaarheid:	wat is de gegarandeerde tijd dat de vaarweg open is voor de scheepvaart binnen het geldende toelatingsregime;
betrouwbaarheid:	hoe groot is de kans dat door al of niet voorziene omstandigheden de vaarweg geheel of gedeeltelijk moet worden gestremd.

Aspecten als vlotheid, veiligheid, kwaliteit van verkeersafwikkeling die mede bepalend zijn voor kwaliteit van de vaarweg zijn hiervoor besproken.

Algemeen
De bereikbaarheid voor motorschepen met een diepgang tussen 3,00 en 3,50 meter neemt toe van 0% tot 100%. Beschikbaarheid voor tweebaksduwvaart met een diepgang tot 2,80 meter, neemt op de route Weurt – Maasbracht in principe toe van 9 maanden per jaar tot vrijwel het gehele jaar.
Dit ontstaat omdat door de profielverruiming in het kader van de hoogwaterbestrijding de stroomsnelheid bij hoge afvoeren afneemt. Een te hoge stroomsnelheid maakt tweebaksduwvaart onmogelijk. Bereikbaarheid voor tweebaksduwvaart met een diepgang van 2,80 meter tot 3,50 meter was op de route Weurt – Ternaaien nergens mogelijk. Na verbetering is dit mogelijk op het gehele traject. Voor sluis Grave geldt dat na verbetering tweebaksduwvaart en motorschepen tot 4,00 meter diepgang mogelijk zijn.

Tabel 9.5 Overzicht beoordeling kwaliteit vaarweg per traject voor Basisalternatieven 1, 2 en 3

Traject	Bereikbaarheid Klasse	Bereikbaarheid Diepgang	Beschikbaarheid (tijdsaspect)	Betrouwbaarheid
1. Eijsden – stuw Borgharen	0	0	0	0
3. Sluis Limmel – sluis Born	+	+	0	+
4. Sluis Born – sluis Maasbracht	+	+	0	0
5. Maasbracht – stuw Linne	0	+	0	0
6. Stuw Linne – stuw Roermond	0	+	0	0
7. Lateraalkanaal	+	+	0	0
8. stuw Roermond – stuw Belfeld	0	+	+	0
9. Stuw Belfeld – stuw Sambeek	0	+	+	+
10. Stuw Sambeek – stuw Grave	0	+	+	+
11. Maas – Waalkanaal	0	+	0	+
12. Stuw Grave – stuw Lith	+	+	0	0
Totaal	**0**	**+**	**0**	**0**

Effecten vaarwegkwaliteit per traject

Traject 1: Eijsden – stuw Borgharen
De Belgische plannen voor de bouw van een grote kolk geschikt voor tweebaksduwvaart bij Ternaaien nemen vastere vormen aan. De bouw van deze kolk maakt deel uit van de autonome ontwikkeling. Het traject is onder deze aanname bereikbaar voor tweebaksduwvaart vanuit Luik of het Albert kanaal. De bereikbaarheid verandert niet. Er zijn geen veranderingen qua betrouwbaarheid.
De beschikbaarheid van de doorvaart voor de hogere schepen van de St. Servaasbrug te Maastricht neemt iets af indien deze brug niet 24 uur per etmaal bediend wordt.

Traject 3: Sluis Limmel – sluis Born (Julianakanaal)
De relatief grote verbreding van het Julianakanaal in Basisalternatieven 1, 2 en 3 maakt het kanaal minder kwetsbaar. De betrouwbaarheid neemt daardoor toe. De bereikbaarheid voor tweebaksduwvaart neemt op dit traject toe van 0 tot ± 99% (alleen als er geschut wordt te Limmel, is aldaar passage door tweebaksduwvaart niet meer mogelijk.

Traject 4: Sluis Born – sluis Maasbracht (Julianakanaal)
Het traject wordt bereikbaar voor tweebaksduwvaart met een diepgang van 3,50 m. Er zijn geen veranderingen qua betrouwbaarheid.

Traject 5: Maasbracht – stuw Linne
De beschikbaarheid van voldoende doorvaarthoogte bij de brug van Wessem neemt voor vierlaagscontainervaart toe van ± 99% tot ± 99,5% ; bij de brug over het benedenhoofd van sluis Heel neemt deze toe van 95% naar 99% (Basisalternatief 1) of 100% (Basisalternatief 3). Het traject wordt bereikbaar voor tweebaksduwvaart met een diepgang van 3,50 m. Sluis Linne wordt bereikbaar voor een diepgang van 3,00 m.

Traject 6: Stuw Linne – stuw Roermond
Het traject en de sluis Roermond worden bereikbaar voor vaart met een diepgang van 3,00 m.
Er zijn geen veranderingen qua betrouwbaarheid.

Traject 7: Lateraalkanaal (Linne – Buggenum)
Door de verbetering van sluis Heel (traject 5) verbetert de bereikbaarheid van dit deel van de route tot Vb. Er zijn geen veranderingen in beschikbaarheid en betrouwbaarheid.

Traject 8: Stuw Roermond – stuw Belfeld
Er zijn geen veranderingen qua betrouwbaarheid. De bereikbaarheid voor tweebaksduwvaart met 2,80 – 3,50 meter diepgang neemt op dit traject toe van 0% tot 100%. Voor tweebaksduwvaart met een diepgang tot 2,80 m neemt de beschikbaarheid toe van 9 maanden per jaar tot het gehele jaar.

Traject 9: Stuw Belfeld – stuw Sambeek
De beschikbaarheid van de doorvaarthoogte voor vierlaagscontainervaart bij de stadsbruggen van Venlo neemt toe van ± 90% tot 95% (Basisalternatief 1 en 2) of 99% (Basisalternatief 3).
De nabijgelegen brug in rijksweg A67 bij Grubbenvorst is hiervoor niet maatgevend; het beschikbaarheidspercentage hiervan verandert van 95% naar 99 à 100% De beschikbaarheid voor tweebaksduwvaart met 3,50 meter diepgang neemt op dit traject toe van 0% tot 100%.
Doordat er een kolk verlengd wordt, en er dus twee lange kolken beschikbaar zijn, neemt de betrouwbaarheid voor tweebaksduwvaart iets toe (zij het, door de drempelligging van de oude sluis, niet voor de diepere tweebaksduweenheden).
Door de verbreding van het zomerbed (Basisalternatieven 2 en 3) heeft de recreatievaart meer mogelijkheden om uit het vaarwater van de beroepsvaart te blijven.

De Maas bij Belfeld

Traject 10: Stuw Sambeek – stuw Grave
De beschikbaarheid van de doorvaarthoogte voor vier laags containervaart bij de brug van Gennep neemt toe van ± 95% tot 100%. De beschikbaarheid voor tweebaksduwvaart met 3,50 meter diepgang neemt op dit traject toe van 0% tot 100%.

Door de nieuwe sluis neemt lokaal bij sluiscomplex Grave de betrouwbaarheid toe doordat er nu twee sluizen beschikbaar zijn in plaats van één. Door de verbreding van het zomerbed (Basisalternatieven 2 en 3) heeft de recreatievaart meer mogelijkheden om uit het vaarwater van de beroepsvaart te blijven.

Traject 11: Maas – Waalkanaal (sluis Heumen – sluis Weurt)
Bij hoge waterstanden gaat de openstaande sluis en de keersluis dicht en moet er worden geschut. Bij zeer hoge waterstanden wordt het schutten stilgelegd en is passage niet meer mogelijk.
Omdat onder deze omstandigheden voor de route een vaarverbod geldt, heeft dit geen effect op de beschikbaarheid.
De beschikbaarheid van doorvaarthoogte voor vierlaagscontainervaart tot aan de Waal neemt toe van 90% tot 96%.
De betrouwbaarheid bij Heumen neemt toe, omdat er na realisering van een keersluis naast de huidige sluis, twee doorvaartopeningen beschikbaar zijn.

Traject 12: Stuw Grave – stuw Lith
Er zijn geen veranderingen qua beschikbaarheid en betrouwbaarheid.

9.1.5 Toekomstmogelijkheden

Toekomstmogelijkheden geven aan in hoeverre de verbeterde Maasroute in staat is om ontwikkelingen in het scheepvaartvervoer op langere termijn adequaat op te vangen. Als referentie wordt daarbij aangehouden een ladingvolume van 30 miljoen ton per jaar op de Noord-Zuid tak. Nagegaan wordt of dit ladingvolume van 30 miljoen ton per jaar (is circa 60 miljoen ton laadvermogen/jaar) voor de noord-zuid tak en een corresponderende 15 miljoen ton per jaar (is circa 30 miljoen ton laadvermogen/jaar) voor de oost-west tak vlot en veilig kunnen worden vervoerd langs de sluiscomplexen en over de vaarwegvakken. Daarbij wordt aangegeven of de situatie op de vaarweg bij dit volume nog ruimte heeft voor verdere groei, of niet. Drie aspecten zijn daarbij relevant: 'over'capaciteit bij sluizen, fysieke afmetingen van sluizen die passage van grotere en/of diepere schepen mogelijk maken dan Vb/, diepgang 3,50 m en de ruimte op een vaarwegvak voor verkeersafwikkeling.

Tabel 9.6 Overzicht beoordeling toekomstmogelijkheden per traject

Traject	lengte	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden – stuw Borgharen	13	+	+	+
3. Sluis Limmel – sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born – sluis Maasbracht	13	+	+	+
5. Maasbracht – stuw Linne/Heel	5	+	+	+
6. Stuw Linne – stuw Roermond	6	nvt	nvt	nvt
7. Lateraalkanaal	6	+	+	+
8. stuw Roermond – stuw Belfeld	16	0	0	0
9. Stuw Belfeld – stuw Sambeek	41	+	+	+
10. Stuw Sambeek – stuw Grave	24	+	+	+
11. Maas – Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave – stuw Lith	22	+	+	+
Totaal		+	+	+

Effectbeschrijving per traject

Traject 1: Eijsden – stuw Borgharen
Het traject voldoet bij een trajectconform deel van het Maasvervoer van circa 25 miljoen ton. Er is ruimte voor verdere groei. De traverse Maastricht wordt punt van serieuze aandacht.

Traject 3: Sluis Limmel – sluis Born (Julianakanaal)
Het trajectconform deel van de Maasgebonden lading (2030) is 27 miljoen ton per jaar. De capaciteit van de (open) sluis Limmel is voldoende en heeft ruimte voor groei. Het zuidelijk Julianakanaal voldoet en heeft ruimte voor groei.
Bij sluis Born zal één kolk worden verlengd ten behoeve van diepingsvergroting en tweebaksduwvaart. Er zal met twee kolken worden geschut. Dit voldoet tot 2030, daarna zijn maatregelen nodig bij groei van het scheepvaartverkeer conform het scenario Tarieven en Incentives.
De verbreding tot 60 m (ongeladen kielvlak) is effectief omdat na de verbreding ontmoetingen tussen alle typen schepen redelijk makkelijk kunnen worden afgewikkeld. Oplopen is alleen mogelijk voor kleine schepen. Reistijdverliezen voor de beroepsvaart blijven beperkt. Recreatievaart is een complicerende factor die kan leiden tot reistijdverlies en verhoogd risico.

De bocht bij Elsloo wordt binnen de mogelijkheden maximaal verbreed tot 55 m (ongeladen kielvlak). Deze breedte maakt sommige typen ontmoetingen onmogelijk of ongewenst. Dit geldt voor de grootste duwstellen onderling en voor lege, sterk driftende schepen, soms ook afhankelijk van de omstandigheden. Deze ontmoetingen worden vermeden door op elkaar te wachten of uitgevoerd met sterk gereduceerde snelheid. De hinder neemt snel toe als het aandeel van de grote schepen significant wordt. Wanneer dat gebeurt wordt de hinder bovendien bovenproportioneel gevoelig voor een toename van de scheepsintensiteit. Zowel schaalvergroting bij de schepen als een groter aantal schepen worden voorzien in de scheepvaartprognoses. De verwachting is dan ook dat onder het scenario Tarieven en Incentives de bocht Elsloo na 2030 in toenemende mate als een knelpunt wordt ervaren. In 2035 is het aandeel van de grootste units circa 40%, het aantal ontmoetingen met hinder zo'n 5 – 10% van het totaal en het aantal daarbij betrokken schepen (direct en indirect) 15 – 30% van de daar passerende schepen.

Traject 4: Sluis Born – sluis Maasbracht (Julianakanaal)
Het traject-conform deel van de Maasgebonden lading (2030) is 33 miljoen ton per jaar.
Het Julianakanaal voldoet en heeft ruimte voor groei. Sluis Maasbracht voldoet ook en heeft ook ruimte voor groei tot 2050.
De verlenging van een sluis te Maasbracht wordt uitgevoerd om met tweebaksduwvaart te kunnen passeren. Daarnaast levert deze verlenging echter een capaciteitsvergroting op, die een significant effect begint te krijgen op passeertijden bij vervoersvolumes vanaf zo'n 30 miljoen ton lading per jaar.

Traject 5: Maasbracht – stuw Linne
Het traject-conform deel van de Maasgebonden lading (2030) is 35 miljoen ton per jaar.
Het vaarwegtraject voldoet en heeft ruimte voor verdere groei. Door de nieuwbouw van een tweebakskolk bij Heel heeft het complex voldoende capacitiet tot 2040.

Traject 6: Stuw Linne – stuw Roermond
Dit traject wordt behalve door peilverhoging niet verbeterd en min of meer losgemaakt van de hoofdscheepvaartroute langs Heel. Het traject verbetert als recreatievaartroute. In deze zin voldoet het traject en is er ruimte voor groei.

Traject 7 en 8: Lateraalkanaal, stuw Roermond – stuw Belfeld
Het traject-conform deel van de Maasgebonden lading (2030) is 38 miljoen ton per jaar. De sluis van Belfeld voldoet tot 2030 en heeft beperkte groeimogelijkheden tot circa 2035. Het vaarwegtraject voldoet en heeft ruimte voor verdere groei.

Traject 9: Stuw Belfeld – stuw Sambeek
Het traject-conform deel van de Maasgebonden lading (2030) is 40 miljoen ton per jaar. De verlenging van een sluis te Sambeek wordt uitgevoerd om tweebaksduwvaart met voldoende diepgang te kunnen laten passeren. Deze verlenging levert echter eveneens een capaciteitsvergroting op, die significant effect heeft bij vervoersvolumes vanaf zo'n 35 miljoen ton lading per jaar. Het complex voldoet en heeft ruimte voor verdere groei tot 2035 à 2040. Sambeek blijft in de toekomst één van de drukste sluizen. Hoewel de capaciteit groot is, ontstaan mogelijk al vrij snel na 2030 oplopende passeertijden.
Het vaarwegtraject voldoet en heeft ruimte voor verdere groei.

Traject 10: Stuw Sambeek – stuw Grave
Het traject-conform deel van de Maasgebonden lading (2030) Sambeek – Heumen is 40 miljoen ton per jaar. Bij Heumen – Grave bedraagt het 14 miljoen ton per jaar. De bouw van een nieuwe sluis te Grave wordt uitgevoerd om het capaciteitsknelpunt van het complex weg te werken, en om de passage van tweebaksduwvaart mogelijk te maken. Het verbeterde complex voldoet ruimschoots voor het vlot en veilig verwerken van 15 miljoen ton lading per jaar. Het complex heeft ruimte voor verdere groei tot na 2050.
Het vaarwegtraject voldoet voor 40 miljoen ton lading per jaar (aftakking naar het Maas – Waalkanaal) en heeft ruimte voor verdere groei.

Traject 11: Maas – Waalkanaal (sluis Heumen – sluis Weurt)
Het traject-conform deel van de Maasgebonden lading (2030) is 39 miljoen ton per jaar. De bouw van een keersluis naast de huidige sluis te Heumen, betekent dat er ruimte kan ontstaan om hier in de toekomst met grotere diepgang te passeren. Bovendien levert deze maatregel een capaciteitsvergroting op, doordat er niet langer sprake is van een vernauwing met wisselend éénrichtingsverkeer.
Het effect op vlotheid is al significant bij vervoersvolumes vanaf zo'n 20 miljoen ton laadvermogen per jaar. Het complex voldoet en heeft ruimte voor verdere groei. Bij sluis Weurt is geen ingrijpende nieuwbouw van de sluis voorzien. De aanpassingen betreffen de verhoging van bruggen over het complex en verbeteren de toegankelijkheid van het complex. Het complex voldoet in 2030 maar heeft beperkte mogelijkheden tot verdere groei. Rond 2035 kunnen problemen worden verwacht.
Het vaarwegtraject voldoet en heeft ruimte voor verdere groei.

Traject 12: Stuw Grave – stuw Lith
Complex en traject voldoen voor 15 miljoen ton lading per jaar en hebben ruimte voor verdere groei.

10 Natuur

De effecten van de basisalternatieven op de natuur worden beoordeeld aan de hand van de volgende criteria:

Gewicht	*Beoordelingscriterium*
10%	gebieden met een natuurfunctie;
30%	verdrogingsgevoelige natuur;
25%	rivierecotopen;
25%	leefgebieden voor rivierdoelsoorten;
10%	doelsoorten van het beleid.

Gebieden met een natuurfunctie zijn gebieden waaraan door landelijke, provinciale of lokale overheden een natuurbestemming is toegekend. De effecten op gebieden met een natuurfunctie hebben betrekking op vergraving. Vanuit het oogpunt van natuurbeheer heeft vergraving van gebieden met een natuurfunctie een negatief effect. Uitzondering hierop zijn vergravingen ten behoeve van natuurvriendelijke oevers in natuurontwikkelingsgebieden.

De effecten op verdrogingsgevoelige natuur worden beschreven aan de hand van verdrogingsgevoelige vegetatiecomplextypen die in de omgeving van de Maas aanwezig zijn. De aandachtsgebieden met verdrogingsgevoelige natuur zijn kwalitatief én kwantitatief geanalyseerd.

Het criterium rivierecotopen beschrijft de verandering in de verdeling van de ecotopen langs de Zandmaas die vanuit het oogpunt van natuurontwikkeling van belang zijn. Deze ecotopen worden aangeduid als de natuurecotopen. Ook de veranderingen in de totale oppervlakte natuur en de potenties voor riviergebonden natuur worden beschreven.

Het criterium leefgebieden voor rivierdoelsoorten beschrijft de effecten van de maatregelen op de doelsoorten van de Zandmaas. Op basis van de ecotopenverdeling is de beschikbaarheid van habitats voor alle doelsoorten van de Zandmaas geanalyseerd. Vervolgens is voor een beperkte groep van aquatische doelsoorten een analyse uitgevoerd naar de kwaliteit van habitats. Het criterium leefgebieden voor rivierdoelsoorten is onderverdeeld in de subcriteria:

- beschikbaarheid van habitats;
- kwaliteit van habitats;
- netwerkfunctie;
- ecotoxicologische risico's.

Het criterium doelsoorten van het beleid beschrijft de verandering in het aantal doelsoorten die van belang worden geacht in het beleid. Het voorkomen van de doelsoorten is gerelateerd aan de aanwezigheid van één of meerdere vegetatietypen en/of ecotopentypen, die deel uitmaken van het biotoop van de doelsoort. De verandering in het aantal doelsoorten is kwalitatief geanalyseerd.

In de volgende paragrafen worden de bovenstaande criteria besproken.
Negatieve effecten voor natuur worden allereerst veroorzaakt door vergravingen (natuurvriendelijke oevers, zomerbedverbreding). Daarnaast worden bestaande natuurwaarden negatief beïnvloed (verdroging) door ingrepen op het (grond)waterpeil (rivierverruiming).

Naast negatieve gevolgen treden ook positieve effecten op voor (nieuwe) natuurwaarden als gevolg van natuurontwikkelingsmaatregelen en het opzetten van het waterpeil op de Maas (antiverdrogingsmaatregel en diepgangvergroting van de vaarweg).

In de tabellen 10.1 en 10.2 is een overzicht van de beoordeling voor het aspect natuur gegeven, zowel per traject als per criterium. In het Achtergronddocument 'Methodiek' wordt de beoordelingsmethodiek voor de verschillende criteria besproken.

Tabel 10.1 Overzicht beoordeling natuur per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden – stuw Borgharen	13	+	+	+
3. Sluis Limmel – sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born – sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht – stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne – stuw Roermond	6	+	+	+
8. Stuw Roermond – stuw Belfeld	16	+	+	+
9. Stuw Belfeld – stuw Sambeek	41	+	++	++
10. Stuw Sambeek – stuw Grave	24	++	+	+
11. Maas – Waalkanaal	11	+	+	+
12. Stuw Grave – stuw Lith	22	0	0	0
13. Stuw Lith – Hedel	17	0	0	0
Totaal		+	+	+

Tabel 10.2 Overzicht beoordeling natuur per criterium

Beoordelingscriteria	gewicht (%)	Ba 1	Ba 2	Ba 3*)
Gebieden met een natuurfunctie	10	0	0	0
Rivierecotopen	25	+	+	+
Verdrogingsgevoelige natuur	30	++	++	+
Leefgebieden rivierdoelsoorten	25	+	+	+
Doelsoorten van het beleid	10	+	+	
Eindscore		+	+	+

**) Voor Basisalternatief 3 is het effect op doelsoorten van het beleid niet bepaald*

10.1 Gebieden met een natuurfunctie

In de directe nabijheid van de Maas (en het Julianakanaal) worden gronden vergraven. Tot deze gronden behoren gebieden waaraan een natuurfunctie is toegekend door landelijke, provinciale of lokale overheden. Deze bestemmingen zijn:

- beheersgebied (aandachtsgebied relatienota)
- reservaatsgebied (aandachtsgebied relatienota)
- natuurbeschermingsgebied

- natuurontwikkelingsgebied (aandachtsgebied natuurontwikkeling)
- gebieden van Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Stichting Ark, Limburgs Landschap, Brabants Landschap
- nat bos
- overig bos- en natuurgebied

In de basisalternatieven vinden vergravingen plaats door verruiming van de rivier of het aanleggen van natuurvriendelijke oevers. Waar deze vergravingen plaatsvinden in gebieden met een natuurfunctie zullen onafhankelijk van het doel (rivierverruiming of natuur) negatieve effecten optreden als dit gebeurd in reservaatsgebieden, beheersgebieden of natuurbeschermingsgebieden. Anders is het in een gebied waar natuurontwikkeling nagestreefd wordt. Wanneer hier een vergraving plaatsvindt vanuit natuur dan zal de ingreep positief gewaardeerd worden, omdat in het beoogde natuurontwikkelingsgebied een natuuringreep wordt uitgevoerd.
In de Basisalternatieven 1, 2 en 3 vinden vergravingen slechts op beperkte schaal plaats in gebieden met en natuurfunctie. Per traject resulteren deze vergravingen in minieme negatieve- en/of positieve effecten. Deze effecten zijn zo gering dat gesproken kan worden van een neutraal effect.
Dit geldt voor alle basisalternatieven en alle trajecten. De effecten voor het traject als geheel zijn dan ook voor alle alternatieven neutraal.

Tabel 10.3 Overzicht beoordeling gebieden met natuurfunctie per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden – stuw Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel – sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born – sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht – stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne – stuw Roermond	6	0	0	0
8. Stuw Roermond – stuw Belfeld	16	0	0	0
9. Stuw Belfeld – stuw Sambeek	41	0	0	0
10. Stuw Sambeek – stuw Grave	24	0	0	0
11. Maas – Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave – stuw Lith	22	0	0	0
13. Stuw Lith – Hedel	17	0	0	0
Totaal (gewogen)		0	0	0

Effecten gebieden met een natuurfunctie per traject

Traject 1: Eijsden – Stuw Borgharen
In dit traject worden in geen van de basisalternatieven gebieden met een natuurfunctie vergraven.

Traject 3: Sluis Limmel – sluis Born
In dit traject worden in alle basisalternatieven aandachtsgebieden voor natuurontwikkeling vergraven als gevolg van de verbreding van het Julianakanaal. Hierdoor hebben de basisalternatieven een licht negatief effect. Dit effect is echter te verwaarlozen.

Traject 4, 5 en 6: Sluis Born – sluis Maasbracht, Maasbracht – sluis Linne en stuw Linne – stuw Roermond
In dit traject worden in geen van de basisalternatieven gebieden met een natuurfunctie vergraven.

Traject 8: Stuw Roermond – stuw Belfeld
In dit traject worden in Basisalternatief 1 geen gebieden met een natuurfunctie vergraven.
In Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3 worden verschillende typen gebieden met een natuurfunctie vergraven voor zomerbedverbreding: aandachtsgebied voor natuurontwikkeling, reservaatsgebied, nat bos en overig bos- en natuurgebied. Het effect is negatief, daar (potentieel) natuurgebied wordt omgezet in diep zomerbed, doch zo gering dat het te verwaarlozen is.

Traject 9: Stuw Belfeld – stuw Sambeek
In alle basisalternatieven worden gebieden met een natuurfunctie vergraven. In Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3 (zomerbedverbreding in combinatie met natuurvriendelijke oevers) wordt een groter oppervlakte vergraven dan in Basisalternatief 1 (geen zomerbedverbreding, wel natuurvriendelijke oevers). Het negatieve effect is echter gering en te verwaarlozen.

Traject 10: Stuw Sambeek – stuw Grave
In Basisalternatief 1 worden door het aanleggen van natuurvriendelijke oevers aandachtsgebieden voor natuurontwikkeling, aandachtsgebieden relatienota en gebieden van Staatsbosbeheer vergraven.
In Basisalternatieven 2 en 3 worden bovendien gebieden met nat bos, beheers- en reservaatsgebieden en natuurontwikkelingsgebieden vergraven door zomerbedverbreding en aanleggen van natuurvriendelijke oevers. De maatregelen zijn zodanig gering dat ze leiden tot een neutrale score in de tabel.

Traject 11: Maas – Waalkanaal
In dit traject worden in geen van de basisalternatieven gebieden met een natuurfunctie vergraven.

Traject 12: Stuw Grave – stuw Lith
In dit traject worden in Basisalternatief 1 geen gebieden met een natuurfunctie vergraven.
Voor de Basisalternatieven 2 en 3 wordt als gevolg van de verbreding van de Maas natuurontwikkelingsgebied vergraven. Dit effect is echter gering en te verwaarlozen.

Traject 13: Lith – Hedel
In dit traject worden in geen van de basisalternatieven gebieden met een natuurfunctie vergraven.

10.2 Verdrogingsgevoelige natuur

Effecten op hoofdlijnen
Als gevolg van stuwpeilverhoging en rivierverruiming treden in de basisalternatieven wijzigingen op in het grondwaterregime. Ondanks de verschillen in de ingrepen tussen de alternatieven treden voor de Zandmaas als geheel geen noemenswaardige verschillen op tussen de effecten.
Effecten van de rivierverruimende maatregelen worden door peilopzet gemaskeerd. Het opzetten van het stuwpeil heeft een zodanig grondwaterstandsverhogend effect dat bij veel verdrogingsgevoelige vegetatiecomplextypen de verdrogingseffecten sterk verminderen of worden opgeheven.
Als gevolg van peilopzet vernatten enkele gebieden bovenstrooms van de stuwen dusdanig dat de aanwezige vegetatietypen overgaan in een natter type. Per saldo treden voor alle alternatieven positieve effecten op.

In de alternatieven treden voor vijf vegetatietypen negatieve effecten op; het slecht vervangbare nat bos met zwarte els, berkenbroekbos, droog stroomdalgrasland en de goed vervangbaar geachte poelruitruigte en kikkerbeetvegetatie. In Basisalternatief 2 zijn de effecten iets groter dan in de overige alternatieven. Dit komt doordat in Basisalternatief 1 geen droog stroomdalgrasland wordt vergraven.

Bovendien treedt in Basisalternatief 3 een afname op van de inundatieduur van het droog stroomdalgrasland, waardoor het betreffende vegetatiecomplex zich beter kan ontwikkelen.
De negatieve effecten voor alle alternatieven zijn echter gering.
In Basisalternatief 1 treden over het geheel genomen geen negatieve effecten op; er wordt slechts een klein areaal vergraven en hydrologische wijzigingen hebben over het algemeen een positief effect. Wel zullen plaatselijk (met name in de trajecten Maasbracht – Linne en Belfeld – Sambeek) vegetatiecomplexen verdwijnen als gevolg van wijzigingen van de grondwaterstanden (Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG), Gemiddelde voorjaars grondwaterstan (GVG)) en de kwelflux. Dit leidt echter niet tot een negatieve score voor de verdrogingsgevoelige natuur in dat deeltraject.
Op trajectniveau treden in Basisalternatief 2 geringe negatieve effecten op in het traject Grave – Lith. Dit komt door vergravingen en hydrologische wijzigingen (verlaging van de GLG). Voor het traject Grave – Lith wordt in Basisalternatief 3 in vergelijking met Basisalternatief 2 meer oppervlakte van een gebied met grasland met Grote vossenstaart matig negatief beïnvloed (verlaging van de GVG). Dit leidt echter niet tot een noemenswaardig verschil in scores tussen beide alternatieven. De effecten zijn zodanig klein dat voor het deeltraject geen negatieve score is opgenomen.

Effecten verdrogingsgevoelige natuur per traject

Tabel 10.4 Overzicht beoordeling verdrogingsgevoelige natuur per traject.

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden – stuw Borgharen	13	+++	+++	+++
3. Sluis Limmel – sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born – sluis Maasbracht	13	+	+	+
5. Maasbracht – stuw Linne	5	0	+	+
6. Stuw Linne – stuw Roermond	6	++	++	+++
8. Stuw Roermond – stuw Belfeld	16	++	++	++
9. Stuw Belfeld – stuw Sambeek	41	++	++	++
10. Stuw Sambeek – stuw Grave	24	+++	++	++
11. Maas – Waalkanaal	11	+++	+++	+++
12. Stuw Grave – stuw Lith	22	0	–	–
13. Stuw Lith – Hedel	17	0	0	0
Totaal (gewogen)		++	++	+

Voor de kwantitatieve gegevens die aan tabel 10.4 ten grondslag liggen, wordt verwezen naar bijlage A.

Traject 1: Eijsden – stuw Borgharen
In dit traject hebben de drie basisalternatieven dezelfde positieve effecten. Deze effecten gelden voor grote arealen van vrijwel alle in dit traject voorkomende (half)natuurlijke vegetaties. De effecten zijn het gevolg van een verhoging van de GLG en GVG. In geen van de alternatieven worden vegetatiecomplexen vergraven.

Traject 3: Sluis Limmel – sluis Born (Julianakanaal)
In de drie basisalternatieven zijn de oppervlakten van de vegetatiecomplexen waarbinnen veranderingen optreden dusdanig beperkt van omvang dat voor het traject als geheel de effecten op de verdrogingsgevoelige vegetaties gering zijn. In de basisalternatieven treden in dit traject marginale resultaten op als gevolg van het vergraven van vegetatiecomplexen. Deze vergravingen zijn het gevolg van een verbreding van het Julianakanaal.

Traject 4: Sluis Born – sluis Maasbracht (Julianakanaal)
De door MONVEG berekende effecten op de verdrogingsgevoelige vegetaties zijn in dit traject in de drie basisalternatieven vrijwel gelijk: neutraal tot matig positief. Dit als gevolg van een verhoogde GLG en/of GVG in de glanshavergraslanden en in enkele ruigten. Het totale effect voor de drie alternatieven is positief.

Traject 5: Maasbracht – stuw Linne
De basisalternatieven hebben in dit traject vrijwel hetzelfde matig positieve effect op verdrogingsgevoelige vegetaties als gevolg van een lichte toename van de GVG, GLG of de kwelflux. Lokaal is echter ook sprake van negatieve effecten. Als gevolg van een sterke toename of afname van de kwelflux, verdwijnen arealen van verschillende ruigtevegetaties waarvan poelruitruigte de belangrijkste afname laat zien. Daarnaast gaat bij ieder van de basisalternatieven het vegetatietype bos met Zwarte els in dit traject in zijn geheel verloren (totaal oppervlakte circa 0,6 ha). Het 'verdwijnen' van een vegetatiecomplex betekent dat de standplaatsfactoren dusdanig wijzigen dat het betreffende vegetatietype zich niet meer zal kunnen handhaven en zal overgaan in een ander type. In geen van de basisalternatieven vinden vergravingen van de vegetatiecomplexen plaats. Het overall-effect verschilt voor de drie alternatieven. De Basisalternatieven 2 en 3 scoren beter dan Basisalternatief 1.

Traject 6: Stuw Linne – stuw Roermond
In de Basisalternatieven 1 en 2 hebben in dit traject de hydrologische veranderingen een positief effect op verdrogingsgevoelige vegetaties. Basisalternatief 3 scoort in dit traject zeer positief. De hoge score van Basisalternatief 3 ten opzichte van de Basisalternatieven 1 en 2 is met name het gevolg van positieve effecten op een groter areaal nat bos met Elzenzegge. Voor de overige verdrogingsgevoelige vegetaties vertonen de alternatieven weinig verschil in effecten. Met behulp van MONVEG zijn voor het overgrote deel van de vegetatietypen (matig) positieve effecten bepaald. Dit is het gevolg van een stijging van GLG, GVG of kwelflux. In geen van de alternatieven vinden vergravingen plaats.

Plas bij de lus bij Linne

Traject 8: Stuw Roermond – stuw Belfeld
In dit traject hebben de alternatieven ongeveer gelijke effecten. De positieve effecten van de basisalternatieven op deze vegetaties zijn afwisselend het gevolg van de lokale toename van de GLG, GVG, kwelflux of in een enkel geval een afname van de inundatieduur. In de Basisalternatieven 2 en 3 treden enige negatieve effecten op door vergraving. Op trajectniveau zijn de effecten gering, waardoor de alternatieven niet onderscheidend zijn met Basisalternatief 1.

Traject 9: Stuw Belfeld – stuw Sambeek
In traject 9 hebben de drie basisalternatieven positieve effecten op vrijwel alle verdrogingsgevoelige vegetaties in dit traject. Dit is met name het gevolg van een lichte stijging van de GLG. Tevens is in de drie basisalternatieven een (te) grote stijging van de GLG (>50 cm) in veel gebieden de oorzaak van het verdwijnen van het aanwezige vegetatietype: hier zullen de aanwezige vegetaties overgaan in een natter type.

In Basisalternatief 3 treedt een groter verlies op dan in Basisalternatief 2 voor de vegetatietypen nat bos met elzenzegge, kamgrasweide, heide en meidoornstruweel. Dit komt door de grotere toename van de hydrologische parameters GLG, GVG en kwelflux. In beide alternatieven treden gelijke negatieve effecten op door vergravingen en groter dan dat in Basisalternatief 1. In Basisalternatief 3 worden minder verdrogingsgevoelige vegetaties vergraven dan in Basisalternatief 1, maar meer dan in Basisalternatief 2. Dit is het gevolg van een minder positieve ontwikkeling voor de vegetaties heide en nat bos met Elzenzegge.
De totale score voor de verdrogingsgevoelige natuur in traject 9 is voor alle drie de alternatieven gelijk.

Traject 10: Stuw Sambeek – stuw Grave
De drie basisalternatieven hebben een zeer positief effect op de verdrogingsgevoelige vegetaties. Dit komt doordat in omvangrijke gebieden met kamgrasweide, grasland met Geknikte vossenstaart en grasland met Grote vossenstaart een verhoging van de laagste grondwaterstand optreedt.

Op meidoornstruweel treedt in de alternatieven een positief effect op. Het meidoornstruweel beslaat een relatief kleine oppervlakte en weegt daarom relatief weinig door in de score van dit traject als geheel. Desondanks heeft het versterken van de kwaliteit van het meidoornstruweel een belangrijke versterking van natuurwaarden tot gevolg. Ecologisch goed ontwikkelde hagen kunnen een belangrijke functie vervullen voor ecologische verbinding en als voortplantingsbiotoop voor dieren die op het aangrenzende terrein foerageren. De ecohydrologische versterking van de meidoornhagen werkt daardoor mogelijk nog positiever door dan de huidige oppervlakte doet vermoeden.
Het effectverschil tussen Basisalternatief 1 enerzijds en de Basisalternatieven 2 en 3 anderzijds wordt met name veroorzaakt door verschillen in effecten die zijn bepaald voor vegetatietype grasland met Grote vossenstaart. De negatieve effecten die optreden voor dit vegetatietype worden veroorzaakt door een afname van de kwelflux nabij een rivierverbreding. Voor de Basisalternatieven 2 en 3 vindt tevens in zeer beperkte omvang vergraving van een drietal vegetatiecomplexen plaats.
Het overall-effect voor de Basisalternatieven 2 en 3 is positief en kleiner dan in Basisalternatief 1.

Traject 11: Maas - Waalkanaal
In dit traject treden voor de alternatieven dezelfde effecten op. Hydrologische veranderingen (toename van de GLG) hebben een positief effect op vegetatietype grasland met Geknikte vossenstaart. In geen van de basisalternatieven vinden vergravingen van vegetatiecomplexen plaats.
Het overall-effect in dit deeltraject is zeer positief voor alle drie de alternatieven.

Traject 12: Stuw Grave - stuw Lith
In Basisalternatief 1 treedt geen significant effect op. In Basisalternatief 2 treedt een matig negatief effect op. Basisalternatief 3 scoort nog slechter, maar niet noemenswaardig om een extra negatieve score toe te kennen. In Basisalternatief 2 treden door verlaging van de GVG in de nabijheid van rivierverbredingen matig negatieve effecten op voor de vegetatietypen kamgrasweide en glanshavergrasland. In Basisalternatief 3 treedt een negatief effect op vor een Grote vossenstaart in een groot gebied door een zeer beperkte daling van de GVG. Dit effect is groter dan in Basisalternatief 2. In Basisalternatieven 2 en 3 worden kleine oppervlakten kamgrasweide en glanshavergrasland vergraven voor rivierverbreding. Het overall-effect is voor Basisalternatief 1 neutraal en voor de andere alternatieven negatief.

Traject 13: Stuw Lith – Hedel
De drie basisalternatieven hebben in dit traject geen effect op de verdrogingsgevoelige natuur. In geen van de basisalternatieven vindt vergraving van vegetatiecomplexen plaats.

10.3 Rivierecotopen

Effecten op hoofdlijnen
Aangezien er in de basisalternatieven enkel natuurvriendelijke oevers worden aangelegd en geen ingrepen in het winterbed zijn gepland, is de toename van de totale oppervlakte ecotopen in de basisalternatieven ongeveer 500 tot 1.700 ha. De ecotopen die in oppervlakte toenemen zijn ondiep zomerbed, moeras, uiterwaardruigte, stroomdalgrasland, droog uiterwaardgrasland, oeverwalruigte, hardhoutooibos en hardhoutstruweel. Tussen de basisalternatieven zijn er wel duidelijke verschillen in de ontwikkeling van ooibossen en struwelen op de lokaties waar natuurvriendelijke oevers worden aangelegd. Deze verschillen in de mogelijkheden voor de ontwikkeling van ooibossen en struwelen zijn het gevolg van de verschillen in de overstromingsduur en grondwaterstanden. De grootste toename van hardhoutstruweel vindt plaats in Basisalternatief 1 en van zacht- en hardhoutooibos in Basisalternatief 3. Ook treden verschillen tussen de alternatieven op in de mate waarin het ecotoop ondiep zomerbed tot ontwikkeling komt. In de Basisalternatieven 2 en 3 is de toename van ondiep zomerbed groter dan in Basisalternatief 1, hetgeen samenhangt met zomerbedverbreding.

Tabel 10.5 Overzicht beoordeling rivierecotopen per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden – stuw Borgharen	13	0	0	0
5. Maasbracht – stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne – stuw Roermond	6	0	0	0
8. Stuw Roermond – stuw Belfeld	16	+	+	+
9. Stuw Belfeld – stuw Sambeek	41	++	++	++
10. Stuw Sambeek – stuw Grave	24	++	++	++
12. Stuw Grave – stuw Lith	22	+	++	0
13. Stuw Lith – Hedel	17	+	+	0
Totaal (gewogen)		+	+	+

Natuur

Totale oppervlakte riviernatuur
In de Basisalternatieven 1, 2 en 3 neemt de totale oppervlakte natuurecotopen langs de Zandmaas toe ten opzichte van de huidige situatie. Deze toename is voornamelijk het gevolg van het aanleggen van natuurvriendelijke oevers. De toename van de totale oppervlakte natuurecotopen varieert van ongeveer 500 ha in Basisalternatief 3 tot 1.700 ha in Basisalternatief 1 (zie tabel 10.6).

Ecotopenverdeling
De Basisalternatieven 1, 2 en 3 resulteren in een toename in de oppervlakte van de ecotopen ondiep zomerbed, moeras, uiterwaardruigte, oeverwalruigte, stroomdalgrasland, uiterwaardgrasland, hardhoutooibos en hardhoutstruweel. Deze toename is, zoals reeds hierboven is beschreven, voornamelijk het gevolg van het aanleggen van natuurvriendelijke oevers.
De belangrijkste veranderingen treden dan ook vooral op in de trajecten waar natuurvriendelijke oevers worden aangelegd: namelijk Belfeld – Sambeek (traject 9), Sambeek – Grave (traject 10), Grave – Lith (traject 12) en Lith – Hedel (traject 13).
De verschillen tussen de basisalternatieven worden hoofdzakelijk veroorzaakt door de verschillen in het opzetten van het stuwpeil en de rivierverruimingsmaatregelen (zomerbedverdieping en/of -verbreding). Verschillen tussen alternatieven treden op bij de ecotopen ondiep zomerbed, zachthoutooibos, hardhoutooibos, hardhoutstruweel, droog uiterwaardgrasland en stroomdalgrasland. De toename van ecotoop ondiep zomerbed is het grootst in de Basisalternatieven 2 en 3 (respectievelijk 267 ha en 283 ha). Het verschil met Basisalternatief 1 is vooral het gevolg van zomerbedverbreding.

Tabel 10.6 De totale oppervlakte van de natuurecotopen (in ha) in de huidige situatie en de Basisalternatieven 1, 2 en 3

Ecotopen	huidige situatie	Ba 1	Ba 2	Ba 3
Ondiep zomerbed (ZO + ZOV)	634	648	714	865
Natuurlijke rivieroever (ON)	11	11	11	11
Zachthoutooibos (BZ)	114	116	113	136
Hardhoutooibos (BHB)	60	96	91	115
Hardhoutstruweel (BHS)	35	192	151	139
Moerasbos (BM)	58	58	58	58
Moeras (M)	31	97	95	91
Oeverwalruigte (RO)	6	32	33	31
Uiterwaardruigte (RU)	62	97	89	91
Stroomdalgrasland (GO)	125	818	703	101
Droog uiterwaardgrasland (GUD)	0	695	606	0
Nat uiterwaardgrasland (GUN)	16	16	16	16
Nevengeul (WN)	0	0	0	0
Dynamische strang (WD)	1.010	1.010	1.010	1.010
Geïsoleerde strang (WS)	57	57	57	57
Totaal natuurecotopen	**2.219**	**3.943**	**3.747**	**2.745**

In alle basisalternatieven neemt de oppervlakte aan ooibossen en struwelen toe: 144 – 195 ha. Deze toename is het grootst in de Basisalternatieven 1 en 2. Een noemenswaardige toename van ecotoop zachthoutooibos vindt alleen in Basisalternatief 3 plaats. De ecotopen hardhoutstruweel en hardhoutooibos nemen in alle alternatieven toe, maar de toename van ecotoop hardhoutstruweel is het grootst in Basisalternatief 1 en van hardhoutooibos in Basisalternatief 3.
De verschillen in ooibosontwikkeling tussen de alternatieven zijn het gevolg van de verschillen in de overstromingsduur en grondwaterstanden die ontstaan zijn door de rivierverruimingsmaatregelen en het opzetten van het stuwpeil.

De totale oppervlakte van ecotoop stroomdalgrasland in de Basisalternatieven 1 en 2 neemt fors toe. Dit is voor een belangrijk deel het gevolg van de aanleg van natuurvriendelijke oevers.
In Basisalternatief 3 neemt de oppervlakte aan stroomdalgrasland af door zomerbedverbreding. waar geen zomerbedverbreding plaats vindt, maar wel natuurvriendelijke oevers worden aangelegd, is de afname van het areaal stroomdalgrasland zeer gering.

Potenties voor riviernatuur
Het rivierecosysteem is gedefinieerd als het gebied waarvan de ecologische ontwikkeling wordt bepaald door de rivier. In de weerden is de overstromingsduur met rivierwater de belangrijkste factor voor de ontwikkelingsrichting van dit deel van het rivierecosysteem. Gebieden waar de overstromingsduur gemiddeld minder dan 1 dag per jaar is, worden niet gerekend tot het rivierecosysteem.
In deze gebieden is de invloed van de rivier niet sturend voor de ecologische ontwikkelingsrichting.

In alle basisalternatieven nemen door rivierverruimingsmaatregelen de potenties voor riviernatuur af (zie tabel 10.7). De afname van de potentiële oppervlakte van het rivierecosysteem is het sterkst in Basisalternatief 1 en het minst bij Basisalternatief 2. De potenties voor riviernatuur (weerden, geulen en strangen) langs de Zandmaas nemen sterk af. Deze afname is het sterkst in Basisalternatief 3 en het minst bij Basisalternatief 2. Wanneer de basisalternatieven met elkaar worden vergeleken zijn de potenties voor stroomdalgraslanden en hardhoutooibossen het grootst in Basisalternatief 2 en het kleinst in Basisalternatief 3. De potenties voor zachthoutooibos zijn daarentegen het grootst in Basisalternatief 3. De potenties voor moeras zijn het grootst in de Basisalternatieven 2 en 3.

Tabel 10.7 De potenties voor riviernatuur (de totale oppervlakte in ha) in de huidige situatie en de Basisalternatieven 1, 2 en 3

Ecotopen	huidige situatie	Ba 1	Ba 2	Ba 3
rivierecosysteem	5.211	4.406	4.985	4.572
zomerbed, oevers	1.866	2.496	2.889	2.970
weerd, geulen, strangen	3.345	1.910	2.096	1.602
zone stroomdalgrasland	2.107	710	1.053	552
zone hardhoutooibos	2.165	888	1.225	584
zone zachthoutooibos	*)	22	28	63
zone moeras	65	194	430	432

*) *Het potentiële areaal van ecotoop zachthoutooibos in de huidige situatie is niet bepaald, vanwege het ontbreken van gegevens.*

Hoewel het aspect potenties voor de riviernatuur niet in de uiteindelijke beoordeling is opgenomen, is dit wel een belangrijk aspect voor de toekomstige ontwikkelingen voor de natuur in weerden van de Zandmaas. De analyse van de potenties voor de riviernatuur laat duidelijk zien dat de rivierverruimingsmaatregelen het realiseren van de natuurdoelstellingen langs de Zandmaas sterk kunnen beïnvloeden. Zeker wanneer in het kader van de Zandmaas/Maasroute in zeer beperkte mate natuurontwikkeling plaatsvindt, is het voor de natuur van belang dat het pakket van rivierverruimende maatregelen het realiseren van de natuurdoelstellingen niet onmogelijk maakt. Vanuit een dergelijke invalshoek is zomerbedverbreding en een hogere verhanglijn te prefereren boven zomerbedverdieping en een lagere verhanglijn.

Ecosysteemontwikkelingsindex
De veranderingen in de ecosysteemontwikkelingsindex voor ecotopen (EOW - index) zijn weergegeven in tabel 10.8. De basisalternatieven resulteren voor de gehele Zandmaas in een sterke toename van de EOW - index van 20 tot 27, hetgeen inhoudt dat de ecotopenverdeling van de Zandmaas in de drie basisalternatieven in de richting van het natuurstreefbeeld verschuift. De verschillen in de EOW - index voor de Zandmaas tussen de basisalternatieven zijn echter minimaal, ook op trajectniveau.
Op trajectniveau leiden de basisalternatieven bij de trajecten Belfeld – Sambeek (traject 9), Sambeek – Grave (traject 10) en Grave – Lith (traject 12) tot een sterke toename van de EOW - index. Bij traject Roermond – Belfeld (traject 8) en Lith – Hedel (traject 13) is de toename van de EOW - index minder sterk.

Tabel 10.8 De ecosysteemontwikkelingsindex (EOW - index) voor ecotopen

Traject	huidige situatie	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden – Maastricht	41	41	41	41
5. Maasbracht – Linne	26	27	27	26
6. Linne – Roermond	13	12	13	15
8. Roermond – Belfeld	16	20	20	20
9. Belfeld – Sambeek	31	43	43	42
10. Sambeek – Grave	26	37	40	34
12. Grave – Lith	27	31	36	27
13. Lith – Hedel	25	28	32	24
Zandmaas	**20**	**27**	**27**	**25**

De EOW - index kan variëren van 0 (komt geheel niet overeen met natuurstreefbeeld) tot 100.

10.4 Leefgebieden voor rivierdoelsoorten

De bespreking van het criterium leefgebieden voor rivierdoelsoorten geschiedt aan de hand van een viertal subcriteria: beschikbaarheid van habitats, kwaliteit van habitats, netwerkfunctie en ecotoxicologische risico's. Allereerst worden de effecten op hoofdlijnen besproken voor het criterium leefgebieden voor rivierdoelsoorten. Vervolgens worden de resultaten verder besproken aan de hand van de subcriteria.

Effecten op hoofdlijnen

In de basisalternatieven neemt de beschikbaarheid van habitats voor een aantal doelsoorten van de Zandmaas in beperkte mate toe. Deze toename is het gevolg van het aanleggen van natuurvriendelijke oevers. Zomerbedverdieping en -verbreding leiden niet tot een toename van de habitatbeschikbaarheid. Er treedt nauwelijks een toename op van de gemiddelde kwaliteit van de habitats, eerder is er sprake van een lichte afname van de gemiddelde kwaliteit. Het aanleggen van natuurvriendelijke oevers heeft voor een aantal aquatische soorten een positief effect op de gemiddelde habitatkwaliteit, maar zomerbedverdieping en -verbreding en het opzetten van het stuwpeil hebben een negatief effect.
De netwerkfunctie betreft een analyse van de ruimtelijke samenhang van habitats en leefgebieden van soorten teneinde inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden voor het ontwikkelen van levensvatbare populaties in het Zandmaasgebied. Aangezien in de basisalternatieven slechts een beperkte natuurontwikkeling plaatsvindt, is de toename van de mogelijkheden voor het ontwikkelen van levensvatbare populaties voor een twaalftal doelsoorten van de Zandmaas minimaal.
Alleen voor Boomkikker, Ringslang, IJsvogel en Das zijn mogelijkheden aanwezig voor het ontwikkelen van levensvatbare populaties. In Basisalternatief 2 zijn er ook mogelijkheden voor de Kwartelkoning.
De basisalternatieven resulteren in een vermindering van de ecotoxicologische risico's voor de natuur. In belangrijke mate wordt dit veroorzaakt door een toename van de water en slibkwaliteit van de Maas. Er treden slechts kleine verschillen op tussen de alternatieven. De grootste afname van ecotoxicologische risico's treedt op in Basisalternatief 3. De verschillen worden voornamelijk veroorzaakt door verschillen in de slibhuishouding in de zomermaanden. In Basisalternatief 3 vindt zowel zomerbedverbreding als -verdieping plaats. In dit alternatief zal bij lage afvoeren meer slib in het zomerbed sedimenteren dan in de andere alternatieven. Overigens zal bij hoge afvoeren het in het zomerbed gesedimenteerde slib worden afgevoerd.

Tabel 10.9 Overzicht beoordeling leefgebieden voor rivierdoelsoorten per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden – Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel – sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born – sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht – stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne – stuw Roermond	6	0	0	0
8. Stuw Roermond – stuw Belfeld	16	0	0	0
9. Stuw Belfeld – stuw Sambeek	41	+	+	+
10. Stuw Sambeek – stuw Grave	24	+	+	+
11. Maas – Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave – stuw Lith	22	+	0	0
13. Stuw Lith – Hedel	17	0	0	0
Totaal (gewogen)		+	+	+

Beschikbaarheid van habitats

Op basis van de ecotopenverdeling is de beschikbaarheid van habitats voor de doelsoorten van de Zandmaas geanalyseerd. De effecten van de basisalternatieven zijn weergegeven in tabel 10.10. In deze tabel zijn alleen doelsoorten opgenomen, waarvoor de habitatbeschikbaarheid in de basisalternatieven duidelijk verschilt ten opzichte van de huidige situatie.

Natuur

Snoek

De mogelijkheden voor de ontwikkeling van waterplanten (fonteinkruiden, Watergentiaan) nemen in de basisalternatieven toe als gevolg van het aanleggen van natuurvriendelijke oevers.
De verschillen tussen de basisalternatieven zijn gering. Voor soorten van moerassen en ooibossen neemt de habitatbeschikbaarheid in de basisalternatieven duidelijk toe (Zomereik, Ringslang, Aalscholver, Fuut, Rietgors, Roerdomp, Waterral en Otter).
Ook zijn voor deze soorten de verschillen tussen de alternatieven gering. Voor soorten van stroomdal- en uiterwaardgraslanden (Veldsalie, Kwartelkoning) neemt in de Basisalternatieven 2 en 3 de habitatbeschikbaarheid af door het verdwijnen van stroomdalgraslanden. Voor Wilde kruisdistel wordt het verlies aan standplaatsareaal door het verdwijnen van stroomdalgraslanden gecompenseerd door de toename van ecotoop oeverwalruigte in de basisalternatieven. Het standplaatsareaal voor Wilde kruisdistel is het grootst in Basisalternatief 1, waarin het verlies aan stroomdalgraslanden zeer gering is.

Tabel 10.10 Veranderingen in de habitatbeschikbaarheid voor doelsoorten van de Zandmaas. In de tabel zijn alleen de doelsoorten opgenomen waarvoor de habitatbeschikbaarheid in de basisalternatieven met meer dan 5% verandert ten opzichte van de huidige situatie.

soort	eenheid	huidige situatie	Ba 1	Ba 2	Ba 3
Rivierfonteinkruid	standplaatsareaal (ha)	72	77	79	79
Veldsalie	standplaatsareaal (ha)	126	126	100	104
Watergentiaan	standplaatsareaal (ha)	46	54	56	56
Wilde kruisdistel	standplaatsareaal (ha)	81	106	91	92
Zomereik	standplaatsareaal (ha)	77	192	171	184
Fonteinkruiden	standplaatsareaal (ha)	219	236	240	241
Helofyten	standplaatsareaal (ha)	80	165	158	160
Waterplanten	standplaatsareaal (ha)	237	300	318	318
Driehoeksmossel	leefgebied (ha)	3.027	3.667	3.973	4.034
Zandoeverdansmug	leefgebied (ha)	380	315	331	341
Ringslang	exemplaren	104	224	212	224
Rugstreeppad	leefgebied (ha)	132	142	139	139
Aalscholver	broedparen	185	227	245	249
Fuut	broedparen	23	37	40	39
Kwartelkoning	broedparen	76	75	60	62
Rietgors	broedparen	67	157	149	151
Roerdomp	broedparen	1	4	4	4
Waterral	broedparen	7	20	20	20
Otter	exemplaren	9	16	16	16

De veranderingen in de ecosysteemontwikkelingsindex (EOW-index) zijn weergegeven in tabel 10.11. De basisalternatieven resulteren voor de gehele Zandmaas in een beperkte toename van de EOW-index van 33 tot 41. Dit houdt in dat de ecosysteemontwikkeling van de Zandmaas in de richting van het natuurstreefbeeld verschuift. De verschillen in de EOW-index voor de Zandmaas tussen de Basisalternatieven 1 en 2 zijn marginaal.

Op trajectniveau leiden de basisalternatieven bij de trajecten Belfeld-Sambeek (traject 9), Sambeek-Grave (traject 10), Grave-Lith (traject 12) en Lith-Hedel (traject 13) tot een sterke toename van de EOW-index. Op de overige trajecten zijn bij alle basisalternatieven de veranderingen in de EOW-index verwaarloosbaar. De verschillen in de EOW-index voor habitatbeschikbaarheid tussen de basisalternatieven zijn ook op trajectniveau gering.

Tabel 10.11 De ecosysteemontwikkelingsindex (EOW-index) voor de habitatbeschikbaarheid voor de doelsoorten van de Zandmaas in de huidige situatie en de basisalternatieven. De EOW-index kan variëren van 0 (komt geheel niet overeen met natuurstreefbeeld) tot 100 (komt overeen met natuurstreefbeeld)

Traject	huidige situatie	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden – Maastricht	49	49	49	49
5. Maasbracht – Linne	49	49	49	49
6. Linne – Roermond	33	33	33	32
8. Roermond – Belfeld	32	33	32	30
9. Belfeld – Sambeek	36	53	53	47
10. Sambeek – Grave	33	46	45	41
12. Grave – Lith	34	41	41	35
13. Lith – Hedel	48	53	53	47
Zandmaas	**33**	**41**	**40**	**36**

In tabel 10.12 is de kwalitatieve score voor de alternatieven opgenomen ten aanzien van de beschikbaarheid van habitats, gebaseerd op de EOW-index (tabel 10.11).

Tabel 10.12 Beoordeling effecten beschikbaarheid habitats

Traject	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden – Maastricht	0	0	0
5. Maasbracht – Linne	0	0	0
6. Linne – Roermond	0	0	0
8. Roermond – Belfeld	0	0	0
9. Belfeld – Sambeek	+++	+++	++
10. Sambeek – Grave	+++	++	++
12. Grave – Lith	+	+	0
13. Lith – Hedel	+	+	0
Zandmaas	**++**	**+**	**+**

Kwaliteit van habitats

Voor een aantal aquatische organismen is de gemiddelde kwaliteit van de leefgebieden in de Zandmaas geanalyseerd. De kwaliteit van leefgebieden is bepaald op het niveau van ecotopen. Hierbij zijn alleen ecotopen in beschouwing genomen die een habitatfunctie voor de onderzochte soorten kunnen vervullen. De gemiddelde kwaliteit is uitgedrukt in een indexwaarde: de habitatkwaliteitindex, variërend van 0 (ongeschikt) tot 1 (optimaal). Uit tabel 10.13 blijkt dat de gemiddelde kwaliteit van de leefgebieden in de basisalternatieven weinig verandert. Voor verschillende soorten is er zelfs sprake van een lichte afname van de gemiddelde kwaliteit van de leefgebieden. Zo neemt de gemiddelde kwaliteit van de paaihabitat voor veel vissoorten in de basisalternatieven enigszins af. Dit komt doordat in de basisalternatieven zowel habitat ontstaat met een goede kwaliteit als met een lage tot matige kwaliteit. Zo heeft voor de Snoek de toename van ondiep zomerbed met vooroeververdediging een positief effect op de gemiddelde habitatkwaliteit en de toename van ondiep zomerbed zonder vooroeververdediging een negatief effect. Doordat beide typen in de basisalternatieven in oppervlakte toenemen, kan dit resulteren in een gemiddeld negatief effect.
Een soortgelijk effect treedt ook op bij de waterplanten (Fonteinkruiden, Gele plomp, Watergentiaan).

Voor macrofaunasoorten zoals de Driehoeksmossel en de Kokerjuffer Hydropsyche contubernalis neemt de gemiddelde habitatkwaliteit in de basisalternatieven toe, met name in de Basisalternatieven 2 en 3.

Tabel 10.13 De gemiddelde kwaliteit van de leefgebieden voor verschillende soorten aquatische organismen. De kwaliteit van leefgebieden is bepaald voor ecotopen die een habitatfunctie voor de soort kunnen vervullen*).

soort	leefgebied	huidige situatie	Ba 1	Ba 2	Ba 3
Fonteinkruiden	standplaats	0.32	0.31	0.32	0.32
Gele plomp	standplaats	0.17	0.17	0.18	0.18
Watergentiaan	standplaats	0.16	0.15	0.15	0.15
Driehoeksmossel	leefgebied	0.33	0.38	0.41	0.42
Kokerjuffer Hydropsyche	leefgebied larven	0.25	0.28	0.31	0.32
Barbeel	paaihabitat	0.00	0.00	0.00	0.00
	voedselhabitat	0.01	0.01	0.01	0.01
Blankvoorn	paaihabitat	0.42	0.37	0.38	0.37
	voedselhabitat	0.59	0.52	0.60	0.61
Brasem	paaihabitat	0.46	0.41	0.41	0.41
	voedselhabitat	0.62	0.54	0.60	0.62
Riviergrondel	paaihabitat	0.25	0.22	0.24	0.24
	voedselhabitat	0.53	0.46	0.54	0.54
Serpeling	paaihabitat	0.01	0.01	0.01	0.01
	voedselhabitat	0.28	0.24	0.31	0.31
Snoek	paaihabitat	0.08	0.07	0.08	0.08
	voedselhabitat	0.20	0.18	0.19	0.19
Snoekbaars	paaihabitat	0.40	0.36	0.37	0.36
	voedselhabitat	0.45	0.39	0.50	0.50
Winde	paaihabitat	0.45	0.39	0.39	0.39
	voedselhabitat	0.99	0.87	0.99	0.99

*) *De kwaliteit is uitgedrukt in een indexwaarde:*
0,0 = kwaliteit van de ecotopen is ongeschikt;
1,0 = kwaliteit van de ecotopen is optimaal.

Op basis van de gemiddelde habitatkwaliteit en de beschikbaarheid van habitats is het aantal habitateenheden berekend (uitgaande van een lineaire relatie tussen de habitatkwaliteit en de draagkracht van een gebied voor een soort). Dit is een maat voor de totale oppervlakte aan geschikt leefgebied. Het aantal habitateenheden neemt voor de meeste aquatische organismen toe, voornamelijk als gevolg van het aanleggen van natuurvriendelijke oevers. Dit is vooral het geval bij waterplanten, Driehoeksmossel en Snoek.

De ecosysteemontwikkelingsindex (EOW-index) voor de kwaliteit van leefgebieden van aquatische organismen is gebaseerd op het aantal habitateenheden. De drie basisalternatieven hebben een positief effect op de EOW-index voor de kwaliteit van leefgebieden (zie tabel 10.14). De EOW-index neemt vooral toe in de Basisalternatieven 2 en 3. De toename van de EOW-index is in de drie basisalternatieven het grootst in de trajecten Roermond-Belfeld (met uitzondering van Basisalternatief 1), Belfeld-Sambeek en Sambeek-Grave.

Tabel 10.14 De ecosysteemontwikkelingsindex (EOW-index) voor de kwaliteit van leefgebieden van aquatische organismen voor de huidige situatie en de basisalternatieven. De EOW-index kan variëren van 0 (komt geheel niet overeen met natuurstreefbeeld) tot 100 (komt overeen met natuurstreefbeeld).

Traject	huidige situatie	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1 Eijsden – Maastricht	34	46	46	46
5 Maasbracht – Linne	61	81	81	81
6 Linne – Roermond	49	50	51	53
8 Roermond – Belfeld	29	42	45	46
9 Belfeld – Sambeek	23	38	41	41
10 Sambeek – Grave	43	56	56	60
12 Grave – Lith	41	55	54	52
13 Lith – Hedel	49	57	57	57
Zandmaas	**51**	**54**	**55**	**55**

In tabel 10.15 is de kwalitatieve score voor de alternatieven opgenomen ten aanzien van de kwaliteit van habitats, gebaseerd op de EOW - index (tabel 10.14).

Tabel 10.15 Beoordeling effecten op kwaliteit habitats.

Traject	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1 Eijsden – Maastricht	0	0	0
5 Maasbracht – Linne	0	0	0
6 Linne – Roermond	0	+	0
8 Roermond – Belfeld	0	+	+++
9 Belfeld – Sambeek	+	++	++
10 Sambeek – Grave	+	+	+
12 Grave – Lith	+	+	+
13 Lith – Hedel	0	0	0
Zandmaas	**+**	**+**	**+**

Netwerkfunctie

Voor een twaalftal doelsoorten van de Zandmaas is nagegaan of er op basis van de beschikbaarheid van habitats en de ruimtelijke samenhang van (deel)habitats en leefgebieden mogelijkheden ontstaan voor de vestiging van levensvatbare populaties in het Zandmaasgebied.
De effecten van de basisalternatieven op de netwerkfunctie van de Zandmaas zijn samengevat in tabel 10.16.

Tabel 10.16 De effecten van de basisalternatieven op de potenties voor het ontwikkelen van duurzame populaties voor een beperkt aantal doelsoorten van de Zandmaas op basis van de beschikbaarheid van habitats in het Zandmaasgebied.

Doelsoort	huidige situatie	Ba 1	Ba 2	Ba 3
Boomkikker	op verschillende lokaties zijn mogelijkheden voor ontwikkeling kernpopulatie aanwezig	als in huidige situatie	als in huidige situatie	als in huidige situatie
Ringslang	mogelijkheden voor ontwikkeling kernpopulaties zijn aanwezig	toename van de mogelijkheden	toename van de mogelijkheden	toename van de mogelijkheden
Kwak	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden
Kwartelkoning	geen mogelijkheden	mogelijkheden	mogelijkheden	geen mogelijkheden
Oeverzwaluw	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden
Roerdomp	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden
Visdief	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden
Waterral	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden
IJsvogel	mogelijkheden voor ontwikkeling kernpopulaties zijn aanwezig	toename van de mogelijkheden	toename van de mogelijkheden	toename van de mogelijkheden
Bever	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden
Das	voldoende voedselhabitat aanwezig voor ontwikkeling kernpopulatie langs Zandmaas	als in huidige situatie	als in huidige situatie	als in huidige situatie
Otter	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden	geen mogelijkheden

Boomkikker
Voor de Boomkikker geldt dat in verschillende gebieden mogelijkheden aanwezig zijn voor de ontwikkeling van (deel)populaties, in zowel de huidige situatie als de basisalternatieven.
De beschikbaarheid van voortplantingshabitat blijft de belangrijkste beperkende factor. Er zijn geen verschillen tussen de alternatieven.

Ringslang
Voor de Ringslang nemen in alle basisalternatieven de mogelijkheden voor het ontwikkelen van duurzame populaties toe als gevolg van het aanleggen van natuurvriendelijke oevers. Er zijn geen duidelijke verschillen tussen de alternatieven.

Kwak
Voor de Kwak hebben de basisalternatieven geen significante gevolgen. Er kunnen langs de Zandmaas geen levensvatbare (kern)populaties ontstaan, voornamelijk vanwege onvoldoende foerageerhabitat in de directe omgeving van gebieden met nesthabitats.

Kwartelkoning
Door de maatregel 'natuurlijke oever' ontstaan er mogelijkheden voor de ontwikkeling van één of meer kernpopulaties van de kwartelkoning.

Oeverzwaluw
In alle basisalternatieven worden geen nieuwe nesthabitats voor de Oeverzwaluw gecreëerd. Hierdoor ontstaan er langs de rivier geen mogelijkheden voor de ontwikkeling van een levensvatbare populatie.

Roerdomp
In de basisalternatieven blijft het ontbreken van grootschalige moerasgebieden de beperkende factor voor het ontwikkelen van een levensvatbare populatie.

Visdief
Geen van de basisalternatieven leidt tot een merkbare toename van de habitatbeschikbaarheid voor de Visdief.

Waterrat
In de drie basisalternatieven neemt de habitatbeschikbaarheid voor de Waterral toe als gevolg van de ontwikkeling van moeraszones op de natuurvriendelijke oevers. Echter in alle basisalternatieven leidt de toename van de habitatbeschikbaarheid nog niet tot de ontwikkeling van levensvatbare populaties.

IJsvogel
Voor de IJsvogel treden in alle basisalternatieven geen veranderingen op in de habitatbeschikbaarheid.

Bever
In de huidige situatie is er onvoldoende habitat beschikbaar voor de ontwikkeling van een beverpopulatie langs de Zandmaas. In de drie basisalternatieven treedt daarin geen duidelijke verandering op.

Das
Op verschillende plaatsen langs de Zandmaas zijn zowel in als in de directe nabijheid van het winterbed burchten gelokaliseerd. Voor deze dassenfamilies vormen de weerden van de Zandmaas een belangrijk voedselgebied. Hierin treedt geen verandering op als gevolg van het uitvoeren van één der basisalternatieven. Er blijft voldoende voedselhabitat beschikbaar voor de ontwikkeling of handhaving van één of meerdere populaties langs de Zandmaas.

Otter
In de drie basisalternatieven neemt door het aanleggen van natuurvriendelijke oevers de habitatbeschikbaarheid duidelijk toe, maar deze toename is nog te gering voor de ontwikkeling van een levensvatbare populatie.

Ecotoxicologische risico's
De effecten van de basisalternatieven op de ecotoxicologische risico's voor de natuur in en langs de Zandmaas zijn weergegeven in tabel 10.17.

Tabel 10.17 Ecotoxicologische risico's voor een aantal soort(groep)en in de huidige situatie en de Basisalternatieven 1, 2, 3 *)

Soort (groep)	huidige situatie	Ba 1	Ba 2	Ba 3
waterplanten	0	0	0	0
terrestrische vegetatie	3	3	3	2
zoöplankton	2	1	1	1
aquatische insekten	1	1	1	1
Driehoeksmossel	2	1	1	1
Regenworm	1	1	1	1
jonge witvis	2	1	1	1
volwassen witvis	2	1	1	1
Aalscholver	2	2	2	2
Fuut	2	2	2	2
Kuifeend	3	3	3	3
Oeverzwaluw	2	3	3	3
Visdief	3	3	3	3
Bever	2	2	2	2
Das	2	2	2	2
Otter	2	2	2	2
risicogetal	**31**	**28**	**28**	**26**

**) Op basis van PEC/NEC ratio onderscheiden klassen in de tabel zijn:*
0 = geen risico (ratio = <0,1);
1 = gering risico (ratio = 0,1 – 1,0);
2 = matig risico (ratio = 1,0 – 5,0);
3 = groot risico (ratio = >5,0).
Risicogetal is de som van de verschillende klassen.

De ecotoxicologische risico's nemen in de basisalternatieven duidelijk af. De veranderingen in de ecotoxicologische risico's zijn in belangrijke mate het gevolg van een toename van de kwaliteit van het rivierslib. In alle basisalternatieven nemen de ecotoxicologische risico's voor zoöplankton, Driehoeksmossel en witvis duidelijk af en voor de Oeverzwaluw duidelijk toe.

De grootste afname van de ecotoxicologische risico's vindt plaats in Basisalternatief 3. Het verschil in de ecotoxicologische risico's tussen Basisalternatief 3 en de andere basisalternatieven wordt mogelijk veroorzaakt door verschillen in de slibhuishouding van de Zandmaas. In Basisalternatief 3 vindt zomerbedverbreding en -verdieping plaats. In dit alternatief zal bij lage afvoeren relatief meer slib in het zomerbed sedimenteren dan in de andere alternatieven. Overigens zal bij hoge rivierafvoeren het gesedimenteerde slib in het zomerbed weer worden afgevoerd.

In tabel 10.18 is voor de verschillende alternatieven de beoordeling opgenomen voor de netwerkfunctie van de doelsoorten bij elkaar en de ecotoxicologische risico's.

Tabel 10.18 Beoordeling van de effecten op de netwerkfunctie en ecotoxicologische risico's voor de natuur.

Criterium	Ba 1	Ba 2	Ba 3
Netwerkfunctie	0	0	0
Ecotoxologische risico's	+	+	+

10.5 Doelsoorten van het beleid

Voor een aantal doelsoorten van het beleid (zie kader) is bepaald wat het effect is van de maatregelen in de Basisalternatieven 1 en 2.

Doelsoorten van het beleid

Poelkikker, Alpenwatersalamander, Vinpootsalamander, Hazelworm, Levendbarende hagedis, Visarend, Wespendief, Kleine zwaan, Kolgans, Geelgors, Groene specht, Grauwe gors, Grutto, Kerkuil, Patrijs, Steenuil, Dwergvleermuis, Grootoorvleermuis, Laatvlieger, Nathusius vleermuis, Rosse vleermuis, Vale vleermuis, Watervleermuis, Ondergrondse woelmuis, Wild zwijn (zwervend exemplaar), diverse dagvlinders, Drijvend waterweegbree

Voor soorten van (droge) graslanden vindt een afname plaats in de Basisalternatieven 1 en 2. Daarbij scoort Basisalternatief 2 iets negatiever dan Basisalternatief 1. Voor de overige soorten blijft de situatie gelijk of vindt een toename plaats.

10.6 Overlap RBON-gebieden

In tabel 10.19 is de overlap aangegeven van ingrepen in de basisalternatieven (die zorgen voor 'nieuwe natuur') met RBON-gebieden. Daarbij is een onderscheid gemaakt naar de verschillende provincies. Eveneens is aangegeven wat het totale ruimtebeslag van de maatregelen in de alternatieven is. De resultaten geven inzicht in de meerwaarde van de alternatieven ten opzichte van de autonome ontwikkeling; ook zonder het Zandmaasproject treden namelijk positieve effecten op voor natuur, omdat in RBON-gebieden natuur tot ontwikkeling kan komen.

Tabel 10.19 Overlap van gebieden met 'nieuwe natuur' in de Basisalternatieven 1, 2 en 3 met RBON-gebieden (ha) en ruimtebeslag van de ingrepen in de basisalternatieven.

Provincie	Overlap RBON (ha) Ba 1	Overlap RBON (ha) Ba 2	Overlap RBON (ha) Ba 3	Ruimtebeslag (ha) Ba 1	Ruimtebeslag (ha) Ba 2	Ruimtebeslag (ha) Ba 3
Limburg	348	393	393			
Brabant	68	78	78			
Gelderland	64	97	97			
Totaal	**480**	**568**	**568**	**1.850**	**1.895**	**1.895**

De meerwaarde aan nieuwe natuur in Basisalternatief 1 bedraagt 1.370 ha, in Basisalternatief 2.1327 ha, in Basisalternatief 3 eveneens 1.327 ha.

Landschap

Landschapstrajecten

11 Landschap

11.1 Inleiding

Het thema landschap is verdeeld in twee aspecten, te weten: landschap en cultuurhistorie en bodemarchief. Het aspect landschap wordt beschreven aan de hand van het criterium landschapsbeeld. Het aspect cultuurhistorie en bodemarchief wordt beschreven aan de hand van drie criteria, namelijk historische geografie, archeologie en aardkundige waarden. In het onderstaande overzicht staan de criteria opgesomd met bijbehorende gewichten.

Gewicht	*Beoordelingscriterium*
50%	**Landschap**
100%	Landschapsbeeld
50%	**Cultuurhistorie en bodemarchief**
33%	Historische geografie
33%	Archeologie
33%	Aardkundige waarden

Belangrijkste ingrepen die van invloed zijn op het landschapsbeeld zijn de vergravingen in het winterbed, waardoor enkele beeldbepalende elementen zoals begroeiing en bomenrijen worden verwijderd. Ook de aanpassingen of nieuwe aanleg van constructies, zoals dijken, stuwen, sluizen en brugverhogingen hebben een invloed op het landschapsbeeld. Natuurvriendelijke oevers en andere natuurontwikkeling geven het Maasdal landschappelijk gezien een ander karakter.
Wat betreft het cultuurhistorisch bodemarchief worden effecten met name veroorzaakt door ingrepen zoals vergravingen in het winterbed (geulen en weerdverlaging), zomerbedverbreding en aanleg van natuurvriendelijke oevers. Daarnaast kunnen ingrepen die een grondwaterpeilverlaging tot gevolg hebben van invloed zijn op archeologische waarden.

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de totaalscores per aspect en op het thema landschap.

Tabel 11.1 Overzicht beoordeling landschap per aspect

Aspecten	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Landschap	0	–	–
Cultuurhistorie en bodemarchief	–	–	–
Totaalscore	–	–	–

11.2 Landschap

11.2.1 Landschapsbeeld

Het landschap kan worden opgevat als de resultante van de wisselwerking van menselijke activiteiten en de natuurlijke omstandigheden in een gebied. In dit onderdeel wordt alleen het landschapsbeeld beschouwd als uitdrukking van landschap in engere zin. De karakteristiek van het Maasdal wordt vooral bepaald door het cultuurlandschap met akkers en grasland met de lager gelegen rivier.
Op de verschillende trajecten kan het beeld echter behoorlijk afwijken, bijvoorbeeld in het gebied van de Maasplassen met zijn sterke recreatieve ontwikkeling.
Door ingrepen in een gebied kunnen beelddragers zoals bomenrijen, heggen of gebouwen worden aangetast waardoor de herkenbaarheid van de ruimtelijke functies in het gebied verandert.
Ook functies kunnen veranderen waardoor het landschapsbeeld wijzigt. Grootschalige ingrepen en activiteiten kunnen ook tot gevolg hebben dat de schaal van het landschap verandert bijvoorbeeld omdat de openheid van het gebied toeneemt of omgekeerd juist sprake is van verdichting en het zicht op karakteristieke elementen wegvalt.
Het uiteindelijke oordeel over landschappelijke effecten wordt bepaald door het saldo van positieve en negatieve scores. Het is zeker niet zo dat sprake is van negatieve invloeden omdat zaken verdwijnen, er worden even goed nieuwe elementen en functies toegevoegd die positief bijdragen aan de landschappelijke kwaliteit en herkenbaarheid van het Maasdal in de toekomst.

De beschrijving van de effecten op het landschapsbeeld gebeurt aan de hand van de criteria:
- de functionele herkenbaarheid (fh) en
- de schaal (s).

De functionele herkenbaarheid wordt bepaald door bestaande landschapselementen die verloren kunnen gaan, maar ook doordat nieuwe landschapselementen worden geïntroduceerd. Het gevolg van beide kan een versterking of een verzwakking van de karakteristiek van het landschap betekenen. Hetzelfde geldt voor de schaal/openheid van het landschap.

Voor een uitgebreidere toelichting op de gekozen beoordelingsmethode wordt verwezen naar het Achtergronddocument Methodiek.

De beschrijving van de effecten vindt plaats per landschapstraject. De landschapstrajecten wijken af van de waterstaatkundige indeling in stuwpanden en vaarwegvakken, maar zijn door het onderscheiden van deeltrajecten gemakkelijk tot elkaar te herleiden. Tabel 11.1 geeft de relatie tussen beide indelingen.

Effecten op hoofdlijnen
De gevolgen van de drie basisalternatieven voor het landschapsbeeld zijn overwegend gering.
Grote effecten treden in de drie basisalternatieven op in de trajecten Belfeld-Arcen en Arcen-Sambeek.
In Basisalternatief 1 wordt het verlies aan bestaande landschapselementen tussen Sambeek en Cuijk gecompenseerd door de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Alhoewel het eindoordeel over dit traject neutraal is, verandert het karakter van het landschap hier wel sterk.
De Basisalternatieven 2 en 3 leiden tot meer verliezen van karakteristieke elementen in trajecten waar dit niet wordt gecompenseerd doordat nieuwe structuren ontstaan. Dit is het geval tussen Neer en Belfeld en vooral langs de Maaskant. In tabel 11.2 is een kwalitatief overzicht van de effecten voor het aspect landschapsbeeld gepresenteerd. Een overzicht van de scores voor de drie basisalternatieven per landschapstraject respectievelijk stuwpand is opgenomen in de tabel 11.3.

Tabel 11.1 Relatie tussen landschapstrajecten en trajectindeling per stuwpand. Waar deze niet samenvallen zijn deeltrajecten (a, b) onderscheiden.

Landschapstraject	Traject/stuwpanddeel	Nummering
Bovenmaas	Eijsden – Borgharen	1
Julianakanaal	Limmel – Born	3
	Born – Maasbracht	4
Maasplassen (incl. Lateraalkanaal)	Maasbracht – Linne	5
	Linne – Roermond	6
	Linne – Buggenum	7
	Roermond – Neer	8a
Peelhorst	Neer – Belfeld	8b
	Belfeld – Arcen	9a
Venloslenk	Arcen– Sambeek	9b
	Sambeek – Cuijk	10a
Maaskant (incl. Maas – Waalkanaal)	Cuijk – Grave	10b
	Maas–Waalkanaal	11
	Grave – Lith	12
Getijdenmaas	Lith – Hedel	13

*) *Traject 2 betreft de Grensmaas waarvoor een aparte studie wordt uitgevoerd.*

De gevolgen voor het landschapsbeeld vloeien vooral voort uit de diverse verbredingen. Daarbij gaan vaak boomrijen, stukjes Maasheg of Maasbegeleidende bomen (hectometerbomen) verloren. In een aantal gevallen wordt dit verlies gecompenseerd doordat natuurvriendelijk oevers worden aangelegd. Weliswaar verandert daarbij het karakter van het rivierdal, maar het levert wederom een karakteristiek beeld op, zij het nu van een meer 'natuurlijke' rivier in plaats van een 'cultuurmonument'.
Het oordeel over het verlies van dergelijke landschapselementen is echter negatief als er niets voor terug komt. Dit is vooral het geval langs de Maaskant, waar de bomen karakterbepalend zijn. Ook het verlies aan kribben, die plaatselijk eveneens karakteristiek geacht kunnen worden, leidt tot enig verlies aan identiteit.

De boomrijen langs het Julianakanaal worden volledig vervangen, zodat de verandering daar tijdelijk is. Herplant zou ook langs de Venloslenk moeten worden overwogen, maar in dit landschapstraject gaat het om langzamer groeiende soorten die minder makkelijk kunnen worden vervangen, zodat het oordeel nooit neutraal kan worden.

Tabel 11.2 Kwalitatief overzicht van de belangrijkste effecten van de basisalternatieven.

Traject	Belangrijkste effecten Basisalternatief 1	Belangrijkste effecten Basisalternatieven 2 en 3
Julianakanaal	• tijdelijk verlies van bomenrijen, die echter worden herplant	• tijdelijk verlies van bomenrijen, die echter worden herplant
Maasplassen		
8a Roermond – Neer	• verlies van 1 monumentale boom	
Peelhorst		
8b Neer – Belfeld		• verlies van (delen van) bomenrijen • verlies stukje oude Maasloop
9a Belfeld – Arcen		• verlies van in totaal ruim 1,5 km bomenrijen
Venloslenk		
9b Arcen – Sambeek	• verandering van het karakter door de aanleg van natuurvriendelijke oevers, waarbij enkele bomenrijen en losse bomen verloren gaan of hun losstaande karakter verliezen: de rivier krijgt een natuurlijker aanzien	• als geheel positieve verandering van het karakter door de aanleg van natuurvriendelijke oevers, waarbij enkele bomenrijen en losse bomen verloren gaan of hun losstaande karakter verliezen: de rivier krijgt een natuurlijker aanzien
10a Sambeek – Cuijk	• verandering van het karakter door de aanleg van natuurvriendelijke oevers, waarbij enkele bomenrijen en losse bomen verloren gaan of hun losstaande karakter verliezen: de rivier krijgt een natuurlijker aanzien • verlies van samenhang tussen tegen overliggende oevers met (restanten) van Maasheggen	• verandering van het karakter door de aanleg van natuurvriendelijke oevers, waarbij enkele bomen rijen en losse bomen verloren gaan of hun losstaande rakarter verliezen: de rivier krijgt een natuurlijker aanzien • verlies van samenhang tussen tegenover liggende oevers met (restanten) van Maasheggen bij Heijen (kmr 150-153)
Maaskant		
10b Cuijk – Grave		• verlies van in totaal zo'n 70 à 75 Maasbegeleidende bomen over een grote lengte afwisselend op de linker- en rechteroever, zonder dat daar natuur ontwikkeling met een 'nieuwe' landschaps karakteristiek voor in de plaats komt
12b Grave – Lith		• verlies van zo'n 53 Maasbegeleidende bomen die worden verwijderd zonder dat daar natuurontwikkeling met een 'nieuwe' landschapskarakteristiek voor in de plaats komt

Tabel 11.3 Overzicht beoordeling Landschapsbeeld per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2 en 3
1. Eijsden – Borgharen	13	0	0
3. Sluis Limmel – sluis Born	21	0	0
4. Sluis Born – sluis Maasbracht	13	0	0
5. Maasbracht – stuw Linne	5	0	0
6. Stuw Linne – stuw Roermond	6	0	0
8. stuw Roermond – stuw Belfeld	16	0	–
9. Stuw Belfeld – stuw Sambeek	41	+	–
10. Stuw Sambeek – stuw Grave	24	0	–
11. Maas – Waalkanaal	11	0	0
12. Stuw Grave – stuw Lith	22	0	–
13. Stuw Lith – Hedel	17	0	0
Totaal Maasroute*)		**0**	**0**
Totaal Zandmaas		**0**	**–**
Totaal (gewogen)		**0**	**–**

*) *De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

In bijlage B wordt een uitsplitsing gegeven van de eindoordelen in functionele herkenbaarheid en schaal per traject.

Effecten per traject

De belangrijkste effecten van de basisalternatieven vloeien voort uit de zomerbedverbredingen enerzijds en uit de aanleg van natuurvriendelijke oevers anderzijds. De verbredingen leiden veelal tot een verlies aan karakteristieke landschapselementen, vooral bomenrijen en kribben.
Bij de aanleg van natuurvriendelijke oevers verandert het karakter van het rivierdal. De beoordeling van deze veranderingen hangt af van de landschappelijke context.

In onderstaande effectbeschrijvingen per traject wordt steeds op achtereenvolgens de functionele herkenbaarheid (in tabellen afgekort als fh) en de schaal (in tabellen afgekort als s) ingegaan.

Landschapstraject Bovenmaas: Eijsden – stuw Borgharen (1)
De drie basisalternatieven zijn in dit traject gelijk. De voorgenomen ingrepen hebben geen invloed op beelddragers, noch op de schaal van het landschap.

Landschapstraject Julianakanaal: Sluis Limmel – sluis Born (3)
Ook in dit traject zijn de drie basisalternatieven gelijk. Bij de verbreding van het Julianakanaal worden bomenrijen verwijderd. Aangezien op de nieuwe dijk weer bomen worden geplant en het om snelgroeiende soorten gaat, is het effect op de functionele herkenbaarheid van het landschap slechts tijdelijk. De beoordeling is hiermee neutraal en wordt slechts pro memorie opgenomen.
Het verplaatsen van de kanaaldijk heeft geen gevolgen voor de schaal van het landschap.

Landschapstraject Julianakanaal: Sluis Born – sluis Maasbracht (4)
Landschapstraject Maasplassen: Maasbracht – stuw Linne (5), Stuw Linne – stuw Roermond (6)
Landschapstraject Lateraalkanaal: Linne – Buggenum (7). In deze trajecten verschillen de drie basisalternatieven niet. Ingrepen in deze trajecten hebben geen gevolgen voor het landschapsbeeld.

Landschapstraject Maasplassen: Stuw Roermond – Neer (8a)
Basisalternatief 1 heeft in dit traject geen gevolgen voor het landschapsbeeld. In Basisalternatief 2 en 3 wordt het zomerbed verbreed met 30 m langs de rechteroever. Hierbij gaat 1 monumentale boom verloren in een open landschap zonder dat daar compensatie in de vorm van natuurvriendelijke oevers tegenover staat. Dit verdient nadere aandacht (bijvoorbeeld vervanging). De ingrepen hebben geen gevolgen voor de schaal van het landschap.

Tabel 11.4 Overzicht effecten op functionele herkenbaarheid (fh) en schaal (s) landschapstraject Maasplassen (8a).

Maasplassen (8a)	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	fh	s	fh	s	fh	s
Rivierbedverbredingen	nvt	nvt	-1	0	-1	0
Totaal	**0**	**0**	**-1**	**0**	**-1**	**0**

Landschapstraject Peelhorst: Neer – stuw Belfeld (8b)
In dit traject zijn van Basisalternatief 1 geen gevolgen voor de functionele herkenbaarheid, noch voor de schaal van het landschap te verwachten. Wel heeft het ophogen van de camping bij Kessel lokaal invloed op het landschapsbeeld, zij het niet volgens de hier gebruikte formele criteria. Aangezien de camping tegenover een landschappelijk waardevolle weerd ligt, is zorgvuldige inpassing in het landschap en een passende aankleding vereist.

In Basisalternatief 2 en 3 wordt bovendien het zomerbed aan de rechteroever verbreed. Dit kost een aantal (delen van) boomrijen zonder dat daar compensatie tegenover staat in de vorm van natuurvriendelijke oevers. Bij de tweede locatie wordt ook een stukje afgesneden van een oude Maasloop, die nog manifest is in het reliëf. Het totaaleffect wordt beoordeeld als -2, aangezien het optreedt in een gebied dat als waardevol landschap wordt beschouwd.

Tabel 11.5 Overzicht effecten op functionele herkenbaarheid (fh) en schaal (s) landschapstraject Peelhorst (Neerstuw Belfeld) (8b).

Peelhorst (8b)	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	fh	s	fh	s	fh	s
Rivierbedverbredingen	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Diverse ophogingen	0	0	0	0	0	0
Totaal	**0**	**0**	**-2**	**0**	**-2**	**0**

Landschapstraject Peelhorst: Stuw Belfeld – Arcen (9a)
In Basisalternatief 1 vinden geen ingrepen plaats met gevolgen voor het landschapsbeeld.
In Basisalternatief 2 en 3 wordt het zomerbed over een grotere lengte met 30 m verbreed.
De verbredingen kosten alles bijeen ruim 1,5 km aaneengesloten bomenrij en enkele kleinere stukjes van bomenrijen die dwars op de rivier staan in een als waardevol gekenschetst landschap, zonder dat hier compensatie tegenover staat in de vorm van natuurvriendelijke oevers of de inrichting van steilranden.

Diverse ophogingen die voortvloeien uit peilverhoging hebben weinig invloed op het landschapsbeeld. Zo moet onder meer de in 1996 aangelegde Burgemeester Lindespromenade op de oostoever bij Arcen met 1,35 m worden opgehoogd. Gezien de hoogte, waarop de bebouwing begint (ruim 5 m boven het huidige rivierpeil) wordt geoordeeld dat dit geen noemenswaardig gevolg heeft voor het waardevolle stadsbeeld (0). Voor de schaal van het landschap hebben de ophogingen evenmin gevolgen.

Tabel 11.6 Overzicht effecten op functionele herkenbaarheid (fh) en schaal (s) Peelhorst: Stuw Belfeld – Arcen (9a).

Peelhorst (8b)	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	fh	s	fh	s	fh	s
Rivierbedverbredingen	nvt	nvt	-6	0	-6	0
Ophoging bij Arcen	0	0	0	0	0	0
Totaal	**0**	**0**	**-6**	**0**	**-6**	**0**

Landschapstraject Venloslenk: Arcen – stuw Sambeek (9b)
Voor alle drie de basisalternatieven is de belangrijkste ingreep met gevolgen voor het landschapsbeeld de aanleg van natuurvriendelijke oevers op afwisselend de linker- en de rechteroever.
In de Basisalternatieven 2 en 3 worden deze gecombineerd met rivierbedverbreding.
Alleen van rivierbedverbredingen waarbij geen natuurvriendelijke oevers worden aangelegd wordt het effect op het landschapsbeeld nog afzonderlijk beoordeeld.

Een vijftal natuurvriendelijke oevers zijn in dit traject gepland.

Functionele herkenbaarheid
De natuurvriendelijke oever (NVO) op de linkeroever bij Broekhuizenvorst wordt ingericht met moeras, ruigte en struweel. Dit geeft de oevers een gemiddelde zichtbaarheid (+2) en ontneemt geen zicht op achterliggende elementen. De NVO beslaat ongeveer 54 ha en wordt matig positief beoordeeld, omdat deze bijdraagt aan de functionele herkenbaarheid van het zomerbed van de Maas.

De NVO bij Well ligt eveneens op de linkeroever en is ongeveer 31 ha groot. Dit impliceert eveneens een geringe positieve bijdrage aan de functionele herkenbaarheid van de rivierloop, maar de oever kost een monumentale boom, waardoor de score 0 wordt. Een tweede deel bij Wanssum is 26 ha groot. Ook deze leidt tot +1 voor de bijdrage aan de functionele herkenbaarheid van de Maas als rivier, maar ook hier treedt enig verlies op aan bestaande beelddragers, namelijk een bomenrij van ongeveer 400 m. Dit betekent dat ook deze oever totaal 0 scoort op het criterium functionele herkenbaarheid.

Op de rechteroever bij Maashees ligt een NVO met een kleine onderbreking voor een haveningang. In het zuidelijkste deel is de strook veel breder dan 100 m, omdat hier een ontkleiing heeft plaatsgevonden in het kader van het kadeplan. Daardoor is de oppervlakte alles bij elkaar ongeveer 85 ha, terwijl de oever toch slechts 5.500 m lang is. De oever wordt voorzien van moeras en struweel, waardoor geen zicht op elementen in het achterland verloren gaat. De oever draagt bij aan de herkenbaarheid en levert, gezien het forse oppervlak, een positieve score van +2. Omdat echter 1 tot 3 monumentale bomen verloren gaan, evenals enkele kleinere boomrijen, wordt 1 minpunt in rekening gebracht. Dit resulteert in een slechts licht positief oordeel (+1) op functionele herkenbaarheid.

Landschap

Centrum Broekhuizen

Op de linkeroever ten zuiden van Vierlingsbeek ligt de volgende NVO. Deze is ongeveer 24 ha groot. Dit resulteert in een licht positieve waardering (+1) uit de bijdrage aan de herkenbaarheid van de rivierloop bij een verwaarloosbaar geacht verlies van een kleine bomenrij.

De NVO tussen Aijen en Afferden op de rechteroever, is een lange strook natuurvriendelijke oevers van ongeveer 55 ha. In deze strook ontstaat moeras en struweel, hetgeen bijdraagt aan de herkenbaarheid (+2). Door het verlies van 2 monumentale bomen wordt dit verlaagd tot +1.
In de Basisalternatieven 2 en 3 vindt verder nog rivierbedverbreding plaats bij Broekhuizen (geen effecten), tussen de eerste twee NVO's (geen effecten, mits rekening houdend met nieuwe kade en daarachtergelegen terrein met kasteelrune), en een staartje Afferden (geen effecten).
Deze extra verbredingen hebben geen effecten bovenop die van de natuurvriendelijke oevers; dat wil niet zéggen dat ze geen effecten zouden hebben indien zou worden afgezien van de aanleg van natuurvriendelijke oevers aansluitend in het verlengde van deze verbredingen.

Door peilverhoging worden diverse ophogingen, aanpassingen en vervangingen gepleegd. Deze leiden niet tot veranderingen in de functionele herkenbaarheid (0).

Schaal van het landschap
De natuurvriendelijke oevers laten de schaal van het huidige landschap onaangetast en worden op dit criterium als neutraal beoordeeld. Hetzelfde geldt voor de overige zomerbedverbredingen.
De diverse ophogingen, aanpassingen en vervangingen leiden evenmin tot beïnvloeding van de schaal van het landschap (0).

Tabel 11.7 Overzicht effecten op functionele herkenbaarheid (fh) en schaal (s) Venloslenk: Arcen – stuw Sambeek (9b).

Venloslenk (9b)	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	fh	s	fh	s	fh	s
Natuurvriendelijke oevers	+5	0	+5	0	+5	0
Verbredingen	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Diverse aanpassingen en ophogingen	0	0	0	0	0	0
Totaal	**+5**	**0**	**+5**	**0**	**+5**	**0**

Landschapstraject Venloslenk: Stuw Sambeek – Cuijk (10a)
De belangrijkste ingreep met gevolgen voor het landschapsbeeld betreft de aanleg van natuurvriendelijke oevers op afwisselend de linker- en de rechteroever tussen Heijen en Mook. In de Basisalternatieven 2 en 3 worden deze gecombineerd met rivierbedverbreding. Alleen van rivierbedverbredingen waarbij geen natuurvriendelijke oevers worden aangelegd wordt het effect op het landschapsbeeld nog afzonderlijk beoordeeld. Er zijn een vijftal natuurvriendelijke oevers in dit traject gepland.

Functionele herkenbaarheid
Twee NVO's op de rechteroever liggen in elkaars verlengde langs de twee bochtafsnijdingen boven Boxmeer. Ze zijn respectievelijk 16 en 19 ha groot en hebben een gemiddelde zichtbaarheid. Of ze een positieve bijdrage vormen voor de herkenbaarheid van de rivierloop, dan wel een vreemd element langs een bochtafsnijding zijn, die als 'kanaal' moet worden opgevat is lastig te beoordelen. Er is zowel iets te zeggen voor een positieve als voor een negatieve waardering. Door de aanleg van de oever verdwijnt 50 m Maasheg en wordt ongeveer 200 m Maasheg aan het oog onttrokken. Deze Maasheg op de rechteroever is een overblijfsel van het oorspronkelijke Maasheggengebied, waarvan op de linkeroever nog een groter deel resteert. Het verlies van de Maasheg zelf wordt licht negatief gewaardeerd (-1), omdat het slechts om een klein stukje gaat, maar de NVO vormt een visuele barrière binnen de oorspronkelijk eenheid. De eindwaardering voor de ene NVO is daarom gesteld op -2 en de ander op -1. Het realiseren van de afvoervergrotende capaciteit door (een ruimtelijk veel geringere) zomerverbreding is hier vanuit het oogpunt van landschapsbeeld gunstiger. Er kan dan tevens worden overwogen het gewenste areaal aan natuurvriendelijke oevers elders te realiseren, waar ze meer aansluiten bij de natuurlijke rivierloop. Verplaatsing naar de overzijde is geen goede keus, omdat dan het Maasheggenlandschap zelf wordt aangetast.

De NVO bij Gennep is ongeveer 30 ha groot. Deze sluit aan op een gebied waarin enige natuurontwikkeling wordt nagestreefd. Hier ontstaan moeras, ruigte en struweel, in de restruimte wordt bosontwikkeling nagestreefd. In dit riviergedeelte draagt de natuurlijke oeverontwikkeling bij aan de herkenbaarheid van de rivierloop. De zichtbaarheid van de oever is gemiddeld (+2), de grootte leidt tot (+1); hiermee komt de beoordeling van de positieve bijdrage van de NVO op +1.

De bosontwikkeling in de restruimte sluit goed aan bij de huidige bospartij ten noorden van de Paesplas en ontneemt het zicht op een gedeelte van het verkeersknooppunt. Dit wordt licht positief gewaardeerd (+1). Een negatief effect vormt de aansnijding van restanten van Maasheggen op de Maaskemp en een bomenrijtje. Dit wordt licht negatief (-1) beoordeeld, omdat de verandering een geringe lengte betreft en weinig zichtbaar is. Gegeven de omvang/zwaarte van beide effecten resulteert voor de NVO bij Gennep het oordeel licht positief (+1).

De NVO bij De Rijtjes is ruim 15 ha groot en sluit aan bij een uitgevoerde kleiwinning voor kadeverhoging. Er ontstaan moeras, ruigte en struweel. Bij de inrichting verdwijnen 13 Maasbegeleidende bomen. De vrij lage vegetatie ontneemt geen zicht op achterliggende elementen. Het eindoordeel voor deze NVO is licht positief (+1).

Bij Cuijk beslaat de NVO 43 ha op de rechteroever. Hier ontstaat moeras en struweel. Dit draagt bij aan de herkenbaarheid van de rivierloop. Door de aanleg van de natuurvriendelijke oever verdwijnen 9 maasbegeleidende bomen. Door de gemiddelde zichtbaarheid en de relatief geringe oppervlakte wordt de NVO licht positief gewaardeerd (+1).
In verband met de peilverhoging en zomerbedverdieping wordt in alle drie de basisalternatieven een groot aantal kribben verwijderd. Alhoewel dit onontkoombaar is, omdat ze onder water zouden komen te liggen, betekent het wel dat het beeld van de rivier verandert.

In de Basisalternatieven 2 en 3 wordt het zomerbed alleen verbreed ter plaatse van natuurvriendelijke oevers. Dat betekent dat geen additionele effecten te verwachten zijn. Overigens kan zomerbedverbreding zonder de aanleg van natuurvriendelijke oevers wel significante gevolgen hebben voor het landschapsbeeld.

Schaal van het landschap
In de stroken die worden ingericht als natuurvriendelijke oevers ontstaan overwegend lage vegetaties en enig struweel. Dit heeft geen invloed op de schaal van het landschap. Bij Gennep wordt in een restruimte gestreefd naar bosontwikkeling. Deze sluit aan bij de achtergrond, waardoor hier evenmin sprake is van een significante schaalverandering.
De overige diverse verhogingen en aanpassingen zijn te gering van omvang om invloed te hebben op de schaal van het landschap.

Tabel 11.8 Overzicht effecten op functionele herkenbaarheid (fh) en schaal (s) Venloslenk: Stuw Sambeek – Cuijk (10a).

Venloslenk (10a)	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	fh	s	fh	s	fh	s
Natuurvriendelijke oevers	0	0	0	0	0	0
Overige rivierbedverbredingen	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Diverse aanpassingen en ophogingen	0	0	0	0	0	0
Totaal	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

Landschapstraject Maaskant: Cuijk – stuw Grave (10b)
In het kader van Basisalternatief 1 vinden in dit traject geen ingrepen plaats met gevolgen voor het landschapsbeeld.

Basisalternatieven 2 en 3 hebben wel consequenties, omdat sprake is van zomerbedverbreding over vrijwel de gehele lengte van het traject. Bij Mook (links, 45 m), Heumen (met kleine onderbreking langs de rechteroever), Gr. Linden (links) en Grave (rechts, steeds met 50 m) komen natuurvriendelijke oevers.

Functionele herkenbaarheid
De zomerbedverbredingen leiden tot het verlies van in totaal zo'n 70 à 75 Maasbegeleidende bomen. Omdat dit niet wordt gecompenseerd door de aanleg van natuurvriendelijke oevers wordt dit als negatief beoordeeld. Er wordt geen nieuw landschap geschapen, er gaat slechts een karakteristiek cultuurlijk element verloren. Omdat het niet aangaat elke boom als afzonderlijke beelddrager te

beschouwen wordt hier een totaaloordeel geformuleerd per verbreding, gebaseerd op de lengte waarover het effect optreedt en de zichtbaarheid. De laatste is in dit traject zeer groot (> 250 m), waaruit een oordeel van steeds -3 resulteert omdat de beïnvloeding optreedt in een landschappelijk waardevol traject. Overigens kan de schade beperkt worden door opnieuw hectometerbomen te planten van vergelijkbaar uiterlijk. Omdat het geruime tijd zal duren voor deze weer eenzelfde karakter aan het landschap zullen geven – monumentale omvang zullen hebben – zal herplant niet tot een neutraal oordeel kunnen leiden.
De overige ingrepen in dit traject, waaronder zomerbedverdieping, peilverhoging en daaraan gelieerde ophogingen van oevers en kribben, hebben geen consequenties voor het landschapsbeeld.

Schaal van het landschap
Omdat de bomen steeds slechts op een oever worden verwijderd, treden geen gevolgen op voor de schaal van het landschap, dat hier overwegend een open karakter heeft. De overige verhogingen en aanpassingen die voortvloeien uit de peilopzet zijn te gering van omvang om invloed te hebben op de schaal van het landschap.

Tabel 11.9 Overzicht effecten op functionele herkenbaarheid (fh) en schaal (s) Maaskant: Cuijk – stuw Grave (10b)

Maaskant (10b)	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	fh	s	fh	s	fh	s
Zomerbedverbredingen	nvt	0	-12	0	-12	0
Zomerbedverdieping	0	0	0	0	0	0
Diverse aanpassingen en ophogingen	0	0	0	0	0	0
Totaal	**0**	**0**	**- 12**	**0**	**- 12**	**0**

Landschapstraject Maas – Waalkanaal (11)
In het Maas – Waalkanaal vindt in het kader van de Zandmaas alleen peilverhoging plaats. Dit heeft geen invloed op de functionele herkenbaarheid van het gebied, noch op de schaal van het landschap.

Landschapstraject Maaskant: Stuw Grave – stuw Lith (12)
In het kader van Basisalternatief 1 vinden in dit traject geen ingrepen plaats met gevolgen voor het landschapsbeeld.
In de Basisalternatieven 2 en 3 wordt het zomerbed verbreed over vrijwel de gehele lengte van het traject (bij Balgoij de linkeroever met twee korte onderbrekingen bij de afgesneden meander van de Binnenveld uiterwaard en bij Ravenstein aan de rechteroever).

Functionele herkenbaarheid
De zomerbedverruiming in Basisalternatieven 2 en 3 kost een groot aantal Maasbegeleidende bomen. Dit doet afbreuk aan de herkenbaarheid van de Maas als vaarweg, zoals deze indertijd is ingericht met hectometerbomen. Hiervoor komt geen nieuwe karakteristiek terug, behalve bij Batenburg.
Daar sluit de oeververbreding aan op een natuurontwikkelingsproject in een 20 ha groot deel van de Liendensche Waard. Het verlies van Maasbegeleidende bomen wordt in die context niet zwaar gewogen. Het overige verlies bedraagt 53 monumentale bomen. Dit wordt negatief beoordeeld, terwijl nog 1 punt wordt afgetrokken, omdat het effect in een waardevol landschap optreedt.
De schade kan enigszins beperkt worden door herplant, maar het zal geruime tijd duren voor de boompjes weer eenzelfde karakter aan het landschap zullen kunnen geven.

Schaal van het landschap
Omdat in Basisalternatieven 2 en 3 slechts op één oever de bomen worden verwijderd, verandert de schaal van het landschap niet.

Tabel 11.10 Overzicht effecten op functionele herkenbaarheid (fh) en schaal (s) landschapstraject Maaskant: Stuw Grave – stuw Lith (12).

Maaskant (12)	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	fh	s	fh	s	fh	s
Zomerbedverbreding	nvt	0	-6	0	-6	0
Totaal	**0**	**0**	**-6**	**0**	**-6**	**0**

Landschapstraject Getijdenmaas: Stuw Lith – Hedel (13)
In geen van de basisalternatieven vinden in dit traject ingrepen plaats die gevolgen zouden kunnen hebben voor het landschapsbeeld.

11.3 Cultuurhistorie en bodemarchief

Onder het aspect cultuurhistorie en bodemarchief worden de volgende onderwerpen behandeld: historische geografie, archeologie en aardkundige waarden. Deze drie onderwerpen komen in aparte paragrafen aan de orde. Hieronder wordt een samenvattend overzicht gegeven van de scores voor het aspect als geheel.

Tabel 11.11 Overzicht beoordeling Cultuurhistorie en bodemarchief per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden – Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel – sluis Born	21	-	-	–
4. Sluis Born – sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht – stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne – stuw Roermond	6	0	0	0
8. Stuw Roermond – stuw Belfeld	16	0	–	–
9. Stuw Belfeld – stuw Sambeek	41	–	– –	– –
10. Stuw Sambeek – stuw Grave	24	–	–	–
11. Maas – Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave – stuw Lith	22	0	–	–
13. Stuw Lith – Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		**0**	**0**	**0**
Totaal Zandmaas		**–**	**–**	**–**
Totaal		**–**	**–**	**–**

*) *De trajecten 1t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

Tabel 11.12 Samenvatting beoordeling cultuurhistorie en bodemarchief

	Basisalternatief 1			Basisalternatieven 2 en 3		
Aspect	**Maasroute**	**Zandmaas**	**Totaal**	**Maasroute**	**Zandmaas**	**Totaal**
Historische geografie	–	–	–	–	–	–
Archeologie	–	–	–	–	–	–
Aardkundige waarden	0	–	0	0	– –	–
Cultuurhistorie en bodemarchief	**0**	**–**	**–**	**0**	**–**	**–**

11.3.1 Historische geografie

De historische geografie richt zich op de oorspronkelijke kenmerken en patronen in het landschap die het gevolg zijn van menselijke bewoning en het in cultuur brengen van het gebied. De interactie met natuurlijke fenomenen en processen speelt daarbij een grote rol. Men was in vroeger dagen gedwongen goed rekening te houden met de gegevenheden van de natuur. In de Maasvallei gaat het dan bijvoorbeeld om verschillen in bodemtype en hoogteligging, de kans op overstromingen, en de bochtaangroei en -uitsnijding.
Omdat de rivier altijd al een onzekere factor is geweest werd het winterbed van de Maas minder intensief bewerkt en bewoond. Veranderingen in het landschap voltrokken zich hier vaak minder ingrijpend en volledig dan op de dichtbevolkte en intensief bewerkte hogere gronden.
Er zijn in de Maasvallei dan ook nog de nodige (restanten van) cultuurhistorische elementen en oorspronkelijke patronen te vinden. De historisch-geografische waarde wordt hoofdzakelijke bepaald door kwaliteit, zeldzaamheid en gaafheid van elementen (gebouwen, heggen, oude wegen en dergelijke) en patronen (verkaveling, wegenstructuur en dergelijke) in hun onderlinge samenhang.
Per definitie zijn van een ingreep waarbij elementen of patronen verdwijnen of aangetast worden, die kenmerkend zijn voor de geschiedenis van het landschap, geen positieve effecten te verwachten op dit aspect.

Het beoordelingskader voor de effecten van de ingrepen op de historische geografie kan niet worden ontleend aan normen en streefwaarden uit het beleid. Voor de beoordeling van de – in alle gevallen negatieve – effecten op de historisch-geografische waarden van dit project is voor iedere ingreep gekeken naar:

- het aantal en het type elementen/gebieden dat verdwijnt of wordt aangetast;
- de waarde van die elementen/gebieden, samengesteld door de waarde van het objecttype/gebied te vermenigvuldigen met de gaafheid van het object/gebied;
- de omvang van de aantasting.

Elementen (bijvoorbeeld bouwkundige objecten) en gebieden worden gewaardeerd met behulp van de criteria zeldzaamheid, gaafheid, kenmerkendheid en samenhang. Gebieden worden gewaardeerd met behulp van de criteria waarde landschapstype, belang voor de waterstaatsgeschiedenis, bijzonder agrarisch cultuurlandschap en gaafheid.
Naast de waardering van elementen/gebieden speelt de aantasting een rol. De aantasting van vlakelementen, lijnelementen en puntelementen is volgens een puntensystematiek uitgewerkt.
Hoe hoger het getal, hoe ernstiger de aantasting. De aantasting van de afzonderlijke vlakken, lijnen en punten wordt opgeteld tot een totaalscore per ingreep of traject. De uiteindelijke score wordt bepaald door de waarde van het element te vermenigvuldigen met de (ernst van de) aantasting.
De beoordeling wordt omgerekend tot een puntenscore. In het Achtergronddocument Methodiek wordt de beoordelingsmethodiek en de wijze van scoren toegelicht.

Om de alternatieven te kunnen vergelijken is, op basis van het meest ingrijpende alternatief, als volgt een schaalverdeling van de totaalscores gemaakt:

Punten	Beoordeling
< 1500	Licht negatief (–)
1500 – 3000	
3000 – 4500	
4500 – 6000	Matig negatief (– –)
6000 – 7500	
7500 – 9000	
> 9000	Zeer negatief (– – –)

Omdat de waardering van gebieden gekoppeld is aan de landschapstypen, zijn ingrepen die grenzen van landschapstypen overschrijden, in tweeën gedeeld. Vervolgens zijn de ingrepen geaggregeerd tot een beoordeling per stuwpand. Per stuwpand wordt ook een korte schets gegeven van de problemen. Optelling van de gegevens voor de afzonderlijke stuwpanden leidt uiteindelijk tot een eindcijfer voor de verschillende alternatieven.

Effecten op hoofdlijnen

De voor historische geografie relevante activiteiten van Basisalternatief 1 betreffen de verbreding van het Julianakanaal en de aanleg van een aantal natuurvriendelijke oevers tussen Broekhuizen en Mook. Voor Basisalternatieven 2 en 3 geldt daarnaast als belangrijke ingreep de verbreding op diverse plaatsen.

De verbreding van het Julianakanaal betekent een aantasting van een smalle strook, die voornamelijk bestaat uit licht veranderd cultuurlandschap. Het enige knelpunt is de (lichte) aantasting van het beschermd dorpsgezicht Elsloo.

Van de werkzaamheden aan de Maas hebben alleen de zomerbedverbredingen en de aanleg van natuurvriendelijke oevers aantoonbare gevolgen voor het cultuurlandschap. De zomerbedverbredingen omvatten een smallere strook dan de natuurvriendelijke oevers. De werkzaamheden met betrekking tot natuurvriendelijke oevers betreffen een smalle strook, meestal op één van beide oevers, in gebieden die al matig of sterk veranderd zijn. Het meeste beïnvloede gebied valt in de categorie 'matig veranderd cultuurlandschap''. De gevolgen van de aanleg van natuurvriendelijke oevers zijn het ernstigst in het Maasheggengebied.
Positief is, dat nauwelijks puntelementen worden aangetast.
De eindbeoordeling van de effecten van Basisalternatief 1 is 'licht negatief'.

In tabel 11.13 is een overzicht gegeven van de scores per landschapstraject/stuwpand. Door de grote lengte aan zomerbedverbredingen komt Basisalternatief 2/3 in de eindbeoordeling uit op 'licht tot matig negatief'.

Tabel 11.13 Overzicht scores Basisalternatieven 1, 2 en 3 per traject

Landschapstraject	Stuwpand	Totaalscore Ba 1	Totaalscore Ba 2	Totaalscore Ba 3
Julianakanaal	Limmel – Born (3)	322	322	322
Maasplassen/Peelhorst	Roermond – Belfeld (8)	–	343	343
Peelhorst/Venloslenk	Belfeld – Sambeek (9)	983	1.403	1.403
	Arcen – Sambeek (9b)			
Venloslenk – /Maaskant	Sambeek – Grave (10)	576	1.068	1.068
	Sambeek – Cuijk (10a)			
Maaskant	Grave – Lith (12)	–	296	296
Totaal		**1.881**	**3.432**	**3.432**

Deze scores zijn vertaald naar de volgende beoordeling voor historische geografie.

Tabel 11.14 Overzicht beoordeling Historische geografie per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden – Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel – sluis Born	21	–	–	–
4. Sluis Born – sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht – stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne – stuw Roermond	6	0	0	0
8. Stuw Roermond – stuw Belfeld	16	0	–	–
9. Stuw Belfeld – stuw Sambeek	41	–	–	–
10. Stuw Sambeek – stuw Grave	24	–	–	–
11. Maas – Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave – stuw Lith	22	0	–	–
13. Stuw Lith – Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		–	–	–
Totaal Zandmaas		–	–	–
Totaal		–	–	–

*) *De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

Effecten per traject

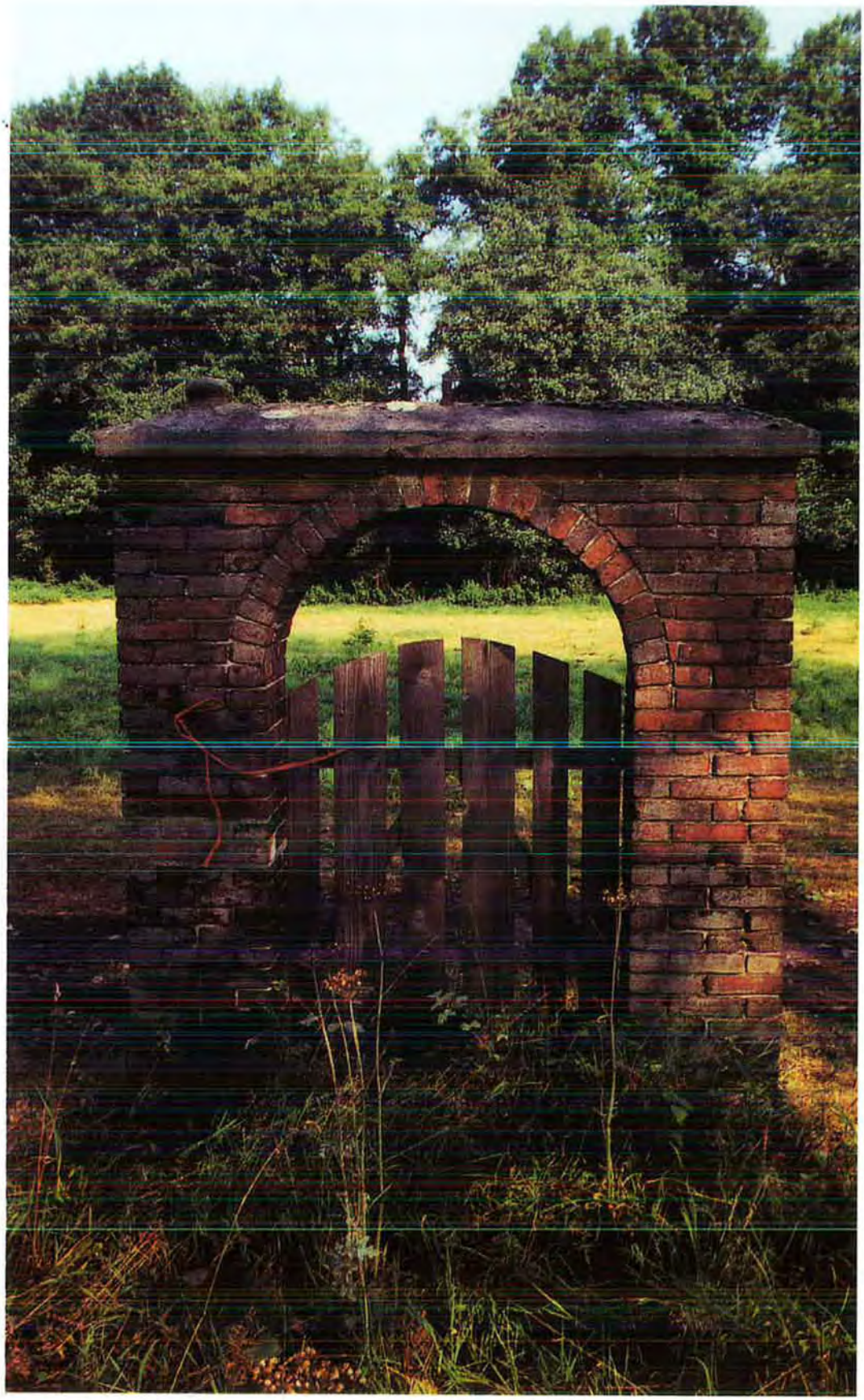
De effectbepaling heeft plaatsgevonden per Basisalternatief. Omdat de effecten van de Basisalternatieven 2 en 3 voor de cultuurhistorische waarden gelijk zijn, worden deze samen behandeld. Allereerst wordt ingegaan op de effecten van Basisalternatief 1 per traject en daarna op die van Basisalternatieven 2 en 3. In bijlage C wordt aangegeven hoe de scores per traject zijn bepaald.

Effecten Basisalternatief 1 per landschapstraject, c.q. stuwpand

Landschapstraject Julianakanaal

De verbreding van het Julianakanaal vindt voornamelijk plaats in een licht veranderd cultuurlandschap. Op een aantal plaatsen worden bebouwde kommen, waaronder die van Elsloo, een beschermd dorpsgezicht, aangesneden. Positief is daarentegen de wijze waarop het kasteel met de grachten van Geulle wordt ontzien.

Landschap



Kasteelpoortje van de ruïne bij Blitterswijck

Landschapstraject Venloslenk: deeltraject Arcen – Sambeek (9b)
De ingreep betreft de aanleg van natuurvriendelijke oevers over aanzienlijke lengten. Dit betekent afgraven van een zone langs de rivier. Bouwkundige objecten worden hierbij gespaard. De gebieden waar de werkzaamheden plaatsvinden liggen grotendeels in 'matig veranderd' gebied. Dit zijn meest gebieden die zijn ruilverkaveld, waardoor veel kavelgrenzen en begroeiingselementen zijn verdwenen, maar waar de hoofdlijnen van de landschapsstructuur nog herkenbaar zijn.

- NVO, km 132,7 – 135,1 rechts

Hier bestrijken de werkzaamheden een aanzienlijk breder gebied en leiden ze tot een verder afgraven van een deel van het oude veld (bouwlandgebied; matig veranderd) met een restant van een natuurlijke afwatering bij Elsteren en de uitmonding van een tweede natuurlijke waterloop ter hoogte van Haven Well (136,4). Overigens is in het belangrijkste deel van dit gebied al eerder gegraven voor kleiwinning voor de aanleg van de Maaskaden.

- NVO, km 135,1 – 138,2 rechts

Hier bestrijken de werkzaamheden eveneens een breed gebied en leiden ze tot een verder afgraven van een deel van het oude veld (bouwlandgebied; matig veranderd) met een restant van een natuurlijke afwatering bij Elsteren en de uitmonding van een tweede natuurlijke waterloop (136,4). Overigens is in het belangrijkste deel van dit gebied al eerder gegraven voor kleiwinning voor de aanleg van de Maaskaden.

Landschapstraject Venloslenk: deeltraject Sambeek – Cuijk (10a)
De ingreep betreft de aanleg van natuurvriendelijke oevers over aanzienlijke lengten. Dit betekent afgraven van een zone langs de rivier. Bouwkundige objecten, zoals het veerhuis en de resten van het Middelaarshuis bij Gennep, worden hierbij gespaard. Een deel van de werkzaamheden vindt plaats in het, zeer waardevolle, Maasheggengebied. De gebieden waar de werkzaamheden plaatsvinden zijn grotendeels 'matig veranderd'. Dit betreft meest gebieden die zijn ruilverkaveld, waardoor veel kavelgrenzen en begroeiingselementen zijn verdwenen, maar waar de hoofdlijnen van de landschapsstructuur nog herkenbaar zijn.

- NVO, km 149,7 – 151,3 rechts

Door een vroegere bochtafsnijding wordt de huidige Maas in dit gebied aan weerszijden geflankeerd door een deel van het Maasheggengebied. Hoewel op het eiland tussen de oude en de nieuwe Maas veel heggen zijn verdwenen, is het besloten karakter nog goed herkenbaar.

Beschrijving van effecten van Basisalternatieven 2 en 3 per landschapstraject, c.q stuwpand

Landschapstraject Julianakanaal
De effecten langs het Julianakanaal zijn gelijk aan die van Basisalternatief 1.

Landschapstraject Maasplassen: deeltraject Roermond – Neer
De ingreep betreft een verbreding van het zomerbed op de rechteroever van de Maas over aanzienlijke lengten. Dit betekent afgraven van een zone langs de rivier. Bouwkundige objecten worden hierbij uitgespaard. De gebieden waar de werkzaamheden plaatsvinden liggen deels in 'licht veranderd', deels in 'matig veranderd' gebied. In de matig veranderde gebieden zijn veel kavelgrenzen en begroeiingselementen verdwenen, maar zijn de hoofdlijnen van de landschapsstructuur nog herkenbaar. Op een paar punten worden resten van oudere Maaslopen aangesneden; tegenover Kessel wordt de Weerd, een vroeger eiland, aangetast.

Deeltraject Belfeld – Arcen (9a)
De ingreep betreft een verbreding van het zomerbed over aanzienlijke lengten, maar steeds op één oever. Dit betekent afgraven van een zone langs de rivier. Bouwkundige objecten worden hierbij uitgespaard. De gebieden waar de werkzaamheden plaatsvinden liggen grotendeels in 'licht veranderd' gebied. Bij km 115 – 116 ter hoogte van Hasselt worden resten van een oude Maasbedding aangesneden. Beekmondingen op beide oevers ter hoogte van Lomm worden gespaard.

Vanaf km 123,4 wordt de zomerbedverbreding aangevuld met natuurvriendelijke oevers en omvatten de werkzaamheden een aanzienlijk bredere strook. Vanaf hier vinden de werkzaamheden voornamelijk plaats in 'matig veranderd' gebied. Dit betreft meest gebieden die zijn ruilverkaveld, waardoor veel kavelgrenzen en begroeiingselementen zijn verdwenen, maar waar de hoofdlijnen van de landschapsstructuur nog herkenbaar zijn.

Stuwpand Grave
De ingreep betreft zomerbedverbredingen en aanleg van natuurvriendelijke oevers over aanzienlijke lengten. Dit betekent afgraven van een zone langs de rivier. Bouwkundige objecten, zoals het veerhuis en de resten van het Genneperhuis en het Middelaarshuis bij Gennep, worden hierbij uitgespaard.
Een deel van de werkzaamheden vindt plaats in het, zeer waardevolle, Maasheggengebied.
De gebieden waar de werkzaamheden plaatsvinden zijn voor het overgrote deel licht of matig veranderd. De matig veranderde gebieden zijn in de meeste gevallen ruilverkaveld, waardoor veel kavelgrenzen en begroeiingselementen zijn verdwenen, maar de hoofdlijnen van de landschapsstructuur zijn er nog herkenbaar. Stroomafwaarts van Mook overheersen de licht veranderde gebieden.

Landschapstraject Maaskant: traject Grave – Lith
De ingreep betreft zomerbedverbredingen in licht veranderde gebieden (uiterwaarden). Op een paar punten worden oude Maaslopen aangesneden.

11.3.2 Archeologie

In het algemeen geldt bij de beoordeling dat archeologische resten onlosmakelijk zijn verbonden met de bodem en daardoor kwetsbaar zijn voor ingrepen die tot verandering in de bodem leiden. Fysieke ingrepen leiden daardoor tot schade aan archeologische bodemsporen. Daarnaast kan daling van het grondwaterpeil achteruitgang van goed geconserveerde, organische archeologische resten tot gevolg hebben. De archeologische waarde (verwachtingskaart) en de beschermingsstatus van archeologisch waardevolle terreinen is vastgelegd en is betrokken bij de beoordeling van de verwachte aantasting.

De methode van de effectbeoordeling is hier op hoofdlijnen aangegeven en wordt in detail beschreven in het Achtergronddocument Methodiek.

Fysieke beïnvloeding bodemsporen
Voor de beoordeling van effecten is de oppervlakte en de archeologische waarde van de aangesneden terreinen relevant. In volgorde van gewicht gaat het om:
- terreinen met een archeologische status;
- vindplaatsen zonder status;
- verwachtingszones
  - hoge verwachting
  - middelmatige verwachting
  - lage verwachting.

Terreinen met een archeologische status worden bepaald met behulp van de Archeologische Monumentenkaart van Limburg. Vindplaatsen zonder status zijn vindplaatsen die (nog) niet aan een kwaliteitsbepalend onderzoek zijn onderworpen. In potentie zijn deze plaatsen net zo waardevol als terreinen met een status, tenzij de vindplaatsen al geheel of gedeeltelijk zijn verstoord.
De verwachtingszones worden afgeleid van de verwachtingskaart. Op deze kaart staan gebieden waarin geen archeologische vindplaatsen bekend zijn, maar waar ze wel verwacht worden. Via een weging (de gewogen verwachtingskaartwaarden) wordt rekening gehouden met de mate van zekerheid waarmee archeologische waarden kunnen worden aangetroffen.

Beïnvloeding grondwatergevoelige bodemsporen
De effecten van grondwaterstandsverlagingen worden gekwantificeerd als verlaging van de gemiddeld laagste grondwaterstand per oppervlakteeenheid (hectare). Voor zover grondwaterstandsverlagingen overlappen met het gebied van de verwachtingskaart wordt het effect uitgedrukt in hectaren aan verdrogingsgevoelig gebied.

Effecten op hoofdlijnen
Voor de basisalternatieven wordt directe fysieke beïnvloeding van archeologische waarden verwacht door ingrepen als verbetering van het Julianakanaal, verbreding van het zomerbed (Basisalternatieven 2 en 3), de aanleg van natuurvriendelijke oevers, de aanpassing sluizen, en het verdiepen van het zomerbed.

Indirecte effecten op archeologische resten als gevolg van grondwaterstandsverlaging treden in geen enkel Basisalternatief op, omdat in de betreffende gebieden geen verlaging van de GLG (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand; zie paragraaf 13.1.1) wordt voorzien. Het beoordelingscriterium beïnvloeding grondwatergevoelige bodemsporen zal dan ook geen rol spelen in de beschrijving.
Bij de bespreking van de effecten per traject wordt uitsluitend het criterium fysieke beïnvloeding van bodemsporen behandeld.

Verbreding en natuurvriendelijke oevers
De aanleg van natuurvriendelijke oevers vindt in hoofdzaak plaats in gebieden met een lage archeologische verwachting. Effecten in gebieden met een lage archeologische verwachting treden op in de landschapstrajecten Julianakanaal, Venloslenk en Maaskant. In de landschapstrajecten Julianakanaal en Venloslenk worden twee terreinen met een archeologische status aangesneden. Bekende vindplaatsen zonder archeologische status worden nergens geraakt. De verbreding van het Julianakanaal vindt voornamelijk plaats in gebieden met een hoge archeologische verwachting.

Basisalternatieven 2 en 3
De effecten van rivierverruimingsmaatregelen zijn in Basisalternatief 2 en 3 identiek. Ze worden veroorzaakt door de verbreding van het Julianakanaal, rivierverbreding en de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Evenals in Basisalternatief 1 wordt het totale effect gedomineerd door ingrepen in gebieden met een lage archeologische verwachting. Ingrepen in gebieden met een middelmatige of hoge archeologische verwachting beslaan een veel geringere oppervlakte, maar zijn veel schadelijker. Dit geldt in versterkte mate voor ingrepen in terreinen met een archeologische status en ingrepen op bekende vindplaatsen zonder status. Terreinen met een archeologische status worden aangesneden in de landschapstrajecten Julianakanaal, Peelhorst, Venloslenk en Maaskant door verbreding van het Julianakanaal, rivierverbreding en natuurvriendelijke oevers. Bekende vindplaatsen worden aangesneden door rivierverbreding in de landschapstrajecten Peelhorst en Maaskant.

Archeologische resten in het zomerbed van de Maas
In de Basisalternatieven 1 en 3 is er sprake van verdieping van het zomerbed van Roermond tot voorbij Grave. Hierdoor worden alle 'gebieden met een verhoogde kans op archeologische resten in het zomerbed' in dit traject aangesneden. De verwachte archeologische resten zijn baggervondsten in de zin van losse voorwerpen die in het verleden in de rivier zijn gedeponeerd of zijn terecht gekomen of meer structurele resten, eventueel zelfs van bouwwerken. Bouwwerken zijn onder andere Romeinse bruggen die verwacht worden bij Venlo en Katwijk en waarvan er een met zekerheid aanwezig is bij Cuijk.
In Basisalternatief 2 worden gebieden met een verhoogde kans op het aantreffen van archeologische vondsten in het zomerbed doorsneden in de landschapstrajecten Maasplassen, Venloslenk en Maaskant. Grote effecten kunnen zich voordoen in de beide laatste landschapstrajecten.
Hier bevinden zich de resten van een Romeinse brug en mogelijk andere Romeinse resten in de Maas bij Cuijk en iets stroomafwaarts bij Katwijk wordt een tweede Romeinse brug verwacht. In totaal wordt in Basisalternatief 2 een tracé van 4,9 kilometer aan zomerbed met een verhoogde kans op archeologische resten verdiept. In de Basisalternatieven 1 en 3 is dit 15,5 kilometer.

De effecten van de basisalternatieven worden in hun geheel allemaal gering negatief beoordeeld. Wat betreft de rivierverruimingsingrepen in het kader van de Zandmaas, die de grootste effecten veroorzaken, zijn de Basisalternatieven 2 en 3 schadelijker dan Basisalternatief 1. Opgemerkt moet worden dat het merendeel van de effecten optreedt in gebieden met een lage archeologische verwachting. In de Basisalternatieven 2 en 3 doen zich middelmatig negatieve effecten voor in het landschapstraject Venloslenk, stuwpand Sambeek (9b). Hier doen zich de grootste effecten voor.
De effecten als gevolg van de aanpassing van sluizen in het kader van de Maasroute zijn in alle basisalternatieven gelijk en relatief gering in vergelijking tot de effecten van de rivierverruimingsingrepen en de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Uitzondering is de verbreding van het Julianakanaal waar relatief veel gebieden met een hoge archeologische verwachting worden aangesneden.

In tabel 11.15 worden de belangrijkste effecten samengevat. In tabel 11.16 wordt de beoordeling gegeven voor het criterium archeologie voor de 3 basisalternatieven. In bijlage D is aangegeven hoe de scores per traject tot stand zijn gekomen.

Tabel 11.15 Kwalitatief overzicht van de belangrijkste effecten van de basisalternatieven.

Traject	Geldend voor Basisalternatief:	Belangrijkste effecten
Julianakanaal		
Limmel – Born (3)	1, 2 en 3	• aansnijding van een gebied met een archeologische status door verbreding van het Julianakanaal
	1, 2 en 3	• aansnijding van gebieden met een hoge archeologische verwachting tussen Limmel en Geulle en Stein en Born
Maasplassen		
Linne – Roermond (6)	1, 2 en 3	• aansnijding van gebieden met een middelmatige verwachting bij de aanleg van de nieuwe sluiskolk bij Heel
	1, 2 en 3	• een verhoogde kans op het aantreffen van archeologische resten bij baggerwerkzaamheden in het zomerbed
Roermond – Neer (8a)	2 en 3	• aansnijding van gebieden met een hoge archeologische verwachting
	1 en 3	• een verhoogde kans op het aantreffen van archeologische resten bij baggerwerkzaamheden in het zomerbed
Peelhorst		
Neer – Belfeld (8b)	2 en 3	• aansnijding van een terrein met een archeologische status
	2 en 3	• aansnijding van vier bekende archeologische vindplaatsen
	2 en 3	• aansnijding van een gebied met een hoge verwachting
	1 en 3	• een verhoogde kans op het aantreffen van archeologische resten bij baggerwerkzaamheden in het zomerbed, waaronder een mogelijke Romeinse brug bij Venlo
Belfeld – Arcen (9a)	2 en 3	• aansnijding van twee terreinen met een archeologische status
	2 en 3	• aansnijding van een bekende archeologische vindplaats
	2 en 3	• aansnijding van gebied met een hoge archeologische verwachting
	1 en 3	• een verhoogde kans op het aantreffen van archeologische resten in het zomerbed bij baggerwerkzaamheden
Venloslenk		
Arcen – Sambeek (-9b)	1, 2 en 3	• aansnijding van een terrein met een archeologische status
	1, 2 en 3	• aansnijding van een gebied met een hoge archeologische verwachting;
	1, 2 en 3	• een verhoogde kans op het aantreffen van archeologische resten bij baggerwerkzaamheden in het zomerbed
Sambeek – Grave (10a)	1, 2 en 3	• een verhoogde kans op het aantreffen van archeologische resten bij baggerwerkzaamheden in het zomerbed, waaronder mogelijk resten van een Romeinse brug bij Cuijk
Maas – Waalkanaal		
Maas – Waalkanaal (11)	1, 2 en 3	• aansnijding van een gebied met een middelmatige archeologische verwachting bij sluis Heumen
Maaskant		
Cuijk – Grave (10b)	2 en 3	• aansnijding van een terrein met een archeologische status
	2 en 3	• aansnijding van een bekende archeologische vindplaats
	1, 2 en 3	• een verhoogde kans op het aantreffen van archeologische resten bij baggerwerkzaamheden in het zomerbed
Getijdenmaas		
Lith – Hedel (13)	2 en 3	• aansnijding van een gebied met een hoge archeologische verwachting

Tabel 11.16 Overzicht beoordeling Archeologie per traject als gevolg van ingrepen op land (verbreding, NVO's, verbreding Julianakanaal)

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden – Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel – sluis Born	21	–	–	–
4. Sluis Born – sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht – stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne – stuw Roermond	6	0	0	0
8. Stuw Roermond – stuw Belfeld	16	0		–
9. Stuw Belfeld – stuw Sambeek	41	–	–	–
10. Stuw Sambeek – stuw Grave	24	–	–	–
11. Maas – Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave – stuw Lith	22	0	–	–
13. Stuw Lith – Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		–	–	–
Totaal Zandmaas		–	–	–
Totaal		–	–	–

*) *De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

In bijlage D zijn tevens de overzichten van effecten van aanpassing van sluizen en bochten en het verdiepen van het zomerbed weergegeven. Deze effecten kunnen niet zonder meer vergeleken worden met bovenstaand overzicht. De effecten van aanpassing van sluizen en stuwen en verdiepen van het zomerbed zijn ondergeschikt aan de verbredingsmaatregelen en NVO's.

Effecten per traject

Hierna worden de effecten per traject besproken. In bijlage D worden de effectbeschrijvingen verder toegelicht.

Landschapstraject Julianakanaal: trajecten Limmel – Born (3) en Born – Maasbracht (4)

Het landschapstraject Julianakanaal is globaal in twee delen te splitsen. In het gebied ten zuiden van Born ligt het kanaal grotendeels te midden van pleistocene rivierterrassen met een grote archeologische rijkdom. Hier zijn bij de aanleg van het kanaal reeds vele archeologische vondsten gedaan en liggen in de omgeving van het kanaal vele bekende archeologische vindplaatsen. Ten noorden van Born doorsnijdt het kanaal een gebied met meer recente, holocene rivierafzettingen en veel minder bekende vindplaatsen. Sporadisch liggen hier restanten van oude terrassen, waarop in enkele gevallen (bijvoorbeeld bij Roosteren) archeologische vondsten zijn gedaan. De jongere rivierafzettingen hebben een middelmatige of lage archeologische verwachting.

Effecten in dit landschapstraject vloeien voort uit de verbreding van het Julianakanaal en het mogelijk uit het verlengen van de sluiskolken te Born en Maasbracht. De effecten doen zich in hoofdzaak voor in het traject Limmel – Born.

Verbreding Julianakanaal

In de drie basisalternatieven vindt verbreding van het zuidelijke deel van het Julianakanaal (Limmel – Born) plaats. Vooral in het gebied ten noorden van Elsloo liggen veel bekende archeologische vindplaatsen langs het Julianakanaal. Hier zullen zich negatieve effecten voordoen. Ter hoogte van Graetheide wordt

een uitgestrekt terrein met een archeologische status door de verbreding aangesneden. Het betreft een terrein van hoge archeologische waarde door de aanwezigheid van sporen van bewoning uit het Neolithicum en de Late IJzertijd. Het overige deel van de kanaalverbreding overlapt vrijwel geheel met een gebied met een hoge archeologische verwachting. Vooral op de oostoever van het kanaal tussen Limmel en Geulle en Stein en Born worden relatief grote gebieden met een hoge archeologische verwachting aangesneden. De negatieve effecten van de verbreding zijn daardoor, in vergelijking met de totale omvang van de ingreep, relatief groot. Meer dan 90% van de ingreep omvat gebieden met een hoge archeologische verwachting en een deel van een terrein met status.

Aanpassing sluizen
De verlenging van de sluizen te Born en Maasbracht vind plaats in gebieden die nu al onderdeel zijn van de 'sluiscomplexen'. Hiervan zijn daarom in principe geen effecten op de archeologie te verwachten. Er kan sprake zijn van het 'opschuiven' van de havens bij deze sluizen. Wanneer dit zich voordoet zijn er wel effecten te verwachten. De sluis van Born ligt te midden van gebieden met een hoge archeologische verwachting. De sluis van Maasbracht grenst aan de westzijde aan een gebied met een lage archeologische verwachting en aan de oostzijde aan een verstoord gebied.

Landschapstraject Maasplassen: Stuwpanden Maasbracht – Linne (5), Linne – Roermond (6) en Roermond – Neer (8a)
In dit landschapstraject is het Maasdal zeer breed. Omdat dit gebied grotendeels uit relatief recente Maasafzettingen is opgebouwd, domineren gebieden met een lage archeologische verwachting. Losse archeologische voorwerpen worden hier wel verwacht. Het landschapstraject Maasplassen geniet immers grote bekendheid vanwege de vele baggervondsten die tijdens grindwinning zijn gevonden. Het meest noordelijke deel van dit landschapstraject ligt op de overgang naar de Peelhorst (deeltraject Neer – Belfeld). Hier wordt het Maasdal smaller, waardoor terrassen met een hoge archeologische verwachting en veel bekende archeologische vindplaatsen dicht bij de rivier liggen.

In dit landschapstraject worden effecten verwacht van zomerbedverbreding, baggerwerkzaamheden in het zomerbed en aanleggen van de nieuwe sluiskolk bij sluis Heel.

Rivierverruimingsmaatregelen
In Basisalternatief 1 treden geen effecten van rivierverruimingsmaatregelen op, wel in Basisalternatieven 2 en 3. De rivierverruimingsmaatregelen in deze alternatieven zijn identiek. In de ingrepen worden geen terreinen met een archeologische status of bekende archeologische vindplaatsen aangesneden, maar wel gebieden met een hoge archeologische verwachting. Het betreft een rivierverbreding op de rechteroever van de rivier tussen km 91,5 – 93,0. De overige ingrepen vinden plaats in gebieden met een middelmatige en een lage archeologische verwachting.

Aanpassing sluizen
Bij de sluis van Heel wordt een nieuwe sluiskolk aangelegd. De sluis ligt te midden van gebieden met een lage en middelmatige archeologische verwachting. Het verwachte effect van deze ingreep is matig negatief.

Archeologische resten in het zomerbed
In het landschapstraject Maasplassen vindt in alle drie basisalternatieven verdieping van het zomerbed plaats. In Basisalternatief 2 zijn de effecten beperkt tot traject Linne – Roermond. In de Basisalternatieven 1 en 3 treden effecten op in de trajecten Linne – Roermond en Roermond – Belfeld. In beide stuwpanden worden 'gebieden met een verhoogde kans op het aantreffen van archeologische resten in het zomerbed' aangesneden. In het traject Linne – Roermond treden in de Basisalternatieven 1, 2 en 3

dezelfde effecten op. Van verhoogde kans op het aantreffen van archeologische resten in het zomerbed is sprake ter hoogte van Roermond tussen km 78 – 81. Dit gebied geniet bekendheid vanwege de vele baggervondsten. In het traject Roermond – Belfeld is tussen km 90 – 91 in de bocht bij Neer rond de monding van de Neerbeek sprake van 'een gebied met een verhoogde kans op het aantreffen van archeologische resten'. Hier bestaat een vergrote kans op het aantreffen van baggervondsten. Effecten treden hier alleen op in Basisalternatieven 1 en 3.

Landschapstraject Peelhorst: traject Neer – Belfeld (8b) en Belfeld – Arcen (9a)
Dit landschapstraject is het gebied van de Peelhorst. Het Maasdal is hier zeer smal, pleistocene terrassen reiken vrijwel tot aan de rivier. Op deze terrassen liggen veel bekende archelogische vindplaatsen. De archeologisch 'lege delen' van de terrassen hebben een hoge archeologische verwachting. De smalle holocene gebieden langs de rivier hebben een lage of middelmatige archeologische verwachting. Vanwege de ligging van de terrassen dichtbij de rivier kunnen ingrepen langs de rivier in dit gebied al snel tot grote effecten leiden, waaronder aansnijding van archeologische terreinen met een status in deeltraject Neer – Belfeld en deeltraject Belfeld – Arcen. Het gaat om drie terreinen van zeer hoge archeologische waarde: twee wettelijk beschermde archeologische monumenten, namelijk een terrein met resten van een klooster 'Barbara's Weerd' uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe tijd, en een terrein met resten van een watermolen uit de Nieuwe tijd, alsmede één terrein dat is voorgedragen voor wettelijke bescherming, een terrein met sporen van bewoning uit de Romeinse tijd.

In Basisalternatief 1 doen zich effecten voor door de aanpassing van de bocht bij Steijl. Effecten van rivierverdieping worden verwacht bij de Basisalternatieven 1 en 3.

Rivierverruimingsmaatregelen
Zowel in deeltraject Neer – Belfeld (8b) als in deeltraject Arcen – Belfeld (9a) is sprake van effecten van rivierverbreding. In deeltraject Neer – Belfeld worden hierbij één terrein met een archeologische status op km 96,4 (58E-016 zie boven) en vier bekende vindplaatsen aangesneden. De bekende vindplaatsen worden aangesneden op km 94,2 rechteroever, km 96,5 rechteroever, km 97,9 rechteroever en km 98,95 rechteroever. Verder worden in deeltraject Neer – Belfeld gebieden met een hoge archeologische verwachting aangesneden tussen km 93,0 – 94,8 rechteroever en km 97,0 – 99,5 rechteroever. Verder worden uitsluitend gebieden met een lage archeologische verwachting aangesneden.

In deeltraject Belfeld – Arcen worden door rivierverruimingsmaatregelen twee terreinen met een archeologische status aangesneden op respectievelijk km 117,5 en km 119,2 (58G-007 en 58G-006 zie boven). Verder wordt een bekende archeologische vindplaats op km 109,2 linkeroever geraakt. Een gebied met een hoge archeologische verwachting worden aangesneden tussen km 111,1 en 111,8 linkeroever. Voor het overige worden uitsluitend gebieden met een lage of middelmatige archeologische verwachting aangesneden. Deze gebieden beslaan verreweg de grootste oppervlakte.

Aanpassing sluizen
Van de sluis bij Sambeek wordt een sluiskolk verlengd. De werkzaamheden zullen in principe plaatsvinden binnen het huidige sluiscomplex en geen effecten voor de archeologie opleveren. Echter verlenging van de sluis kan het opschuiven van een haven tot gevolg hebben. In dit geval kunnen er geringe effecten optreden. De sluis Sambeek wordt in zijn geheel omgeven door gebieden met een lage archeologische verwachting. Wanneer er een effect optreedt zal het effect gering negatief zijn (–).

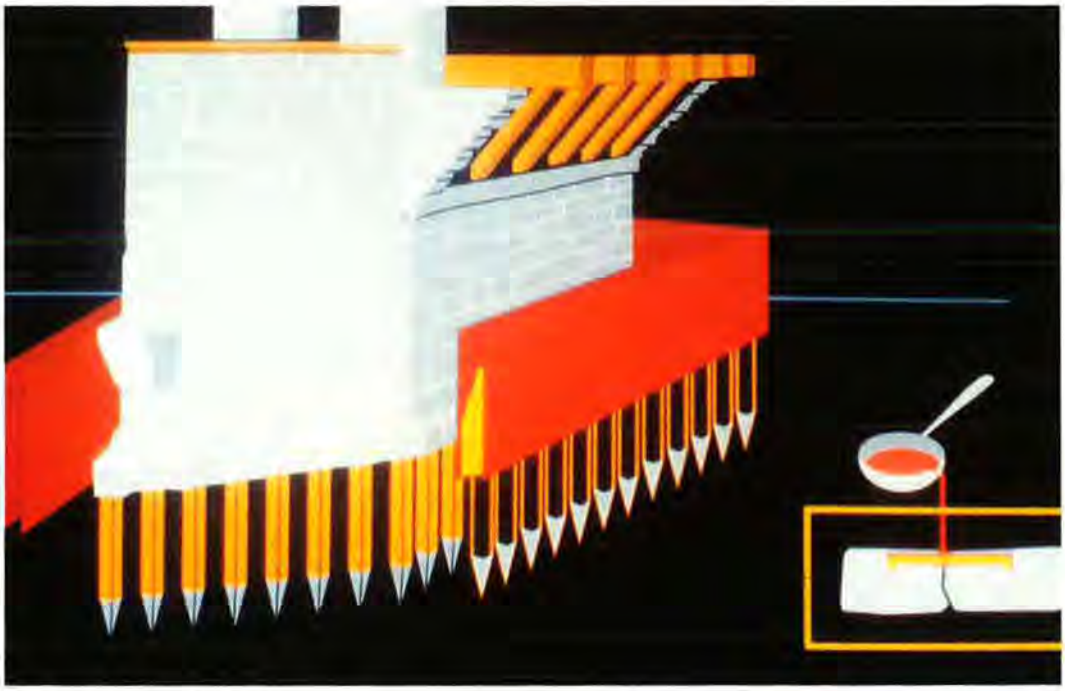
Archeologische resten in het zomerbed
Effecten van zomerbedverdieping doen zich hoofdzakelijk voor in Basisalternatieven 1 en 3. De effecten zijn voor beide alternatieven in het landschapstraject Peelhorst gelijk. Gebieden met 'een verhoogde

kans op archeologische resten in het zomerbed' liggen zowel in het deeltraject Neer – Belfeld als in het deeltraject Belfeld – Arcen. In het deeltraject Neer – Belfeld worden op de volgende plaatsen ingrepen gepleegd in 'zones met een verhoogde kans op archeologische resten in het zomerbed': km 96 – 97; km 97,8 – 98,7. Beide trajecten houden verband met vindplaatsen nabij de oevers van de Maas, van waaruit mogelijk archeologische resten in de Maas zijn terecht zijn gekomen. In het deeltraject Belfeld – Arcen gaat het om de plaatsen: km 106,9 – 108,2; km 110,1 – 110,6; km 113, 0 – 113, 2; km 117,1 – 117,5; km 118,6 – 119,8. Hierbij moet opgemerkt worden dat in het eerste traject tussen Venlo en Hout – Blerick de resten van een Romeinse brug worden vermoed. Indien deze werkelijk aanwezig is, is er sprake van een groot effect. Hierbij gaat het zonder uitzondering om gebieden waar op grond van de aanwezigheid van vindplaatsen als bouwwerken uit de Romeinse tijd en middeleeuwse kastelen een verhoogde kans bestaat op het aantreffen van archeologische resten die in de Maas zijn terecht gekomen zijn.

Landschapstraject Venloslenk: deeltraject Arcen – Sambeek (9b) en Sambeek – Cuijk (10a)
Dit landschapstraject vormt als het ware een overgangsgebied naar het holocene sedimentatiegebied. De dalbodem is hier relatief breed en wordt begrensd door terrassen. Vanwege deze relatief brede dalvlakte liggen archeologisch rijke gebieden veelal iets verder van de rivier af dan bijvoorbeeld in landschapstraject Peelhorst. Uitzonderingen vormen vooral de buitenbochten van de Maas, die zich in de terrassen hebben ingesneden en terraseilanden in het Maasdal (bijvoorbeeld de Bergjes bij Sambeek). Hier liggen archeologische waarden over het algemeen vlak aan de rivier, en zijn ze dus kwetsbaarder voor rivierverruimingsingrepen. De dalbodem heeft op basis van de beschikbare archeologische gegevens een lage verwachting. Ingrepen in de dalbodem zijn daarom het minst negatief gewaardeerd. In de basisalternatieven wordt een klein deel van een terrein met een archeologische status aangesneden. Het betreft een terrein van oudheidkundige betekenis (terrein met de resten van kasteel 'de burcht van Afferden' uit de Late Middeleeuwen).

In dit landschapstraject worden effecten verwacht van zomerbedverbreding en de aanleg van natuurvriendelijke oevers in het gehele landschapstraject. In Basisalternatief 1 doen zich alleen effecten voor van natuurvriendelijke oevers. De Basisalternatieven 2 en 3 leiden tot effecten van zomerbedverbreding en natuurvriendelijke oevers. Verder worden effecten verwacht van baggerwerkzaamheden in het zomerbed. Deze zullen zich voordoen bij de Basisalternatieven 1 en 3. In dit landschapstraject worden in Basisalternatieven 2 en 3 effecten verwacht van zomerbedverbreding en mogelijk de aanpassing van de sluis bij Sambeek.

Rivierverruimingsmaatregelen
Effecten van rivierverruimingsmaatregelen zullen zich zowel in deeltraject Arcen – Sambeek als in deeltraject Sambeek – Cuijk voordoen. In deeltraject Arcen – Sambeek doen zich in alle drie de basisalternatieven effecten voor als gevolg van de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Hierbij wordt één terrein met een archeologische status aangesneden. Tussen km 123,0 – 126,0 westoever wordt in alle basisalternatieven een gebied met een hoge archeologische verwachting aangesneden. Verder wordt bij de Basisalternatieven 2 en 3 door rivierverbreding een gebied met een hoge archeologische verwachting aangesneden tussen km 123,0 – 124,0 oostoever. In deeltraject Sambeek – Cuijk blijven bij alle drie de basisalternatieven de effecten van ingrepen beperkt tot gebieden met een lage archeologische verwachting.



Reconstructie pijlers Romeinse brug bij Cuijk

Archeologische resten in het zomerbed

In dit landschapstraject worden bij de Basisalternatieven 1, 2 en 3 effecten van rivierbedverdieping verwacht in de deeltrajecten Arcen – Sambeek en Sambeek – Cuijk. Hier worden verscheidene trajecten uitgediept waarin een verhoogde kans bestaat op het aantreffen van archeologische resten.
In Basisalternatief 2 wordt alleen een gedeelte bij Cuijk verdiept (km 161,5 – 162,0) waar effecten kunnen optreden. In deeltraject Arcen – Sambeek betreft het de volgende trajecten: km 128,0 – 128,2; km 132,2 – 133,9; km 140,2 – 140,8; km 145,0 – 145,6. De verhoogde kans op het aantreffen van archeologische resten in het zomerbed hangt hier samen met de aanwezigheid van (voormalige) kastelen op de oevers van de Maas. Mogelijk zijn resten van deze kastelen in de Maas te vinden.
In het traject tussen km 132,2 – 133,9 voor de monding van de Molenbeek bij Wanssum is er sprake van een verhoogde kans op baggervondsten. In deeltraject Sambeek – Cuijk betreft het de trajecten: km 156,8 – 157,8 en 161,5 – 162,0. In het eerste traject, rond de monding van de Niers bij Gennep, is sprake van een verhoogde kans op baggervondsten. Bovendien kunnen hier vondsten gedaan worden die verband houden met het kasteel 'het Genneperhuis'. Het laatste traject is speciaal aandachtsgebied in verband met de aanwezigheid van resten van een Romeinse brug en een Castellum uit de Romeinse tijd te Cuijk. Hier kunnen bouwfragmenten van Romeinse gebouwen en eventueel van de brug worden opgebaggerd.

Landschapstraject Maas – Waalkanaal: Traject Maas – Waalkanaal (11)

Het Maas – Waalkanaal vormt een verbinding tussen de Maas bij Heumen en de Waal bij Nijmegen. Het kanaal is gegraven op de overgang van de stuwwal van Nijmegen – Groesbeek naar het rivierengebied. Langs de oevers van het kanaal ligt een klein aantal archeologische vindplaatsen. Verder ligt met name rond Heumen een gebied met een hoge archeologische verwachting.
Bij de sluis van Weurt moet rekening gehouden worden met sporen uit de Romeinse tijd.
De Romeinse stad Noviomagus (Nijmegen) lag op geringe afstand ten oosten van het sluiscomplex.

Aanpassing sluizen
Bij de sluis van Heumen wordt een nieuwe keersluis gebouwd naast de bestaande kolksluis. Van deze ingreep zijn effecten op de archeologie te verwachten. De sluis van Heumen ligt te midden van een gebied met een middelmatige archeologische verwachting. Hierdoor is er sprake van een matig negatief effect. In vergelijking met de overige ingrepen in het Zandmaasproject is het effect van de ingreep gering negatief (–).

Landschapstraject Maaskant: Traject Cuijk – Grave (10b) en Grave – Lith (12)
Dit landschapstraject bestaat uit twee delen ter weerszijden van de terraskruising bij Groot – Linden. Het gebied stroomopwaarts van de terraskruising is vergelijkbaar met het landschapstraject Venloslenk. Archeologische vindplaatsen liggen voornamelijk op pleistocene (met dekzand of donkzand) bedekte terrassen van de Maas. Deze hebben om deze reden een hoge archeologische verwachting. Stroomafwaarts van Groot – Linden zijn oeverwallen gevormd. Deze oeverwallen zijn rijk aan archeologische vondsten, maar bevinden zich grotendeels buiten de gebieden waar ingrepen plaatsvinden.

In dit landschapstraject worden effecten verwacht van zomerbedverbreding en de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Effecten doen zich in alle drie basisalternatieven voor. Zomerbedverbreding is beperkt tot de Basisalternatieven 2 en 3. Er worden hierbij geen vindplaatsen met een archeologische status aangesneden, echter wel één bekende archeologische vindplaats. Verder worden effecten verwacht van zomerbedverdieping in alle basisalternatieven.

Rivierverruimingsmaatregelen
Zomerverbreding leidt zowel in deeltraject Cuijk – Grave als in traject Grave – Lith tot effecten. In deeltraject Cuijk – Grave wordt één bekende archeologische vindplaats aangesneden door zomerbedverbreding op km 172,4 rechteroever. Verder worden hier uitsluitend gebieden met een lage archeologische verwachting geraakt. In traject Grave – Lith wordt een gebied met een hoge archeologische verwachting aangesneden door zomerbedverbreding tussen km 179,9 – 181,5 linkeroever. Verder worden ook hier alleen gebieden met een lage archeologische verwachting geraakt.

Verdieping zomerbed
In het landschapstraject Maaskant worden effecten verwacht van zomerbedverdieping. Het met name' om trajecten waar in het zomerbed een verhoogde kans op archeologische resten bestaat. Effecten doen zich voor in alle basisalternatieven. De effecten zijn beperkt tot het deeltraject Cuijk – Grave. In deeltraject Cuijk – Grave worden op de volgende plaatsen effecten verwacht: km 162,0 – 162,5; km 165,1 – 165,8; km 166,9 – 167,1. Zomerbedverdieping kan grote effecten hebben. In het eerste traject vindt verdieping plaats ter hoogte van Cuijk waar zich een Romeinse brug en een Castellum bevindt. Hier bestaat een zeer hoge kans op het aantreffen van Romeinse resten, bijvoorbeeld bouwfragmenten. In het tweede traject bij Katwijk wordt eveneens een Romeinse brug vermoed. Ook hier bestaat de kans dat delen van een Romeinse brug worden opgebaggerd. Het derde traject ligt ter hoogte van het voormalige kasteel Heumen. Hier kunnen resten voorkomen die verband houden met dit kasteel.

11.3.3 Aardkundige waarden

In het winterbed van de Maas bevinden zich een aanzienlijk aantal elementen en gebieden die aardwetenschappelijk waardevol zijn. Het gaat om reliefvormen die een geologische of geomorfologische betekenis hebben zoals terrasranden, oeverwallen of beekdalen. Ook riviergebonden processen zoals erosie en sedimentatie, verstuiving en oeverafslag kunnen tot de aardkundige waarden worden gerekend. Het beoordelingskader voor de effecten op aardkundige fenomenen kan niet worden ontleend aan normen en streefwaarden uit het beleid. Voor de beoordeling van de gevolgen van de

basisalternatieven voor de aardkundige fenomenen is derhalve gekeken naar de veranderingen bij verschillende typen ingrepen. Bij de beoordeling wordt rekening gehouden met het karakter van de gebieden waarin de ingrepen plaatsvinden.

De in de basisalternatieven voorgenomen ingrepen (verbreding van het Julianakanaal, zomerbedverbreding en de aanleg van natuurvriendelijke oevers) kunnen gevolgen hebben voor de huidige aardkundige fenomenen. Bij de uitvoering van de genoemde ingrepen worden naar verwachting geen nieuwe aardkundige fenomenen gevormd.
Bij de beoordeling van de aantasting van huidige aardkundige fenomenen wordt gekeken naar:
- de waarde van het betrokken aardkundige fenomeen;
- de grootte van de aantasting;
- de plaats van de aantasting ten opzichte van het resterende gedeelte.

In het Achtergronddocument Methodiek is de beoordeling en weging voor de aantasting van de huidige aardkundige fenomenen verder uitgewerkt.

Effecten op hoofdlijnen
In de basisalternatieven vinden drie soorten ingrepen plaats die effecten hebben op de aardkundige waarden, namelijk zomerbedverbreding, natuurvriendelijke oevers en verbreding van het Julianakanaal. Zomerbedverdieping heeft geen directe gevolgen voor de aardkundige fenomenen. Wel heeft deze maatregel een negatieve invloed op de dynamiek in het winterbed. De rivier komt zo diep te liggen, dat het winterbed niet of nauwelijks meer overstroomt, en dus treden de met overstromingen verband houdende processen veel minder vaak en intensief op dan in de huidige situatie.

Zomerbedverbreding kan wel directe gevolgen voor de aardkundige fenomenen hebben. Langs de rivier wordt immers een strook (in de basisalternatieven in breedte variërend van 30 tot 50 meter) afgegraven, die deel kan uitmaken van een aardkundig waardevol gebied. In het verbrede en verdiepte zomerbed zullen zich geen nieuwe aardkundige fenomenen ontwikkelen.

In de drie basisalternatieven zijn natuurvriendelijke oevers opgenomen. Deze hebben een breedte van 100 meter. Het talud heeft een glooiend verloop met hellingen van ongeveer 1:30. Bij de aanleg van natuurvriendelijke oevers wordt de toplaag weggehaald en vindt verandering van het reliëf plaats, waardoor de eventueel aanwezige aardkundige fenomenen zullen verdwijnen. Door de aanleg van natuurvriendelijke oevers kunnen nieuwe aardkundige fenomenen, zoals geulen en steilranden, gevormd worden. Naar verwachting zal de aardkundige waarde van de natuurvriendelijke oevers e chter gering zijn. Ze zijn in de effectbeoordeling dan ook niet beschouwd als nieuwe aardkundige fenomenen. Met name de vooroeverconstructies hebben een zeer negatieve invloed op de dynamiek en daarmee op de geomorfologische ontwikkelingsmogelijkheden.

Bij Basisalternatief 1 worden een negental aardkundige fenomenen aangetast. Drie hiervan liggen langs het Julianakanaal en de overige zes liggen langs de Venloslenk. In de Basisalternatieven 2 en 3 worden 18 aardkundige fenomenen aangetast. Deze liggen met name langs de Peelhorst (6) en de Venloslenk (7). Ingrepen langs het Julianakanaal leiden op drie plaatsen tot aantasting van aardkundige fenomenen. Verder wordt bij uitvoering van de Basisalternatieven 2 en 3 zowel langs de Maasplassen als langs de Maaskant één aardkundig fenomeen aangetast. Langs de overige delen van de Maas worden geen fenomenen aangetast. Wel treedt er waarschijnlijk een negatief effect op door een afname van de dynamiek in het winterbed. Deze afname wordt veroorzaakt door de verbreding en verdieping van het zomerbed. Omdat de gevolgen van de afgenomen dynamiek moeilijk te voorspellen zijn, is dit effect niet meegenomen in de effectbeoordeling.

In Basisalternatief 1 wordt de Venloslenk het sterkste aangetast. In de Basisalternatieven 2 en 3 treedt het meest negatieve effect op langs de Peelhorst. De score langs de Venloslenk is voor deze alternatieven overigens negatiever dan voor Basisalternatief 1.

In de Basisalternatieven 1, 2 en 3 wordt het Julianakanaal verbreed en er worden natuurvriendelijke oevers aangelegd. In de Basisalternatieven 2 en 3 vindt daarnaast verbreding van het zomerbed van een groot deel van de Maas plaats. De aardkundige fenomenen worden dus alleen in een relatief smalle strook langs de Maas aangetast. In de Basisalternatieven 2 en 3 wordt de mate van doorsnijding in vijf gevallen licht negatief beoordeeld omdat de overgang tussen de rivier en het aardkundige fenomeen wordt doorsneden. Er vindt dus geen doorsnijding van het aardkundige fenomeen zelf plaats. Er is toch sprake van doorsnijding, omdat de aardkundige fenomenen sterk samenhangen met de rivier en daarmee dus min of meer een eenheid vormen. Uiteraard is het bij dit type doorsnijding ook van groot belang hoe de afwerking van de ingreep plaatsvindt.

Twee aantastingen zijn zeer negatief. Het gaat om de terrasranden ten westen en oosten van de diep ingesneden Maas in de Basisalternatieven 2 en 3. Deze terrasranden, die de diep ingesneden Maas in de Peelhorst aangeven, worden over een grote lengte aangetast.

De totale scores van de basisalternatieven zijn de sommen van de scores per landschapstraject.
In tabel 11.17 zijn de scores voor de aantasting van de huidige aardkundige fenomenen opgenomen. De trajecten waar geen effecten optreden, worden niet genoemd in de tabel.

Tabel 11.17 Geaggregeerde scores per landschapstraject

	Basisalternatief 1		Basisalternatieven 2 en 3	
	verlies huidige waarden	saldo totale gewogen score	verlies huidige waarden	saldo totale gewogen score
Julianakanaal, sluis Limmel – sluizen Born	3-	9-	3-	9-
Maasplassen, stuw Roermond – Neer			1-	3-
Peelhorst, Neer – stuw Belfeld			4-	12-
Peelhorst, stuw Belfeld – Arcen			9-	27-
Venloslenk, Arcen – stuw Sambeek	5-	15-	8-	24-
Venloslenk, stuw Sambeek – Cuijk	1-	3-	1-	3-
Maaskant, stuw Grave – stuw Lith			1-	3-
Totaal		**27-**		**28-**

Er worden geen nieuwe aardkundige fenomenen gevormd. Er zijn dan ook geen scores van nieuwe aardkundige fenomenen in de tabel opgenomen.

Om vergelijking met andere aspecten mogelijk te maken, zijn de totale scores per landschapstraject omgezet in scores per stuwpandtraject. De scores per stuwpandtraject zijn vervolgens vertaald naar de volgende beoordeling voor aardkundige waarden.

Tabel 11.18 Overzicht beoordeling Aardkundige waarden per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden – stuw Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel – sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born – sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht – stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne – stuw Roermond	6	0	0	0
8. Stuw Roermond – stuw Belfeld	16	0	–	–
9. Stuw Belfeld – stuw Sambeek	41	–	– – –	– – –
10. Stuw Sambeek – stuw Grave	24	–	–	–
11. Maas – Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave – stuw Lith	22	0	–	–
13. Stuw Lith – Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		**0**	**0**	**0**
Totaal Zandmaas		–	– –	– –
Totaal		**0**	–	–

**) De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

De aardkundige fenomenen die door de ingrepen in de basisalternatieven worden aangetast zijn opgenomen in bijlage E. Per aardkundig fenomeen zijn de scores van de criteria opgenomen. Ook staat de score van het totale effect van de basisalternatieven per aardkundig fenomeen in deze bijlage. De beoordelingsmethode is beschreven in het Achtergronddocument Methodiek.

Uit tabel E2 in bijlage E is af te lezen dat een deel van de aardkundige fenomenen gedeeltelijk wordt aangetast. Het komt niet voor dat fenomenen compleet verdwijnen. De grootte van de aantasting varieert van nagenoeg nul (geul ten zuiden van Blitterswijck in Basisalternatieven 2 en 3) tot 48% (terrasrand langs de diep ingesneden Maas West in Basisalternatieven 2 en 3). De zeer kleine aantastingen van de Broekloop – Molenbeek en de geul ten zuiden van Blitterswijck zijn wel opgenomen in de tabellen in bijlage E, maar de totale waardering van de aantasting is '0'. De aantastingen zijn dermate klein, dat de kans groot is dat deze berusten op onnauwkeurigheden in het kaartmateriaal, waarop de GIS – berekeningen gebaseerd zijn. Het is van belang om bij de eventuele uitvoering van de betrokken ingrepen op te passen voor de aantasting van de Broekloop – Molenbeek en de geul ten zuiden van Blitterswijck.

Beschrijving per landschapstraject

Vier van de aangetaste aardkundige fenomenen liggen niet in één, maar in twee of drie landschapstrajecten. Het betreft de aardkundige fenomenen Kessel – Blerick, de terrasranden ten westen en oosten van de diep ingesneden Maas en de terrasrand Maashees – Boxmeer. Deze aardkundige fenomenen vormen een eenheid en zijn als zodanig beschouwd. Het is derhalve niet mogelijk ze, conform de landschapstrajecten, in delen te splitsen. Er is daarom voor gekozen de effecten op de betreffende aardkundige fenomenen mee te nemen bij het traject waarin zij voor het grootste deel liggen.
Voor Kessel – Blerick en de terrasranden ten westen en oosten van de diep ingesneden Maas is dit de Peelhorst, traject Belfeld – Arcen. De terrasrand Maashees – Boxmeer is toegekend aan de Venloslenk, traject Arcen – stuw Sambeek.

Julianakanaal
In de drie basisalternatieven wordt het Julianakanaal op dezelfde wijze verbreed. Door de verbreding worden drie aardkundige fenomenen langs het kanaal aangetast. Bij geen van de aardkundige fenomenen vindt doorsnijding plaats. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de verbreding direct aansluit op het Julianakanaal, dat in de huidige situatie al een verstorende werking heeft.

Maasplassen
In de Basisalternatieven 2 en 3 wordt het Swalmdal aangetast. Ter hoogte van de monding van de Swalm vindt zomerbedverbreding plaats. Het gaat slechts om een smalle strook. De plaats van de aantasting is niet ongunstig, omdat de Swalm ter plaatse reeds gekanaliseerd is.

Peelhorst
Ook terrasrand De Weerd wordt in de Basisalternatieven 2 en 3 aangetast door zomerbedverbreding. Dit betekent dat de delen van de terrasrand die het dichtst bij de rivier liggen, worden vergraven. Dit betreft het uiterste zuidwesten en noordoosten van terrasrand De Weerd. Hierdoor wordt de overgang tussen de terrasrand en de Maas aangetast. Bij de Schelkensbeek wordt de zone langs de Maas in Basisalternatieven 2 en 3 aangetast door zomerbedverbreding. Omdat het aardkundige fenomeen Schelkensbeek relatief klein is, wordt de grootte van de relatieve aantasting matig negatief beoordeeld. De plaats van de aantasting is zeer ongunstig, omdat de monding van de Schelkensbeek in de Maas wordt aangetast. Het noordelijke deel van het aardkundige fenomeen Kessel – Blerick wordt in Basisalternatieven 2 en 3 aangetast door zomerbedverbreding. Hierdoor wordt in dit deel de eenheid tussen het aardkundige fenomeen en de Maas verstoord.

De terrasrand aan weerszijden van de diep ingesneden Maas is een bijzonder geval. Deze randen zijn zeer lang en vormen de doorsnijding van de Maas door de Peelhorst. In de Basisalternatieven 2 en 3 worden ze over grote lengte aangetast door zomerbedverbreding. De terrasrand langs de diep ingesneden Maas Oost wordt in het zuidelijke deel (tot km 100) en in het noordelijke deel (vanaf km 117) aangetast. Aan de westzijde van de Maas vindt de aantasting in het middendeel van de terrasrand plaats (km 102 tot en met 117). De afwerking van de zomerbedverbreding zal vergelijkbaar zijn met de huidige situatie. De Maas krijgt bij zomerbedverbreding dan ook geen nieuwe mogelijkheden voor het ontwikkelen van een meer natuurlijke insnijdingsvorm.

Van de Everlosche Beek wordt in Basisalternatieven 2 en 3 een zijtak bij de monding aangetast. De plaats van de aantasting wordt als relatief gunstig beoordeeld, omdat de monding van de beek onaangetast blijft.

Van de monding van de Broekloop – Molenbeek wordt door zomerbedverbreding in Basisalternatieven 2 en 3 slechts een heel klein deel aangetast (circa 22 m²). Bij de totaalwaardering ('0') van de aantasting is er van uitgegaan dat deze berust op onnauwkeurigheden in het kaartmateriaal.

Venloslenk
In alle drie de basisalternatieven wordt een zeer klein deel van de geul ten zuiden van Blitterswijck aangetast door de aanleg van een natuurvriendelijke oever. De plaats van de aantasting is relatief gunstig en de geul wordt niet doorsneden. De aantasting is dermate klein dat deze waarschijnlijk berust op onnauwkeurigheden in het kaartmateriaal. De totaalwaardering is dan ook '0'.

De terrasrand Galgenberg wordt in het noorden aangetast door een natuurvriendelijke oever (Basisalternatief 1) dan wel zomerbedverbreding en een natuurvriendelijke oever (Basisalternatieven 2 en 3). In Basisalternatief 1 wordt de terrasrand op één plaats aangetast, terwijl in Basisalternatieven 2 en 3 op twee plaatsen aantasting plaats vindt. Dit verschil is terug te vinden in de effectbeoordeling.

In alle basisalternatieven wordt de geul ten noorden van Blitterswijck aangetast door de aanleg van een natuurvriendelijke oever. In Basisalternatieven 2 en 3 wordt ook de aan de geul grenzende terrasrand ten noorden van Blitterswijck aangetast, omdat in deze alternatieven de natuurvriendelijke oever iets verder naar het zuiden toe doorloopt.

De aanleg van een natuurvriendelijke oever veroorzaakt in alle alternatieven een gedeeltelijke vergraving van het dalvlakteterras ten noordwesten van Wanssum. Er vindt geen doorsnijding plaats, maar omdat het deel vlak bij de rivier wordt aangetast, is de plaats van de aantasting wel ongunstig.

Het meest zuidelijke deel van de terrasrand ten zuiden van Aijen wordt in alle alternatieven door de aanleg van een natuurvriendelijke oever aangetast. De plaats van de aantasting is relatief gunstig, omdat deze aansluit op het stuk van de terrasrand dat reeds eerder door de aanleg van de Maaskaden is vernietigd.

Ook van de terrasrand Maashees – Boxmeer wordt het meest zuidelijke deel in alle alternatieven door de aanleg van een natuurvriendelijke oever aangetast. Omdat het uiteinde van een lange terrasrand betreft, is de plaats van de aantasting relatief gunstig en vindt er geen doorsnijding plaats.

Ten zuiden van de monding van de Niers wordt in alle alternatieven een natuurvriendelijke oever aangelegd. In de Basisalternatieven 2 en 3 wordt daarnaast ook het zomerbed verbreed. In het gebied rond de monding in de Maas is de Niers aardkundig minder waardevol dan in de rest van het dal. Omdat op basis van de beschikbare gegevens het minder waardevolle gebied moeilijk te onderscheiden is van het waardevolle gebied, is er voor gekozen in de effectbeoordeling voor het hele Niersdal van een hoge waardering uit te gaan.

Maaskant
Keent wordt alleen in de Basisalternatieven 2 en 3 door zomerbedverbreding aangetast. Door deze verbreding wordt de eenheid tussen het aardkundige fenomeen en de rivier aangetast.

Nieuwe aardkundige fenomenen
De ingrepen van de basisalternatieven leiden niet tot de vorming van nieuwe aardkundige fenomenen.

Tuin en terrasrand bij Broekhuizen

12 Oppervlaktewater en morfologie

12.1 Inleiding

Oppervlaktewater en morfologie wordt beschreven aan de hand van de volgende onderwerpen: waterbeweging, stabiliteit zijrivieren, stabiliteit oevers, slibhuishouding en waterkwaliteit.
Het onderwerp waterbeweging beschrijft veranderingen in het hydraulische systeem zonder dat hier een beoordeling aan wordt toegekend. Een oordeel voor het aspect oppervlaktewater en morfologie wordt bepaald op basis van de criteria voor zijrivieren (afwatering en stabiliteit), stabiliteit van de rivierloop (zomerbed, winterbed en de oevers), slibhuishouding en waterkwaliteit. In het onderstaande wordt een overzicht gegeven van de beoordelingscriteria met bijbehorende gewichten. Effecten op de morfologie, oppervlaktewaterkwaliteit en de slibhuishouding zijn het gevolg van de manier van rivierverruiming (verdiepen, verbreden, winterbedmaatregelen).

Tabel 12.1 Overzicht beoordeling oppervlaktewater en morfologie

Beoordelingscriterium	gewicht	Ba 1	Ba 2	Ba 3
Zijrivieren	10	0	0	0
Stabiliteit rivierloop	30	–	0	–
Slibhuishouding	30	– –	– –	– –
Waterkwaliteit	30	0	–	–
Eindscore		–	–	–

Voor een nadere beschouwing wordt ook verwezen naar het Achtergronddocument Methodiek.

12.2 Waterbeweging en waterstanden

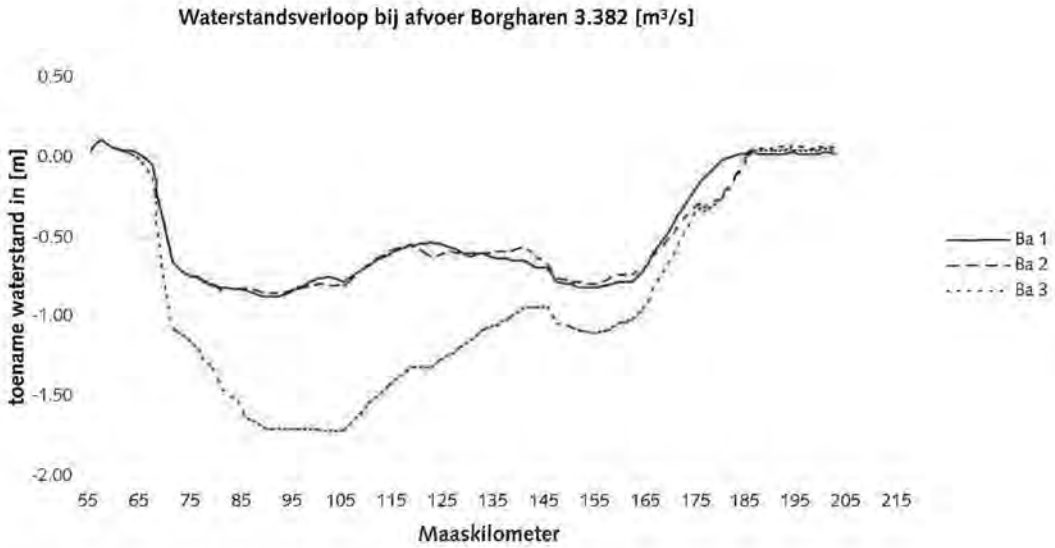
Een groot deel van de effecten die optreden bij het uitvoeren van de basisalternatieven is verbonden aan veranderingen in het hydraulische systeem van de Maas. Zo is bijvoorbeeld een verandering in de extreem hoge waterstanden vanzelfsprekend van belang voor de bescherming tegen hoogwater en eventuele schade bij overstromingen. Daarnaast is een verandering van de vaak voorkomende waterstanden van direct belang voor scheepvaart en via het grondwater ook voor de natuur en landbouw.
Alvorens tot een beoordeling van de effecten over te gaan, worden om meer inzicht te geven in de relatie van de effecten tot de ingrepen, eerst de veranderingen in het hydraulische systeem beschreven, zonder dat daar direct een beoordeling aan wordt gekoppeld. De veranderingen in de waterbeweging zijn bepaald met behulp van berekeningen uitgevoerd met het model ZWENDL. De resultaten van deze berekeningen worden vergeleken met de referentiesituatie (de huidige situatie).
Er is ten behoeve van de effectbeschrijving per alternatief een drietal series berekeningen uitgevoerd, te weten:

- Berekening van de stroming van oppervlaktewater voor een serie afvoeren (15 in totaal) variërend van 50 tot 4655 m^3/s ;
- Waterstandsberekeningen voor twee reeksen van 36 decaden (tiendaagse perioden) ten behoeve van de grondwatereffectanalyse. Deze twee reeksen stellen een virtueel droog (30%) en nat (70%) jaar voor.

De referentiesituatie voor de grondwaterberekeningen is de huidige situatie inclusief uitvoering van het Grensmaasproject.

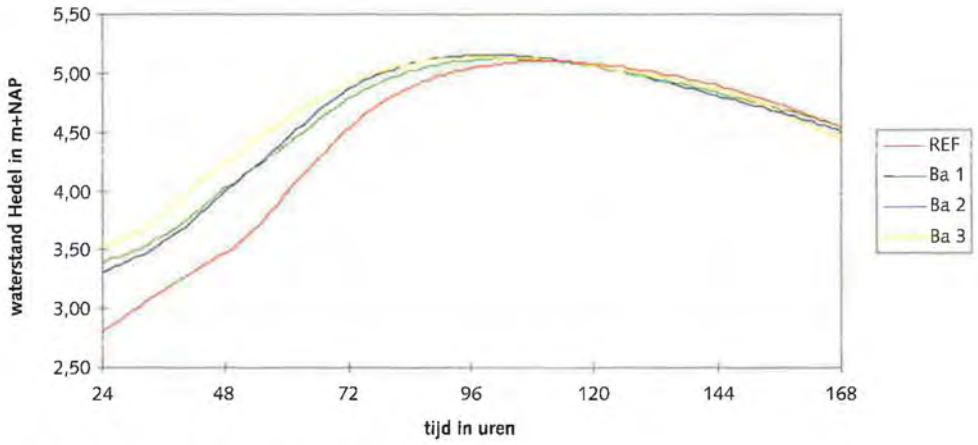
Hoogwater (ongestuwde situatie)

De doelstelling voor de waterstandsverlaging (hoofddoelstelling Zandmaas) is de verhoging van het beschermingsniveau tegen overstromingen tot een niveau van 1/250 per jaar achter de kaden. Deze doelstelling is vrijwel direct gekoppeld aan de waterstandsdaling ten opzichte van de huidige situatie. Hoe groter de waterstandsdaling hoe hoger het beschermingsniveau. In tabel 12.2 is een overzicht gegeven van de gemeenten en de bijbehorende waterstanden bij de afvoer met een overschrijdingsfrequentie van 1/250 per jaar. Zoals te verwachten uit de ontwerpdoelstellingen voor de verschillende basisalternatieven geven de Basisalternatieven 1 en 2 een vrijwel gelijke waterstand te zien (overeenkomend met verhanglijn 2) en zijn de waterstanden bij Basisalternatief 3 beduidend lager (verhanglijn 1). In figuur 12.1 zijn voor het hele projectgebied de waterstandsverandering ten opzichte van de huidige situatie bij de 1/250 afvoergolf weergegeven.



Figuur 12.1 – Waterstandsverandering bij afvoergolf 1/250 per jaar

Door de ingrepen verandert de manier waarop afvoergolven door het gebied heen lopen: zowel de topvervlakking als de looptijd van de golven wijzigt. De manier waarop de afvoergolf door het systeem wordt vervormd is afhankelijk van de ingrepen en wisselt dus per alternatief. Een overzicht van het berekende waterstandsverloop voor de ontwerp-afvoergolf met een overschrijdingsfrequentie van 1/250 per jaar bij Hedel is gepresenteerd in figuur 12.2.

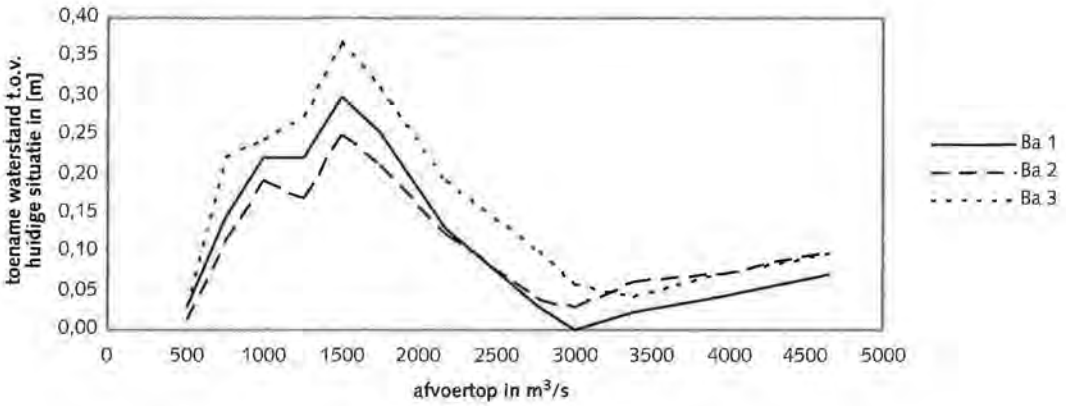


Figuur 12.2 – Waterstandsverloop bij Hedel (ontwerp-afvoer 1/250 per jaar)

Tabel 12.2 Maaswaterstanden bij ontwerp-afvoer 1/250 per jaar

Lokatie		Referentie	Basisalternatief		
Gemeente	Maaskm		1	2	3
Roermond	76	21.58	20.82	20.83	20.38
Roermond	81	21.05	20.24	20.22	19.60
Swalmen	87	20.72	19.87	19.89	19.07
Haelen	86	20.77	19.93	19.95	19.14
Roggel en Neer	89	20.62	19.75	19.77	18.93
Beesel	93	20.30	19.44	19.45	18.60
Beesel	97	19.81	19.02	19.00	18.11
Kessel	96	19.91	19.10	19.09	18.21
Belfeld	99	19.62	18.85	18.82	17.92
Maasbree	101	19.38	18.63	18.59	17.66
Belfeld	101	19.38	18.63	18.59	17.66
Maasbree	102	19.30	18.55	18.50	17.59
Tegelen	104	19.09	18.32	18.29	17.38
Venlo	108	18.60	17.89	17.89	17.00
Grubbenvorst	116	17.50	16.94	16.93	16.13
Arcen en Velden	117	17.34	16.78	16.78	15.99
Broekhuizen	124	16.58	16.03	15.97	15.30
Bergen	135	15.24	14.61	14.65	14.19
Meerlo – Wanssum	131	15.73	15.12	15.13	14.61
Vierlingsbeek	140	14.70	14.06	14.14	13.75
Boxmeer	146	14.15	13.42	13.44	13.17
Bergen	147	14.08	13.30	13.32	13.04
Boxmeer	152	13.77	12.96	12.99	12.68
Gennep	153	13.67	12.86	12.88	12.58
Mook en middelaar	163	12.61	11.86	11.90	11.62
Cuijk	165	12.33	11.67	11.67	11.43

Een gevolg van de zomerbedverruiming is dat meer afvoer door het zomerbed zal plaatsvinden en minder door het winterbed. Het winterbed werkt remmend op de snelheid waarmee afvoergolven door het systeem lopen. Daarom resulteert rivierverruiming in een snellere doorgave van de afvoergolven door het systeem.
Door deze versnelde doorgave van afvoergolven zal er ook minder topvervlakking optreden, waardoor benedenstrooms van het ingrepengebied de maximale waterstand (die optreedt tijdens de passage van de afvoergolf) zal toenemen.
Echter, door de zomerbedverruiming vindt ook de instroming van het winterbed bij een hogere afvoer plaats dan in de huidige situatie. De instroming in het winterbed leidt tot een afname van de afvoer benedenstrooms van de instroming. Doordat de instroming bij zomerbedverruiming pas bij hogere waterstanden plaatsvindt, dus dichter bij de piekafvoer, is het effect op de maximale waterstanden (afvoeren) groter.
Het totale effect op de benedenstroomse waterstand wordt dus gevormd door het samenspel van twee tegengestelde effecten (snellere doorlooptijd en uitgestelde instroming winterbed).
Blijkens de resultaten heffen deze wezenlijk verschillende effecten elkaar vrijwel op.
Opgemerkt wordt dat gezien de beperkte nauwkeurigheid waarmee deze samengestelde effecten worden berekend, de gevonden veranderingen in waterstanden niet als significant kunnen worden aangemerkt, en de verschillen tussen de basisalternatieven nog minder.
Ter illustratie van het bovenstaande is in figuur 12.3 weergegeven hoe de benedenstroomse waterstandstoename varieert bij afvoergolven met een verschillende piekafvoer. Benedenstroomse effecten is voor het thema bescherming tegen hoogwater een randvoorwaarde en wordt in dat hoofdstuk als zodanig behandeld.



Figuur 12.3 – Waterstanden bij Lith

Bij piekafvoeren tot ongeveer 1750 m^3/s neemt de waterstandsverhoging toe met de afvoer, daarna neemt deze tot bij ongeveer 3000 m^3/s weer af en vervolgens weer licht toe. Dit is met boven gegeven redenering te verklaren: bij de lagere piekafvoeren vindt alle afvoer plaats binnen het zomerbed, en is alleen het effect van de snellere doorgave van de afvoergolven te zien (waterstandsverhoging). Dan gaat het winterbed instromen en is ook het effect van de uitgestelde instroming zichtbaar (waterstandsverlaging). Bij de allerhoogste afvoeren dempt dit laatste effect weer weg, zodat alleen het effect van de versnelling van de afvoergolven overblijft. Bij deze grotere afvoeren is ook na verruiming het winterbed ook duidelijk actief, zodat het effect van de versnelling niet meer zo groot is.
Als gevolg van de verandering in de topvervlakking verandert ook het afvoerverloop aan de benedenstroomse rand van het projectgebied.

Gestuwde rivier

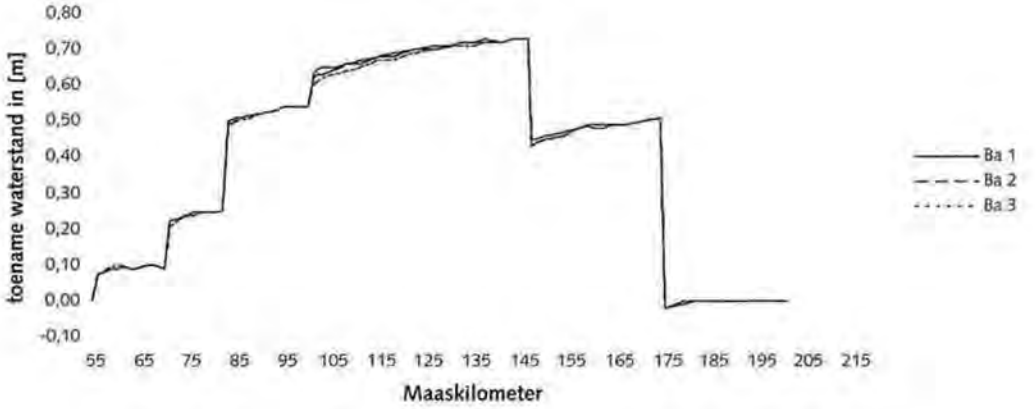
Voor zowel de scheepvaartdoelstelling als de effecten op het grondwater (en daarmee natuur en landbouw) is voornamelijk de situatie van belang waarbij de rivier gestuwd is.
Bij de meest voorkomende afvoeren (van 50 tot 500 m^3/s) is voor de drie basisalternatieven het ontwerp erop gericht een waterstandsdaling te voorkomen om (verdere) verdroging van het gebied om de Maas te voorkomen.

In de figuren 12.4 t/m 12.6 is een overzicht gegeven van de waterstandsverandering bij verschillende afvoeren. Duidelijk is te zien dat bij lage afvoeren de waterstand volledig wordt bepaald door de toegepaste peilopzet. Deze peilopzet is nodig om voldoende vaardiepte voor de scheepvaart te kunnen garanderen. Bij deze lage afvoer is er vrijwel geen verhang in de stuwpanden aanwezig, en de drie basisalternatieven verschillen hier dan ook zo goed als niet van elkaar. Bij grotere afvoer neemt het verhang in de stuwpanden toe. Door rivierverruiming neemt het verhang ten opzichte van de referentiesituatie af. Dit effect speelt het sterkst bij Basisalternatief 3, omdat bij dat alternatief de mate van verruiming het grootst is. Daarnaast is er een (kleiner) verschil tussen Basisalternatief 1 (verdieping) en Basisalternatief 2 (verbreding), waarbij verdieping een grotere waterstandsdaling zou veroorzaken dan de verbreding bij afvoeren beneden de 1/250 per jaar. Dit laatste kan (enigszins gesimplificeerd) worden verklaard door het feit dat de rivierverruiming wordt bepaald door de toename van het doorstroomprofiel; bij verdieping komt de volledige verruiming hiervoor in aanmerking, bij verbreding slechts het natte deel (en dus niet het deel wat boven water ligt).

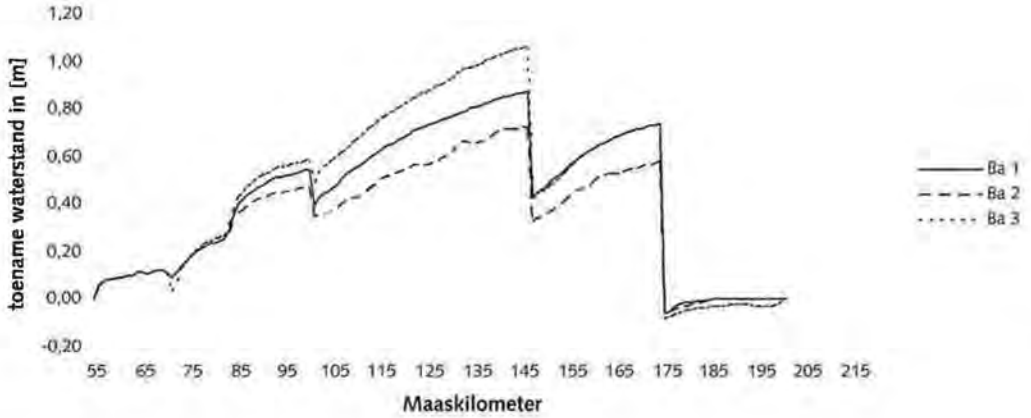
De waterstandsdaling die bovenstrooms in het stuwpand zou ontstaan tengevolge van het verdwijnen van het verhang uit de rivier, wordt gecompenseerd door het peil op te zetten. Naarmate er meer verhang uit de rivier wordt getrokken is er meer peilopzet nodig om een waterstandsdaling te voorkomen. De benodigde peilopzet om waterstandsverlagingen te voorkomen is direct gekoppeld aan de waterstandsdaling die zou ontstaan zonder peilopzet. De peilopzet bij Basisalternatief 3 is daarom groter dan die bij Basisalternatief 1 (verdieping), die op haar beurt weer groter is dan bij Basisalternatief 2 (verbreding).

In de figuren kan de peilopzet worden teruggevonden voor de situatie net bovenstrooms van de stuwen te beschouwen: hier wordt de waterstand volledig bepaald door het stuwpeil (en is dus onafhankelijk van de verruimingsingrepen).

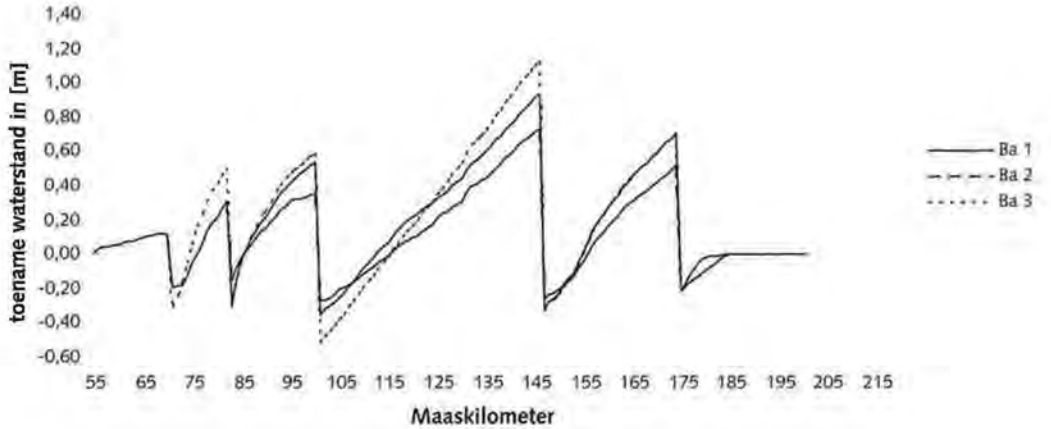
Voor de scheepvaart zijn met name de diepgang en de doorvaarthoogte van belang; beide zijn direct te koppelen aan de waterstand. Ook is de stroomsnelheid van belang.Over het algemeen zal door de rivierverruiming en de peilopzet de stroomsnelheid afnemen, zeker in de gestuwde situatie.
Echter, in de ongestuwde situatie is over het algemeen sprake van een waterstandsdaling. Daar waar geen profielverruiming plaatsvindt zullen dus de stroomsnelheden toenemen. Van belang hierbij zijn ook de afvoeren waarbij de stuwen worden getrokken: naarmate er meer profielverruiming wordt uitgevoerd zullen de stuwen later worden getrokken. De basisalternatieven zijn op dit punt niet echt onderscheidend, zie tabel 12.3.
Opgemerkt wordt dat de gegeven strijkdebieten uitsluitend als indicatie kunnen worden gebruikt, enerzijds omdat ze zijn afgeleid uit de ZWENDL – resultaten zonder interpolatie en daarom afgerond op 250 m^3/s, en anderzijds omdat er geen terugkoppeling heeft plaatsgevonden met het dagelijkse beheer van de stuwen.



Figuur 12.4 – Waterstandsverschil met referentie bij lage afvoer (QBorgharen = 66,2 [m³/s])



Figuur 12.5 – Waterstandsverschil met referentie bij gemiddelde afvoer (QBorgharen = 184,5 [m³/s])



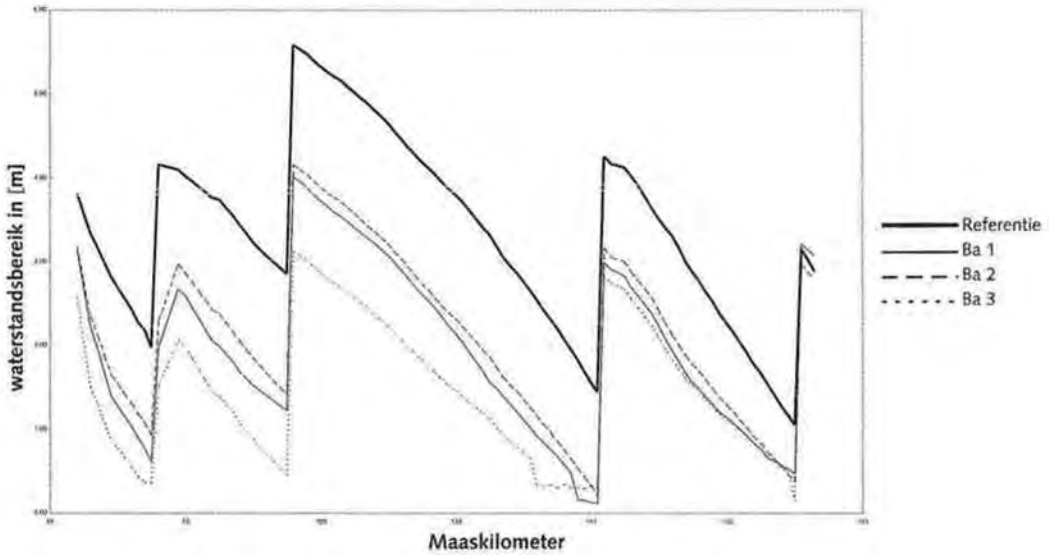
Figuur 12.6 – Waterstandsverschil met referentie bij hoge afvoer (QBorgharen = 471,2 [m³/s])

Tabel 12.3 Afvoer (Borgharen) waarbij stuwen getrokken zijn

Stuw lokatie		Referentie	Basisalternatief		
Stuw	Maaskm		1	2	3
Linne	69	1500	1750	1750	1750
Roermond	81	1000	1500	1250	1750
Belfeld	101	1000	1250	1000	1500
Sambeek	147	1250	1750	1500	1750
Grave	176	1000	1500	1500	1500
Lith	201	1000	1000	1000	1000

Dynamiek in waterstanden

Een van de aspecten van de rivierdynamiek is de mate waarin de waterstanden gedurende het jaar wisselen. Dit aspect van de rivierdynamiek wordt hier (arbitrair) gekarakteriseerd met het verschil tussen de waterstand die gemiddeld 1 dag per jaar wordt overschreden en de gemiddelde waterstand (voornamelijk bepaald door het stuwpeil). Voor elk Basisalternatief wordt deze karakteristiek per Maaskilometer uitgezet tegen de referentiesituatie, zie figuur 12.7



Figuur 12.7 – Dynamiek in waterstanden (Verschil tussen gemiddelde waterstand en de waterstand die 1 dag per jaar wordt overschreden)

In de figuur is te zien dat door de ingrepen de waterstandsvariatie afneemt in vergelijking tot de huidige situatie (de referentie). De peilopzet tilt de laagste waterstanden op naar een hoger niveau, en de rivierverruiming verlaagt de hoogste waterstanden, beide hebben tot gevolg dat de variatie geringer wordt.

Naarmate de peilopzet en/of de rivierverruiming groter is, neemt de waterstandsvariatie verder af ten opzichte van de referentiesituatie. Dit verklaart waarom bij Basisalternatief 3 (met de grootste peilopzet en rivierverruiming) de waterstandsvariatie het sterkst afneemt, gevolgd door Basisalternatieven 1 en 2 respectievelijk.

12.3 Zijrivieren

Door de ingrepen in de Maas zullen de waterstanden op de Maas veranderen. Ook bij de monding van de zijrivieren/beken is dit het geval. Een verandering van deze waterstanden bij de monding werkt ook verder bovenstrooms op de zijrivier door, maar dempt wel uit naarmate de afstand tot de monding toeneemt. De mate waarin deze verandering uitdempt, is vooral afhankelijk van het verhang in de zijrivier: bij een steil verhang is de demping groot, bij een klein verhang is de demping gering.

Afwatering

De zijrivieren verzorgen een deel van de afwatering van de omgeving. Een verhoging van de waterstanden op deze zijrivier maakt een afwatering moeilijker. Bij hoge afvoeren in de zijrivier kan de afwatering problematisch zijn (ook in de huidige situatie).
De afvoeren op de zijrivieren zijn deels gecorreleerd met de Maasafvoer. Hoge afvoeren gaan op de zijrivieren gaan meestal samen met hoge afvoeren op de Maas. In dit geval neemt de waterstand op de Maas af en is het effect op de afwatering dus gunstig.
Hoewel onwaarschijnlijk, is het niet uit te sluiten dat de afvoer op de zijrivieren samenvalt met een niet al te hoge afvoer op de Maas (gestuwde afvoer). In dat geval is er sprake van peilopzet op de Maas en deze zal deels ook bij de mondingen van de zijrivieren merkbaar zijn, resulterend in een waterstandsverhoging bij de mondingen. Dit betekent dat in deze gevallen de afwatering op de zijriveren moeilijker wordt.
Het effect van de ingrepen op de afwateringsmogelijkheden op de zijrivieren is dus meestal positief, maar kan in sommige gevallen ook verkeerd uitpakken.

Een inschatting van de effecten van de ingrepen op de afwatering op de zijrivieren wordt gekoppeld aan de waterstandsverandering in de monding en de mate waarin het effect op de zijrivier uitdempt. De waterstandsverandering in de monding is afhankelijk van de afvoer op de Maas en kent een onder- en een bovengrens. De ondergrens (een waterstandsdaling) treedt op bij hoge Maasafvoeren en de bovengrens bij de gestuwde situatie.
In tabel 12.4 is voor de belangrijkste zijrivieren/beken weergegeven wat de grenzen aan de waterstandsverandering in de monding zijn.

Tabel 12.4 Maaswaterstanden bij de mondingen van de zijrivieren

Zijrivier	Maaskm	Verandering waterstand [m]					
		Ba 1		Ba 2		Ba 3	
		min	max	min	max	min	max
Vloedgraaf	65,20	-0,09	0,11	-0,09	0,11	-0,16	0,11
Roer	78,20	-1,24	0,42	-0,92	0,42	-1,69	0,62
Swalm	88,20	-1,19	0,53	-0,89	0,53	-1,76	0,53
Neerbeek	89,30	-1,24	0,53	-0,90	0,53	-1,83	0,53
Groote Molenbeek	133,10	-1,00	0,76	-0,78	0,73	-1,34	0,98
Niers	157,20	-0,90	0,49	-0,81	0,49	-1,12	0,55
Dieze	221,00	-0,01	0,30	0,02	0,25	0,03	0,37

De mogelijke waterstandsstijgingen bij Basisalternatief 1 en 2 zijn vrijwel gelijk, alleen Basisalternatief 3 laat voor een aantal zijriveren (Roer, Groote Molenbeek) een duidelijk hogere waarde zien.
Omgekeerd geldt dat ook de waterstandsdalingen bij Basisalternatief 3 het grootst zijn, gevolgd door die bij Basisalternatief 1 en het geringst bij Basisalternatief 2.
Voor de Basisalternatieven 1, 2 en 3 geldt dus dat de mogelijke waterstandsstijging (ongunstig maar onwaarschijnlijk) en waterstandsdaling (gunstig en waarschijnlijk) tegelijkertijd toenemen.
Voor het totale effect op de afwatering op de zijrivier is er geen zinvol onderscheid te maken tussen de Basisalternatieven 1, 2 en 3, anders dan dat bij Basisalternatief 3 de onzekerheid groter is dan voor respectievelijk Basisalternatief 2 en 1. Ondanks dit onderscheid, worden de effecten op de afwateringsmogelijkheden op de zijrivieren voor Basisalternatieven 1, 2 en 3 gelijk als licht positief beoordeeld.

Stabiliteit erosiebasis

De verandering in het regime van waterstanden op de Maas heeft mogelijk gevolgen voor de morfologie van de zijrivieren, omdat daarmee de erosiebasis voor de zijrivieren verandert. Het wel of niet optreden van erosie of sedimentatie van de zijrivieren is namelijk onder meer afhankelijk van de waterstand bij de samenvloeiing van de zijrivieren met de Maas. Tijdens hoogwater, wanneer de stuwen getrokken zijn, nemen de waterstanden op de Maas af. Bij gestuwde afvoeren daarentegen, nemen door het toepassen van peilopzet de waterstanden toe. Als er in de periode met veranderde waterstanden in de Maas gelijktijdig sedimenttransport optreedt in de zijrivieren, zal de bodem van de zijrivieren zich aanpassen aan de veranderde waterstand op de Maas. De erosie en/of sedimentatie zal met lokale maatregelen gemitigeerd moeten worden. Deze maatregelen zijn in principe alleen afhankelijk van de veranderingen in het regime van waterstanden op de Maas (verhanglijn 1 versus verhanglijn 2).
Zoals te verwachten valt uit de optredende waterstandsdalingen, zijn de mogelijke dalingen voor Basisalternatief 3 het grootst, gevolgd door die voor Basisalternatief 1 en het kleinst voor Basisalternatief 2.
De mogelijke stijgingen zijn voor Basisalternatief 1 en 2 vrijwel gelijk, omdat de peilopzet hier grotendeels wordt bepaald door de scheepvaartdoelstelling die voor beide alternatieven dezelfde is.
Voor Basisalternatief 3 zijn de mogelijke verhogingen meestal groter, omdat de benodigde opzet om de waterstandsdalingen te voorkomen beduidend groter is dan voor de overige alternatieven. De verhogingen voor de Dieze zijn niet het gevolg van peilopzet maar van de vermindering van de topvervlakking.
De beoordeling voor de drie basisalternatieven is licht negatief, omdat er in alle gevallen mogelijk op termijn mitigerende maatregelen moeten worden getroffen. Er is geen onderscheid gemaakt naar de basisalternatieven, omdat de grootte van de mitigerende maatregel van ondergeschikt belang is.

Beoordeling

Tabel 12.5 Criterium zijrivieren

Subcriterium	Gewicht	Basisalternatief		
		1	2	3
Afwatering	75%	+	+	+
Stabiliteit erosiebasis	25%	–	–	–
Score		**0**	**0**	**0**

12.4 Stabiliteit rivierloop

Stabiliteit zomerbed

Uitvoering van de profielverruiming moet leiden tot een situatie waarbij het morfologisch onderhoud voor de Maas vergelijkbaar is met het huidige morfologisch onderhoud. Ook na profielverruiming zullen lokaties met erosie en sedimentatie elkaar afwisselen.

Substantiële sedimentatie zal leiden tot een toename van de waterstanden, zodat de geboden bescherming tegen overstroming op termijn wordt aangetast. (Dit verschijnsel doet zich in de huidige riviergeometrie reeds voor in het riviergedeelte tussen km 205 en km 220.)

Substantiële erosie kan gevaar opleveren voor de in het gebied aanwezige kunstwerken. Bovendien kunnen kabels en leidingen bloot komen te liggen.

De gevolgen van sedimentatie en erosie kunnen worden beperkt door het nemen van gepaste maatregelen in de vorm van (onderhouds)baggerwerk en het aanstorten van locaties met ongewenste erosie.

Ten aanzien van het bestorten van de locaties met erosie kunnen in principe twee wegen worden bewandeld, namelijk het direct aanleggen van de gehele bestorting of het geleidelijk opbouwen van de benodigde bestorting door na elk hoogwater te beoordelen waar bestorting noodzakelijk is, zodat de benodigde bestorting in de loop van enige jaren geleidelijk wordt opgebouwd. De effecten vallen daarmee in de categorie goed mitigeerbaar door onderhoud.
De eerste optie resulteert in een veilige oplossing die relatief snel kan worden bereikt. De tweede oplossing brengt meer risico's met zich mee, omdat pas door inventarisatie ná het hoogwater wordt vastgesteld welke gedeelte moet worden bestort. Over het algemeen zal deze werkwijze echter belangrijk goedkoper zijn indien de erosieprocessen relatief traag verlopen.

Het onderscheid dat tussen de basisalternatieven kan worden gemaakt is gebaseerd op een inschatting van de onderhoudsinspanning en in termen van risico's gemoeid met het aansnijden van lagen met fijn sediment. De benodigde onderhoudsinspanning verschilt niet significant van die in de huidige situatie (referentie), en de basisalternatieven scoren daar dus allemaal neutraal. Het risico op het aansnijden van fijne lagen is alleen aanwezig voor de alternatieven met zomerbedverdieping, deze scoren licht negatief.

Stabiliteit oevers

Bij de basisalternatieven kan een onderscheid worden gemaakt naar de beschermde oevers (de NVO's) en de onbeschermde oevers (overige). De beschermde oevers worden verondersteld in de huidige situatie voldoende stabiel te zijn. De maximale belasting van de oevers vindt plaats bij zomerbedvullende afvoer (stroming) gecombineerd met scheepvaart (golven en stroming). Door verdiepingsmaatregelen (Basisalternatief 1) neemt de stroomsnelheid toe bij de ongestuwde situatie. Bij de gestuwde situatie neemt de stroomsnelheid echter af. Ook door verbredingsmaatregelen (Basisalternatief 2 en voor een groot deel Basisalternatief 3) neemt de stroomsnelheid af en neemt ook de golfaanval licht af (het gaat hierbij om de maximale golfaanval; de frequentie van de golfaanval is hierbij niet van belang).
De oeverbescherming zal daarom ook in de ingrepen voldoen. Daar waar geen profielverruiming plaatsvindt (lokale obstructies als stuwen en onder bruggen), zullen door de afname van de waterstanden de stroomsnelheden en daarmee de aanval op de oevers wel toenemen. Deze toename is gering (minder dan 10%) en verschilt amper over de drie basisalternatieven. Vooralsnog wordt er daarom van uitgegaan dat deze belastingtoename geen vérstrekkende consequenties heeft voor de

bestaande harde oeververdedigingen. De onbeschermde oevers zijn onderhevig aan erosie en/of sedimentatie. Beide zijn vanuit het oogpunt van de oeverstabiliteit ongewenst. In een eerder stadium zijn een aantal verkennende berekeningen uitgevoerd waarbij voor onbeschermde oevers een erosiepotentie is berekend. Met deze erosiepotentie wordt aangegeven in hoeverre een oever gevoelig is voor erosie, waarbij als uitgangspunt wordt gehanteerd dat de oever volledig onbeschermd is en bestaat uit loskorrelig materiaal (en ook onbegroeid is). De erosiepotentie is daarbij ingeschat op enkele meters per jaar. De NVO's in de basisalternatieven worden echter beschermd tegen scheepvaartgolven door een vooroeververdediging, en zijn begroeid. De werkelijke erosie zal daarom beduidend kleiner zijn. Gezien de geringe verschillen in de basisalternatieven in stroomsnelheden is er amper onderscheid te maken tussen de basisalternatieven en gezien de zeer beperkte betrouwbaarheid van een voorspelling van de erosie wordt een verdere uitwerking van dit criterium niet zinvol geacht.
De beoordeling voor dit subcriterium is voor de drie basisalternatieven gelijk en is licht negatief (–).

Stabiliteit winterbed
Door de realisatie van de in de basisalternatieven voorgestelde ingrepen, zal de morfodynamiek (het patroon van sedimentatie en erosie) in het winterbed veranderen. Vanuit het oogpunt van een natuurlijk riviersysteem wordt een versterking van deze morfodynamiek positief ervaren.
Voor de stabiliteit van het winterbed is dit echter niet het geval. Vooral sedimentatie van het winterbed kan op den duur een bedreiging vormen voor de stabiliteit van de rivierloop.

In de huidige situatie is deze morfodynamiek zeer gering als het gaat om de mate waarin het een bedreiging kan vormen voor de stabiliteit van de rivierloop. In de praktijk wordt hinderlijke sedimentatie die is ontstaan tijdens de passage van een hoogwatergolf verwijderd. Het gaat hierbij vooral om sedimentatie in de vaargeul en slechts in zeer geringe mate om sedimentatie in het winterbed.
De morfodynamiek wordt bepaald door de mate waarin er afvoer over het winterbed van de rivier plaatsvindt. De zomerbedverruiming in de basisalternatieven zullen ertoe leiden dat de waterstanden bij de hoogwatersituaties worden verlaagd. Dit betekent ook dat het winterbed minder frequent zal overstromen en dat tevens, bij de zeer hoge afvoeren waarbij het winterbed wel overstroomd, het aandeel van de afvoer over het winterbed zal afnemen ten gunste van het aandeel in het zomerbed. Voor de morfodynamiek komt dit erop neer dat deze zal afnemen, hetgeen voor de stabiliteit van de rivierloop als een gunstig effect kan worden aangemerkt.

De mate waarin de morfodynamiek afneemt is dus gerelateerd aan de mate waarin bij een hoogwater de waterstanden dalen. De afname in de morfodynamiek zal daarom het grootst zijn bij Basisalternatief 3 , gevolgd door respectievelijk Basisalternatief 1 en 2. (Basisalternatief 1 geeft bij wat lagere afvoeren dan de 1/250-afvoer een grotere verlaging van de waterstanden dan Basisalternatief 2). Daar echter in de huidige situatie al geen sprake is van een reële bedreiging voor de stabiliteit van het winterbed en voor elk van de basisalternatieven deze bedreiging alleen maar verder afneemt, is een onderscheid naar de verschillende basisalternatieven vanuit het oogpunt van de stabiliteit van het winterbed niet zinvol.
De beoordeling voor dit subcriterium is voor de drie basisalternatieven neutraal.

Beoordeling

Tabel 12.6 Stabiliteit rivierloop

Subcriterium	Gewicht	Basisalternatief		
		1	2	3
Stabiliteit zomerbed	50%	–	0	–
Stabiliteit oevers	30%	–	–	–
Stabiliteit winterbed	20%	0	0	0
Score		–	0	–

12.5 Slibhuishouding en oppervlaktewaterkwaliteit

Inleiding

Slibhuishouding en oppervlaktewaterkwaliteit vormen twee criteria binnen het aspect oppervlaktewater en morfologie. Beide criteria worden hier binnen één paragraaf besproken. Het criterium oppervlaktewaterkwaliteit wordt besproken aan de hand van meerdere subcriteria en uiteindelijk beoordeeld aan de hand van twee subcriteria: blauwalgen en concentratie PCB-153.
Slibhuishouding en kwaliteit van het oppervlaktewater zijn van belang voor de ecologische potenties van het riviersysteem en voor gebruiksfuncties als recreatie en drinkwaterwinning. Deze factoren zijn bepalend voor de aard en kwaliteit van de waterbodem en het winterbed en via die weg ook van invloed op het voorkomen van planten- en diersoorten. De aanwezigheid van zware metalen en microverontreinigingen is direct en indirect van invloed op de opbouw van de levensgemeenschap. Sedimentatie en kwaliteit (mate van verontreiniging) van het slib bepalen de omvang en de kosten van het baggeronderhoud. Met name de waterkwaliteitsaspecten, slibhuishouding, zuurstofhuishouding en beschikbaarheid van voedingsstoffen zijn van belang voor het ecologisch functioneren. Zo zijn plaatsen met veel aanslibbing ongeschikt als paaiplaats voor riviervissen. Ook de aanwezigheid van macrofaunasoorten is sterk afhankelijk van de aard van het substraat.

De combinatie doorzicht, ofwel de beschikbaarheid van licht, en aanslibbing is bepalend voor de vestiging van voor stromend water specifieke plantensoorten, zoals rivierfonteinkruiden. Macrofauna en vissoorten van stromend water vereisen doorgaans hoge zuurstofgehalten in het water en in de bedding (in geval van paaiplaatsen en in bodem levende macrofauna).
Eutrofiëring is de overmatige groei van planten en algen als gevolg van een grote beschikbaarheid van voedingsstoffen. In de hoofdbaan van de Zandmaas uit eutrofiring zich in de overmatige groei van algen, omdat de groei gelimiteerd wordt door de beperkte beschikbaarheid van licht. In de Maasplassen wordt de groei van algen vooral bepaald door de aanwezigheid van voedingsstoffen. In plassen die veel uitwisselen met de voedselrijke hoofdbaan komen hoge gehalten aan algen voor, welke sterk van invloed zijn op het doorzicht. De meeste Maasplassen hebben een recreatiefunctie en daarvoor is een groot doorzicht vereist. Enkele algensoorten, waaronder vooral blauwalgen, scheiden toxische stoffen af. Deze soorten zijn kritisch uit oogpunt van de drinkwaterwinning en tevens voor de kwaliteit van het zwemwater.

Effectbeoordeling en beschouwde parameters
Een onderscheid naar deeltrajecten is uit oogpunt van slibhuishouding en waterkwaliteit minder zinvol. Verschillen langs het traject kunnen voldoende worden geïllustreerd en geaggregeerd op basis van een boven- en benedenstrooms traject. Relevant is wel het onderscheid naar onderdelen daarbinnen.
Voor de effectbepaling is onder meer onderscheid gemaakt naar uit oogpunt van onderhoud relevante plaatsen (onder andere hoofdbaan, kanalen, de Maasplassen (met geringe of juist meer uitwisseling met de hoofdbaan), voorhavens en NVO's), waar netto sedimentatie optreedt. Voor de ecologische effectbeoordeling is een onderscheid naar hoofdbaan, NVO's en winterbed (met het oog op een ecotoxicologische risicoanalyse) van belang. Voor de hoofdbaan worden daarbij ook kwalitatieve uitspraken gedaan met betrekking tot het sedimentatiepatroon. Bovendien is daarbij onderscheid nodig naar paai-, broed- en groeiseizoen.
Voor wat betreft de hoofdbaan, kanalen en plassen zijn effecten geïllustreerd aan de hand van een aantal representatieve lokaties in het boven- en benedenstroomse traject van de Zandmaas.

Voor de beschrijving van de slibhuishouding is gekeken naar de netto sedimentatie in tonnen per jaar als relevante parameter. De gemiddelde zwevende stof concentraties en sedimentatiesnelheid zijn bepaald voor maart, de paaitijd van een aantal kritische vissoorten. Uit eerdere berekeningen bleken de sedimentatiesnelheden te laag om ecologisch kritisch te kunnen zijn en worden daarom niet verder behandeld. Bij eutrofiëring is gekeken naar de belangrijkste voedingsstoffen fosfaat en stikstof, de groei van blauwalgen en groenalgen alsmede het totaal chlorofylgehalte. Deze zijn aangegeven voor de kritische periode juli – oktober.
Bij verontreinigingen is onderscheid gemaakt naar gedrag en zijn concentraties berekend voor de representatief geachte parameters zink, lindaan en PCB-153. Zink en PCB-153 adsorberen voor een groot deel aan zwevend stof, lindaan echter nauwelijks. PCB-153 is in tegenstelling tot zink ook onderhevig aan verdamping. Het sterk opgeloste lindaan is ook onderhevig aan verdamping en met name ook aan afbraak. Voor een toelichting op de modellering en de beoordeling van de resultaten wordt verwezen naar het Achtergronddocument Methodiek.

Effecten op hoofdlijnen

Slibhuishouding
Verbreding, verdieping en opzetten van het peil leiden tot een afname in stroomsnelheden en daarmee tot (een toename van) de afzetting van slib. Bij verdieping neemt ook de invloed van de scheepvaart, als opwerveling van de bodem, op de sedimentatie af. Bij verdieping is de (toename in) sedimentatie derhalve groter dan bij verbreding.
Natuurvriendelijke oevers (NVO's) bestaan uit een verbreding van de rivier door het afgraven van een deel van het winterbed. De flauw oplopende oever die zo ontstaat wordt door golfbrekers tegen erosie beschermd. NVO's leiden tot verruiming van het doorstroomprofiel met effecten gelijk aan verbreding. Daarbij bieden NVO's, afhankelijk van hun ontwerp, achter de golfbrekers en ook tussen waterplanten een 'luw milieu' waar slib ook meer permanent tot afzetting kan komen.

Slib wordt vooral afgezet in de verdiepte en verbrede bovenstroomse trajecten. Door de afzetting van het slib daalt de concentratie aan zwevende stof, waardoor de sedimentatie in het benedenstroomse traject kleiner is. Afgezet sediment in de hoofdbaan wordt in alle gevallen/alternatieven weer volledig geërodeerd tijdens hoogwater. De netto sedimentatie is daarom nul en is daarom niet onderscheidend tussen alternatieven. De netto sedimentatie in voorhavens verschilt circa 7% tussen de alternatieven. Dit verschil wordt onderscheidend gevonden. Ook onderscheidend zijn de gevolgen van ingrepen in de slibhuishouding die niet in alle alternatieven voorkomen.

De beleidsrelevantie van sedimentatie is hoog vanwege de hoge kosten van onderhoudsbaggeren. Zij is daarom vooral relevant ingeval netto sedimentatie optreedt in voorhavens en oevers. De zwevende stofconcentraties zijn op zich niet ecologisch relevant gebleken.

Tijdelijke aanslibbing kan van invloed zijn op het ecologisch milieu. Tijdelijke sedimentatie gedurende de zomermaanden kan van invloed zijn op eieren en larven van bodembroedende vissen en op in de bodem levende macrofauna. Een sliblaag kan leiden tot een zuurstofloze toplaag, waardoor de voornoemde organismen stikken. In het geval van de Zandmaas komen maar beperkt of zelfs geen vissen voor welke afhankelijk zijn van een zuurstofrijke bovenlaag voor paaien en eiafzetting. Hierbij dient te worden opgemerkt dat in het geval van de Zandmaas de frequente scheepvaartbewegingen in de vaargeul voortdurend leiden tot het omwoelen van de toplaag, waardoor deze ook nu al minder geschikt is voor eiafzetting en bodemleven. Dit blijkt onder meer ook uit de arme bodemfauna. De toename van de slibafzetting vindt vooral plaats op die trajecten waar de bodem onder de omwoelende werking van scheepsschroeven komt te liggen. Wat betreft de macrofauna wordt op deze plaatsen een verschuiving in algemene soorten verwacht, waarbij de biomassaproductie gelijk blijft. Vanwege het wegvallen van de omwoelende werking wordt op deze plaatsen onder andere de vestiging van schelpdieren verwacht. Deze organismen zijn mede vanwege hun afmetingen (enkel centimeters) niet erg gevoelig voor de tijdelijke sedimentatie zoals die wordt voorspeld (enkele millimeters). Het toenemen van de tijdelijke aanslibbing in de hoofdbaan als gevolg van de verruiming van het profiel is daarom maar van beperkte ecologische betekenis en niet onderscheidend tussen de alternatieven.

Kwaliteit zwevende stof

Omdat zwevende stof met name in het bovenstroomse deel van de Zandmaas tot bezinking komt, zijn er verschillen in de concentratie zwevende stof en daarmee samenhangende parameters tussen boven- en benedenstroomse delen van de Zandmaas. Bij een geringere beschikbaarheid van het zwevend materiaal kan de concentratie geabsorbeerde stoffen toenemen. Verruiming van het stroomprofiel leidt tot langere verblijftijden en verbreding tot een groter voor verdamping beschikbaar oppervlak. Stoffen welke significant aan verdamping onderhevig zijn, zoals lindaan en hcb, zullen daarom tengevolge van verdieping en verbreding een (grotere) afname in concentratie te zien geven. Lindaan, zink en PCB 153, en de parameters cadmium, koper, lood, zink en Benz(a)pyreen hebben in alle gevallen waarden die de grenswaarde in alle alternatieven ruimschoots overschrijden. In het geval van lindaan, zink totaal en zink geadsorbeerd wordt een afname of ten hoogste een zeer geringe toename verwacht. Deze parameters zijn daarom niet relevant voor het vergelijken van alternatieven. De gehalten aan PCB 153 liggen rond de grenswaarde. De verschillen zijn relevant en onderscheidend als men stringent omgaat met grenswaarden.

Kwaliteit zomerbed

Zwevend stof dat bezinkt komt als laag of gemengd met zand tot afzetting. De mate van afzetting en de kwaliteit van het slib zijn bepalend voor de omvang en kosten van onderhoudsbaggerwerken. Onderhoud zal enkel daar nodig zijn waar sprake is van netto sedimentatie, zoals in voorhavens en mogelijk ook in NVO's.
Saneringsklassen worden bepaald op basis van een standaard bodemtype en zijn daarom vooral afhankelijk van het aan het zwevende stof gebonden gehalte aan zware metalen en microverontreinigingen.
Wat betreft de kwaliteit van de onderhoudsbagger, uit voorhavens en oevers, dient ook in de toekomst te worden uitgegaan van de klassen zoals nu worden aangetroffen. De kwaliteit van het zomerbed is wel beleidsrelevant maar niet onderscheidend tussen alternatieven.

Kwaliteit winterbed
Slibafzetting en slibkwaliteit zijn van invloed op de kwaliteit van de, voor planten en dierenleven belangrijke, toplaag (bovenste 25 cm) van het winterbed. Op dit moment is de toplaag van het winterbed beperkt verontreinigd omdat in de afgelopen decennia maar weinig verontreinigd slib (enkele centimeters) tot afzetting is gekomen. Ondanks verbeteringen in de kwaliteit van het zwevende stof zal sedimentatie ook in de toekomst nog leiden tot een geringe toename van de verontreinigingsgraad. Hoe geringer de sedimentatie hoe kleiner deze toename zal zijn.
Verruiming van het doorstroomprofiel leidt tot een afname in de inundatie en daarmee in sedimentatie op het winterbed.
De kwaliteit van de winterbedbodem is (echter) niet onderscheidend tussen de verschillende alternatieven.

Eutrofiëring en algengroei
De groei van algen is in de hoofdbaan van de Zandmaas veelal lichtgelimiteerd. Verdieping leidt tot afname in algengroei omdat gemiddeld, ondanks de lagere zwevende stof concentraties, over de gehele waterkolom minder licht voor de groei van algen beschikbaar is.
Verbreding leidt daarentegen, vanwege de verbeterde lichtcondities, tot een toename in algen.
Dit wordt veroorzaakt door een toename van de sedimentatie, waardoor de concentraties zwevend stof lager en de hoeveelheid licht hoger zullen zijn. Vanwege voornoemde verschillen en verschillen in verblijftijden en waterkolom varieert ook het gehalte aan algen over de deeltrajecten. Groenalgen lijken daarbij sterker op voornoemde verschillen te reageren dan blauwalgen. De groei van algen in de Maasplassen wordt veelal gelimiteerd door beschikbaarheid van voedingsstoffen.
De meeste voedingsstoffen ontvangen de Maasplassen uit de hoofdbaan. Veranderingen in de uitwisseling met de voedselrijke Zandmaas bijvoorbeeld als gevolg van hoge stuwpeilen werken daardoor direct door in de algengroei op de plassen.
De concentratie P-totaal en N-totaal liggen ruim boven de norm, de kleine verschillen tussen alternatieven en ook tussen de autonome ontwikkeling en de alternatieven zijn daarbij niet relevant en ook niet onderscheidend.

De chlorophyl-a waarden liggen in alle gevallen onder de norm van 100 ug/^{l}. De verschillen tussen alternatieven zijn klein, en in vergelijking met de autonome ontwikkeling wordt vooral een daling van het chlorophyl-a gehalte verwacht. Deze parameter is daarmee niet relevant en onderscheidend voor de vergelijking van alternatieven. De concentratie aan groenalgen laat weliswaar grote verschillen zien tussen autonome ontwikkeling en alternatieven, maar er bestaat geen aparte normstelling voor groenalgen. Ook voor blauwalgen zijn geen aparte normen opgesteld. Blauwalgen zijn echter relevant uit oogpunt van de winning van oppervlaktewater, ten behoeve van drinkwaterwinning, benedenstrooms bij Lith, als onderdeel van het Project Infiltratie Maaskant. Ook kan een hogere initiële waarde aan blauwalgen leiden tot hogere gehalten aan blauwalgen daar waar sprake is van de inlaat van Maaswater voor peilbeheer. Blauwalgen worden daarom beleidsrelevant geacht en de verschillen tussen alternatieven voor het zomerbed zijn ook onderscheidend. In alle alternatieven ligt het zuurstofgehalte boven de norm. Ook qua doorzicht is er tussen alle alternatieven geen sprake van relevante verschillen.
Resumerend blijken de volgende parameters relevant en onderscheidend voor het vergelijken van alternatieven onderling en met de autonome ontwikkeling:

Slibhuishouding:
- totale netto sedimentatie in voorhavens en oevers (waarbij in alle gevallen eenzelfde kwaliteit (qua saneringsklasse) van de bagger kan worden verondersteld);

Waterkwaliteit:
- blauwalgen in het zomerbed benedenstrooms;
- PCB-153 (totaal en geadsorbeerd) voor zomerbed en plassen.

In de tabel wordt een overzicht gegeven van de effecten op de waterkwaliteit afgezet tegen de autonome ontwikkeling.

Tabel 12.7 Samenvattende tabel slibhuishouding en waterkwaliteit

	Autonoom	Basisalternatief		
	2010	1	2	3
Slibhuishouding				
Totale netto sedimentatie voorhavens en oevers (kton/jaar)	45	68	72	65
Waterkwaliteit				
blauwalgen (gC/m³)	0,32	0,126	0,42	0,42
PCB-153 (mg/kg)	0,0032	0,0027	0,0028	0,0026

Tabel 12.8 Scores slibhuishouding en waterkwaliteit per criterium

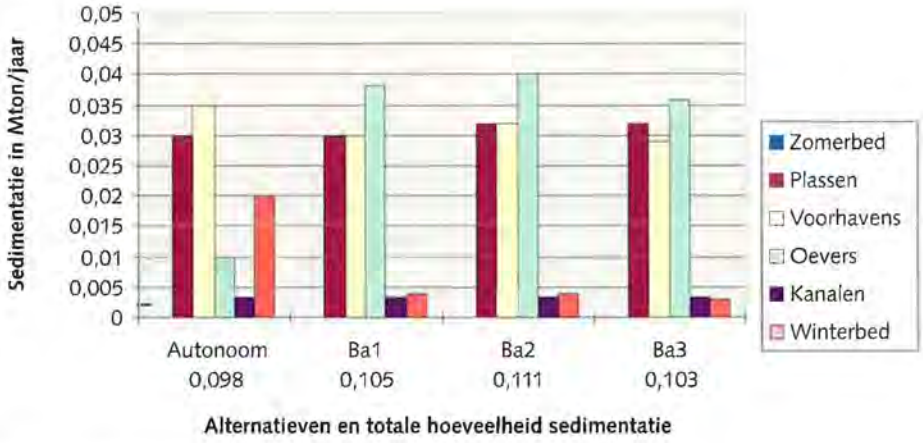
Criterium	Autonoom	Ba 1	Ba 2	Ba 3
Slibhuishouding totaalscore	**0**	--	--	--
Waterkwaliteit				
- blauwalgen	0	0	-	-
- PCB-153	0	0	0	0
Waterkwaliteit totaalscore	**0**	**0**	-	-

Toelichting bij de effecten op hoofdlijnen

Zwevend stof en sedimentatie
De resultaten in onderstaande tabellen zijn bepaald op basis van berekeningen voor 1989, een relatief droog jaar. De jaarvracht aan zwevend stof te Eijsden voor dit jaar wordt geschat op circa 0,35 Mton/jaar, wat aan de lage kant is. Gemiddeld over de periode 1976 – 1984 wordt voor Eijsden de jaarvracht geschat op circa 0,525 Mton/jaar.

De basisalternatieven lijken elkaar weinig te ontlopen. Ten opzichte van de autonome ontwikkeling is de prognose dat de totale nettosedimentatie voor de drie basisalternatieven met circa 0,1 Mton/jaar zal toenemen (12%).

Oppervlaktewater en morfologie



Figuur 12.8 – Prognose totale jaarlijkse nettosedimentatie in Mton/jaar

In het zomerbed vindt op jaarbasis geen netto sedimentatie plaats. In het zomerbed is alleen sprake van een tijdelijke sedimentatie gedurende perioden met lage afvoer (normaal de periode mei – oktober). Bij hogere afvoeren wordt de sedimentatie teniet gedaan.

Bij uitvoering van de basisalternatieven zal de tijdelijke sedimentatie in het zomerbed toenemen, met name in de stuwpanden tot Grave. In de alternatieven waarin het meest wordt verdiept (Basisalternatief 1 en 3) wordt de grootste toename gevonden. Slib wordt vooral (tijdelijk) afgezet in de verdiepte en verbrede bovenstroomse trajecten. Door de afzetting van het slib daalt de concentratie aan zwevende stof, waardoor de sedimentatie in het benedenstroomse traject kleiner is. Ten opzichte van de autonome ontwikkeling wordt de grootste reductie van het zwevend stof gehalte verwacht in de Basisalternatieven 1 en 3.
In de kanalen is de sedimentatie in tegenstelling tot het zomerbed van blijvende aard. De verschillen tussen de alternatieven zijn verwaarloosbaar.
In de plassen langs de Maas is de sedimentatie van blijvende aard. De totale sedimentatie in de autonome situatie bedraagt ongeveer 0,030 Mton/jaar, waarvan ongeveer 0,012 Mton/jaar tot aan Maasbracht en 0,033 Mton/jaar tussen Maasbracht en Lith. De sedimentatie in de plassen neemt volgens de berekeningen in de alternatieven iets toe (tot 0,002 Mton/jaar). Gevonden verschillen zijn toe te schrijven aan enerzijds verandering in de uitwisseling hoofdbaanplassen als gevolg van een gewijzigd peilbeheer en anderzijds aan verschillen in de zwevend stof concentraties in de hoofdbaan. In absolute zin zijn de verschillen echter vrijwel verwaarloosbaar.
Door een toename van het bergend vermogen in het zomerbed en de hiermee gepaard gaande afname van de overstromingsfrequentie wordt de sedimentatie in niet verlaagde delen van het winterbed geringer dan 0,005 Mton/jaar in de basisalternatieven. Voor de Basisalternatieven 1 en 2 is de overstromingsfrequentie ongeveer gelijk, voor Basisalternatief 3 is deze nog lager. Reden waarom in Basisalternatief 3 de prognose voor de jaarlijkse sedimentatie het laagst is.

De sedimentatie in de voorhavens van de Maas voor de autonome ontwikkeling is geschat op basis van gebaggerde hoeveelheden. De totale hoeveelheid is ongeveer 0,075 Mton/jaar, waarvan ongeveer 0,035 Mton/jaar sedimenteert in de voorhavens aan de Zandmaas.

De afname van de sedimentatie bij de verschillende alternatieven wordt voornamelijk veroorzaakt door het afnemen van de jaargemiddelde concentratie in de rivier. Dit wordt veroorzaakt door de vermindering van de concentratie in de zomerperiode ten gevolge van verhoogde sedimentatie in het zomerbed. Dit afgezette sediment wordt bij hogere Maasafvoeren geërodeerd.

De concentratieverhoging is echter geringer dan de oorspronkelijke concentratieverlaging, omdat dit sediment wordt getransporteerd bij veel grotere debieten. De afname van de stroomsnelheid in de rivier heeft weinig effect, omdat de uitwisseling met de rivier nog dusdanig is dat de concentraties zwevend stof in de haven en de rivier vrijwel hetzelfde zijn (jaargemiddelde verhouding havenrivier 0,7 tot 0,8).

Voor de basisalternatieven is de sedimentatie verhoudingsgewijs geschat op basis van de berekende slibconcentraties in het zomerbed. De geschatte afname ten opzichte van de autonome ontwikkeling bedraagt dan ongeveer 9% voor Basisalternatief 2 tot 18% voor Basisalternatief 3.

Op basis van een aantal eenvoudige berekeningen blijkt dat de sedimentatie in de huidige oeverzone, en dus ook in de autonome ontwikkeling, vrijwel te verwaarlozen is. Dit komt ook overeen met de praktijkervaring van de verschillende dienstkringen langs de Maas.
De aanleg van natuurvriendelijke oevers (NVO's) leidt tot verruiming van het doorstroomprofiel met effecten op het sedimentatiegedrag gelijk aan de effecten door verbreding. Daarbij bieden NVO's, afhankelijk van hun ontwerp, een luw milieu waar slib ook meer permanent tot afzetting kan komen. Door de aanleg van natuurvriendelijke oevers neemt de sedimentatie op de oevers dus toe.
De verwachting is dat deze sedimentatie ongeveer 0,02 m/jaar bedraagt.
Voor de drie basisalternatieven is het totaal oppervlak aan natuurvriendelijke oevers circa 370 ha.
In dit geval bedraagt de sedimentatie ongeveer 0.04 Mton/jaar. Kleine verschillen tussen de basisalternatieven onderling zijn het gevolg van verschillen in de berekende zwevend stof concentraties in de hoofdbaan.

Eutrofiëring

Voedingsstoffen (P- en N-species)
De beschrijving van de eutrofiëring beperkt zich tot het zomerbed, de Maasplassen en de natuurvriendelijke oevers. In tabel 12.9 zijn voor het zomerbed, de Maasplassen en de natuurvriendelijke oevers de jaargemiddelde concentraties aan voedingsstoffen gegeven voor de verschillende alternatieven. Voor het zomerbed is in de tabel zowel een representatief vak bovenstrooms (in de buurt van Roermond) als benedenstrooms (in de buurt van Lith) in het Zandmaastraject opgenomen.
Voor de plassen is onderscheid gemaakt in een plas met een relatief grote uitwisseling met de hoofdbaan (bovenstrooms) en een meer geïsoleerde plas (benedenstrooms).

Tabel 12.9 Jaargemiddelde concentraties voedingsstoffen

	Zomerbed bovenstrooms	Zomerbed benedenstrooms	Plassen bovenstrooms	Plassen benedenstrooms	NVO's
Totaal-N (mg/l)					
Autonoom 2010	3,35	4,51	2,66	1,43	–
Basisalternatief 1	3,29	4,26	2,73	1,41	2 – 5
Basisalternatief 2	3,28	4,25	2,73	1,41	2 – 5
Basisalternatief 3	3,27	4,15	2,75	1,41	2 – 5
Totaal-P (mg/l)					
Autonoom 2010	0,32	0,38	0,25	0,10	–
Basisalternatief 1	0,32	0,37	0,26	0,10	0.1 – 0.4
Basisalternatief 2	0,32	0,36	0,26	0,10	0.1 – 0.4
Basisalternatief 3	0,32	0,36	0,26	0,10	0.1 – 0.4

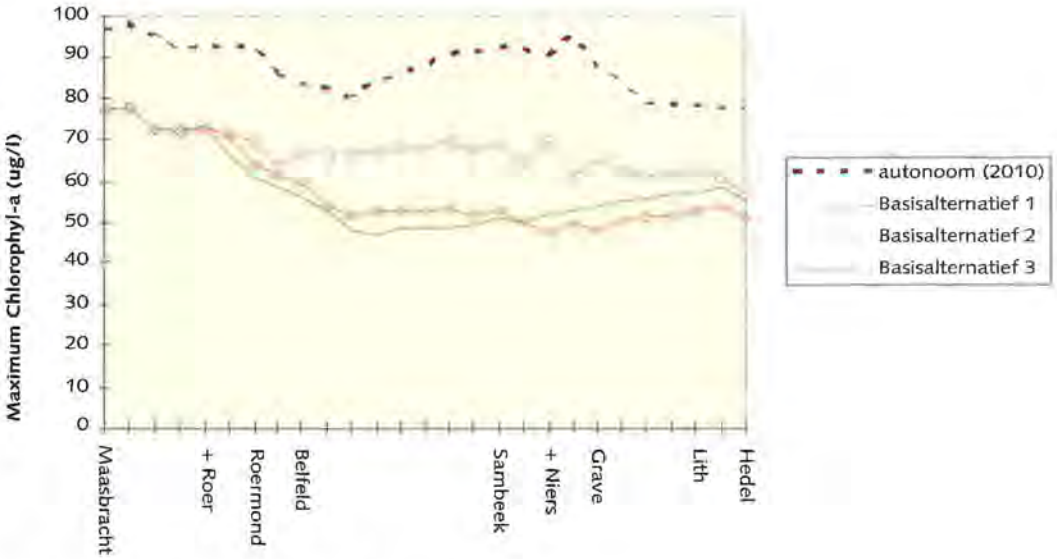
Oppervlaktewater en morfologie

De verschillen tussen de alternatieven zijn grotendeels verwaarloosbaar. Als gevolg van een toename van de verblijftijd in de Zandmaas in de basisalternatieven neemt de stikstofverwijdering iets toe, waardoor de concentraties N-species in deze alternatieven wat lager zijn.

De te verwachten concentraties in de oeverzone (NVO's) zijn afhankelijk van de mate waarin uitwisseling mogelijk is met de hoofdbaan en van het ecologische systeem in de oeverzone. Concentraties N en P zullen ongeveer gelijk zijn aan die in de hoofdbaan in geval van een relatief grote uitwisseling, maar lager bij een minder grote uitwisseling. In dit laatste geval kan het door algen en/of waterplanten geconsumeerde N en P niet voldoende snel worden aangevuld. Specifieke lokale omstandigheden (afspoeling van bemest land bijvoorbeeld) kunnen afwijkende, met name hogere, concentraties N en P in de oeverzone opleveren.

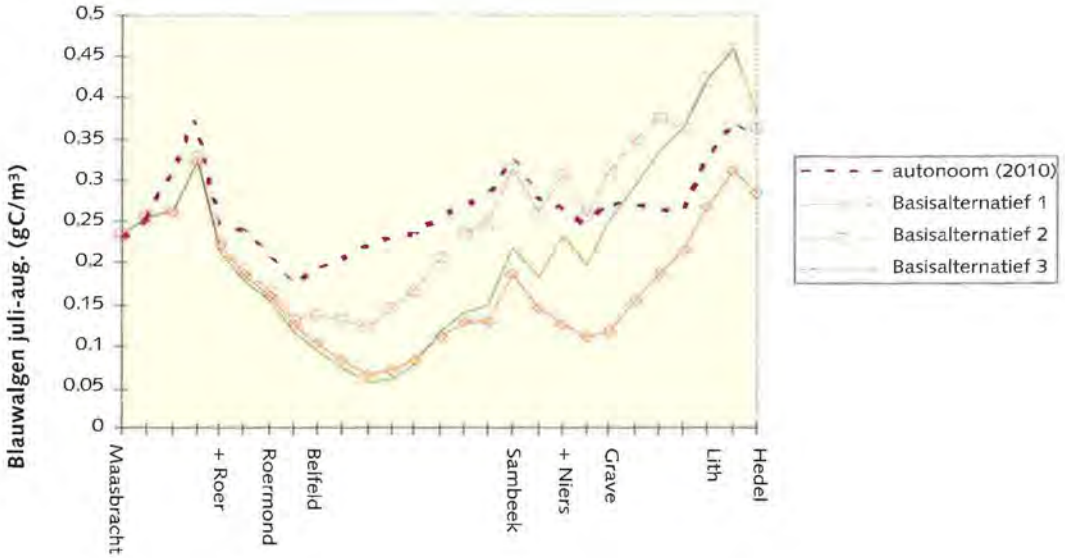
Algenbloei

Tabel 12.10 geeft de prognose van de maximum chlorophyl concentraties in het jaar, de gehalten aan groenalgen gemiddeld over de periode april – juli en blauwalgen over juli – oktober. In figuur 12.9 is in lengteprofiel het berekend jaarmaximum chlorophyl-a voor de verschillende alternatieven weergegeven. Omdat met name blauwalgen ongewenst zijn wordt is in figuur 12.10 het gemiddeld verloop van de concentraties blauwalgen in de periode juli – augustus gepresenteerd, de periode waarin de concentraties het hoogst zijn.



Figuur 12.9 – Maximum concentraties chlorophyl-a in het zomerbed

Gedurende de zomermaanden wordt in het zomerbed van de Zandmaas in de lengterichting veelal een dalende trend in het chlorophyl-a gehalte waargenomen. De groei van algen is in de Zandmaas veelal lichtgelimiteerd. Verdieping van het zomerbed leidt tot afname in algengroei omdat gemiddeld relatief minder licht voor de groei van algen beschikbaar is. Zomerbedverbreding leidt daarentegen tot een toename in algen, doordat de verblijftijd toeneemt en de relatieve beschikbaarheid van licht er niet kleiner door wordt. Vanwege voornoemde verschillen en verschillen in verblijftijden varieert ook het berekende gehalte aan algen over het traject. Groenalgen reageren daarbij sterker op voornoemde verschillen dan blauwalgen. Door verdiepen laten in het zomerbed alle alternatieven bovenstrooms al een verlaging in de chlorophyl gehalten zien ten opzichte van de autonome ontwikkeling. Benedenstrooms is de concentratie het laagst voor de alternatieven waarin het meest is verdiept (Basisalternatief 1 en 3).



Figuur 12.10 - Gemiddeld verloop concentraties blauwalgen, periode juli-augustus

Tabel 12.10 Algenbloei

	Zomerbed bovenstrooms	Zomerbed benedenstrooms	Plassen bovenstrooms	Plassen benedenstrooms	NVO's
Chlorophyl-a (mg/l) maximum					
Autonoom 2010	86	77	102	87	0
Basisalternatief 1	73	52	94	88	> 70
Basisalternatief 2	73	61	94	88	> 70
Basisalternatief 3	73	56	94	89	> 70
Groenalgen (gC/m³) gemiddeld april – juli					
Autonoom 2010	1,10	0,70	0,76	0,02	-
Basisalternatief 1	0,91	0,43	1,39	0,02	> 0,9
Basisalternatief 2	0,93	0,59	1,38	0,02	> 0,9
Basisalternatief 3	0,91	0,46	1,44	0,02	> 0,9
Blauwalgen (gC/m³) gemiddeld juli – oktober					
Autonoom 2010	0,29	0,32	1,12	1,25	-
Basisalternatief 1	0,27	0,26	1,02	1,26	> 0,4
Basisalternatief 2	0,28	0,42	1,03	1,23	> 0,4
Basisalternatief 3	0,27	0,42	1,00	1,22	> 0,4

In Basisalternatief 1 wordt ten opzichte van de andere alternatieven een forse afname (tot 50%) van de biomassa blauwalgen en het chlorophyl gehalte verwacht. Dit is toe te schrijven aan het gecombineerde effect van verdiepen en het niet uitvoeren van stroomgeulverbreding in dit alternatief.
Opvallend is dat voor alle alternatieven ten opzichte van de autonome ontwikkeling wel een reductie van de totale chlorophyl gehalten verwacht wordt, maar dat dit met uitzondering van Basisalternatief 1 is toe te schrijven aan de reductie aan groenalgen (en diatomeen). Voor Basisalternatief 2 en 3 wordt benedenstrooms in het zomerbed zelfs een toename in de concentraties blauwalgen berekend.

In de Maasplassen blijken de verschillen voor de alternatieven gering. Hier zijn geen ingrepen voorzien, zodat verschillen tussen de alternatieven afhankelijk zijn van de mate van uitwisseling met de hoofdbaan, voornamelijk dispersie (in plaats van stroming). De kleine verschillen zijn toe te schrijven aan een, als gevolg van gewijzigd peilbeheer, veranderde uitwisseling met de hoofdbaan.

Zuurstof

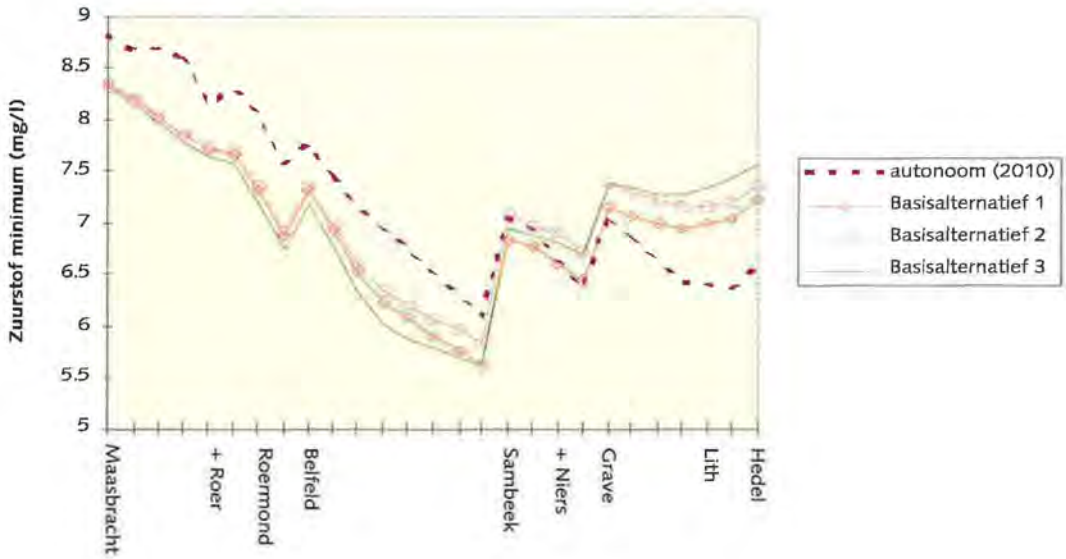
In tabel 12.11 is de prognose van de jaargemiddelde zuurstofgehalten en de minimum gemiddelde dagconcentratie opgenomen. In figuur 12.11 is het verloop van de minimum concentraties over de Zandmaas gepresenteerd.

De verschillen tussen de alternatieven zijn erg klein. Door het gecombineerde effect van de relatief hoge watertemperatuur (lage zuurstofverzadigingswaarde) en de afbraak van dood algenmateriaal, kunnen in het zomerbed tussen Roermond en Sambeek minimale zuurstofconcentraties worden gevonden die de norm voor zalmachtigen (7 mg/l) onderschrijden. Deze lage zuurstofconcentraties worden eind juni, begin juli gevonden: de periode waarin de populatie groenalgen afneemt en de populatie blauwalgen tot bloei komt.

Tabel 12.11 Zuurstof

	Zomerbed bovenstrooms	Zomerbed benedenstrooms	Plassen bovenstrooms	Plassen benedenstrooms	NVO's
Zuurstof (jaargemiddeld)					
Autonoom 2010	10,7	10,2	12,8	11,9	–
Basisalternatief 1	10,4	10,0	12,8	12,0	> 10
Basisalternatief 2	10,4	10,4	12,8	12,0	> 10
Basisalternatief 3	10,4	10,3	12,8	12,0	> 10
Zuurstof (mg/l) minimum gemiddelde dagconcentratie					
Autonoom 2010	8,1	6,4	8,0	8,5	–
Basisalternatief 1	7,7	6,9	7,9	8,4	± 7
Basisalternatief 2	7,7	7,1	8,0	8,3	± 7
Basisalternatief 3	7,6	7,3	7,8	8,3	± 7

Door de ten opzichte van de hoofdbaan te verwachten verhoogde algenbloei in de NVO's zal het effect van tijdelijke verlaging van het zuurstofgehalte ten gevolg van bacteriële afbraak van algenpopulaties hier groter kunnen zijn dan in de hoofdbaan. De ondiepte van de oevers en geulen leidt 's zomers tot een extra hoge watertemperatuur, wat de zuurstofoplosbaarheid beperkt. De relatieve ondiepte betekent anderzijds wel dat door afbraak ontstane zuurstoftekorten (ten opzichte van de evenwichtsconcentratie) sneller vanuit de atmosfeer worden aangevuld. De aanwezigheid van waterplanten zal de zuurstofdaling (sterk) beperken, omdat excessieve algenbloei zich niet voordoet in een systeem waar waterplanten goed ontwikkeld zijn. Daarnaast komt massale afsterving van waterplanten in de zomerperiode niet voor.



Figuur 12.11 – Minimum daggemiddelde zuurstofconcentraties op jaarbasis

Doorzicht

De parallel tussen het berekende doorzicht en de berekende algenbloei gaat ook op voor de NVO's. Als de algen er beter gedijen dan in de hoofdbaan zal het doorzicht er navenant minder zijn. Waterplanten echter kunnen dit beeld geheel wijzigen. Waterplantenvelden beperken niet alleen de algenbloei, maar ook de plaatselijke stroomsnelheid en daarmee de indringing van zwevend stof en de resuspensie van de bodemdeeltjes. Het doorzicht zal hierdoor juist groter worden dan in de hoofdbaan.

Tabel 12.12 Doorzicht

	Zomerbed bovenstrooms	Zomerbed benedenstrooms	Plassen bovenstrooms	Plassen benedenstrooms	NVO's
prognose jaargemiddeld doorzicht (cm)					
Autonoom 2010	63 – 90	65 – 92	69 – 98	63 – 90	–
Basisalternatief 1	65 – 92	71 – 102	74 – 106	63 – 90	> 60
Basisalternatief 2	65 – 92	68 – 97	74 – 106	59 – 84	> 60
Basisalternatief 3	65 – 92	70 – 101	74 – 106	63 – 90	> 60

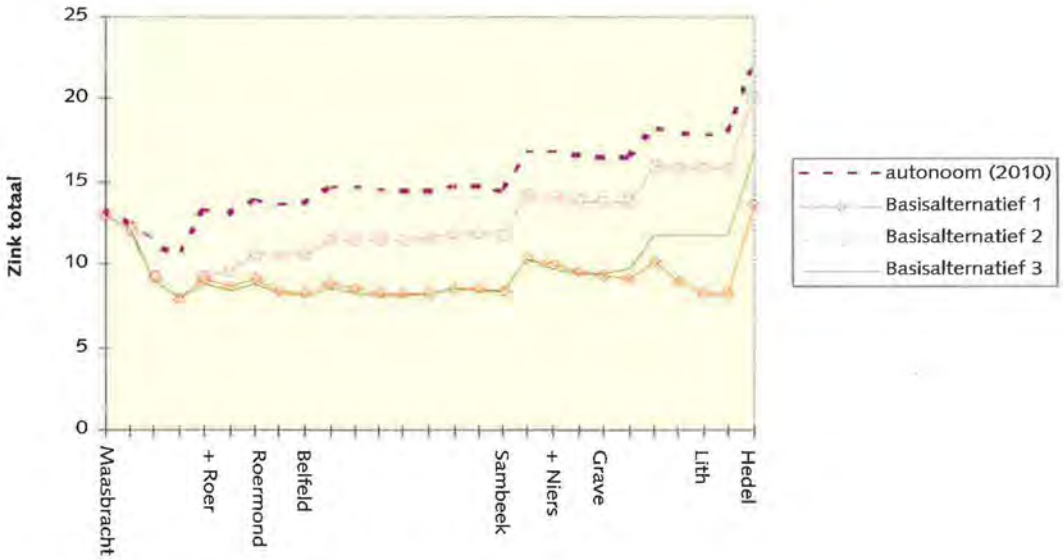
Waterkwaliteit overige parameters

Over het algemeen blijkt de berekende kwaliteit van het zwevende stof maar in geringe mate te variëren in de lengterichting, de hoeveelheid zwevend stof varieert echter sterker. De kwaliteit van het zwevende stof is daarbij afhankelijk van de verhouding waarin verontreinigingen toestromen, de voor binding beschikbare hoeveelheid en concentratie aan zwevende stof. De verruiming van het doorstroomprofiel leidt derhalve tot een (geringe) verbetering in de kwaliteit van het zwevende stof. Sedimentatie leidt tot een verlaging van het totaal gehalte van aan slib gebonden verontreinigingen in de waterfase.

Zink

In tabel 12.13 zijn de te verwachten zink concentraties gegeven. In figuur 12.12 is een langsprofiel gepresenteerd van de gemiddelde totaal zink gehalten over de Zandmaas voor de maand augustus. Gedurende de zomermaanden zijn de zinkgehalten voor alle alternatieven benedenstrooms vaak hoger dan bovenstrooms. Dit wordt veroorzaakt door zijdelingse toestromingen van met name de Roer en de Niers.

De verschillen tussen de basisalternatieven zijn toe te schrijven aan verschillen in sedimentatie van slib, waardoor een deel van de zinkvracht (tijdelijk) uit de waterkolom verdwijnt. De autonome situatie heeft de minste sedimentatie en laat de hoogste gehalten zien. Met name de Basisalternatieven 1 en 3 laten een verbetering zien. De concentraties in de plassen liggen ongeveer een factor 2 tot 3 lager ten opzichte van de hoofdbaan. Verschillen tussen de alternatieven onderling in de plassen zijn verwaarloosbaar.



Figuur 12.12 – augustus gemiddelde concentratie zink-totaal (mg/l)

Tabel 12.13 Zink

	Zomerbed bovenstrooms	Zomerbed benedenstrooms	Plassen bovenstrooms	Plassen benedenstrooms	NVO's
Zink totaal jaargemiddelde (mg/l)					
Autonoom 2010	24,2	24,3	8,4	7,1	–
Basisalternatief 1	21,6	19,5	8,6	6,8	< 21
Basisalternatief 2	21,7	23,1	8,6	7,0	< 22
Basisalternatief 3	21,2	20,0	8,6	6,8	< 21
Zink geadsorbeerd jaargemiddelde (mg/kg)					
Autonoom 2010	790	758	793	775	–
Basisalternatief 1	792	726	790	734	< 800
Basisalternatief 2	781	757	788	764	< 800
Basisalternatief 3	784	744	789	742	< 800

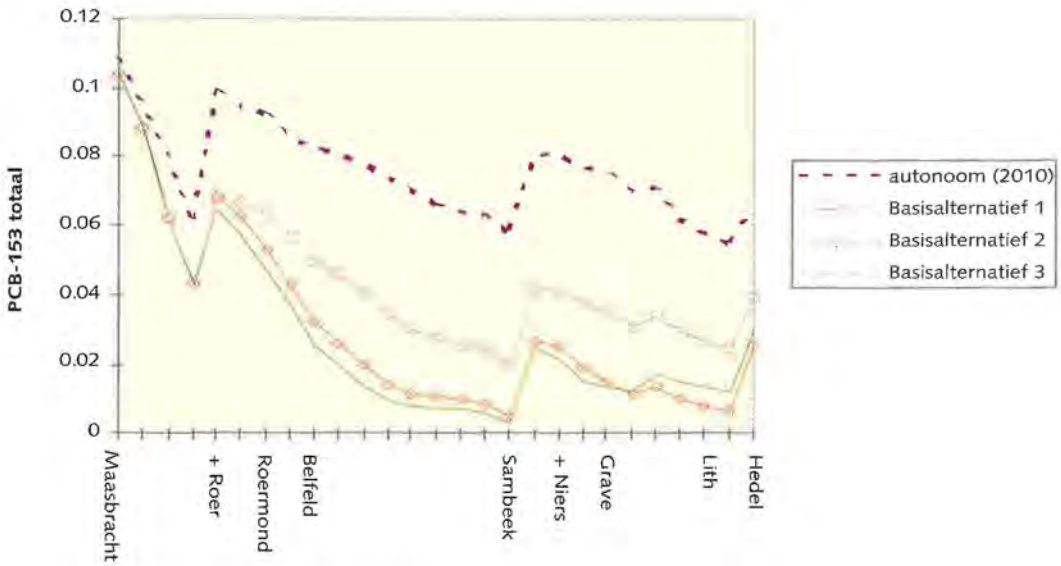
De hoeveelheid aan zwevend stof geadsorbeerd zink verschilt op jaarbasis weinig in de alternatieven. Gedurende perioden met lage afvoer zijn de gehalten geadsorbeerd zink benedenstrooms wat hoger ten opzichte van bovenstrooms. De verschillen tussen de alternatieven onderling zijn echter klein. Verschillen in de plassen zijn vrijwel verwaarloosbaar.
Door sedimentatie in de geulen en de natuurvriendelijke oeverzones zal het gehalte zink in de waterkolom waarschijnlijk lager zijn dan in de hoofdbaan; ook dit is weer afhankelijk van de mate van meestromen en dispersieve uitwisseling. Uiteraard vormt gesedimenteerd zinkhoudend sediment wel een belasting voor de bodem.

PCB-153

In tabel 12.14 is een prognose van de te verwachten concentraties PCB-153 gegeven. In figuur 12.13 is een langsprofiel gepresenteerd van de augustus gemiddelde totaal gehalten over de Zandmaas.

Tabel 12.14 Prognose PCB-153

	Zomerbed bovenstrooms	Zomerbed benedenstrooms	Plassen bovenstrooms	Plassen benedenstrooms	NVO's
PCB-153 totaal jaargemiddeld (ng/l)					
Autonoom 2010	0,16	0,13	0,02	0.002	-
Basisalternatief 1	0,14	0,09	0,03	0.0014	< 0.14
Basisalternatief 2	0,14	0,11	0,03	0.0016	< 0.14
Basisalternatief 3	0,14	0,09	0,03	0.0015	< 0.14
PCB-153 geadsorbeerd jaargemiddeld (mg/kg)					
Autonoom 2010	0.0048	0.0032	0.010	0.0084	-
Basisalternatief 1	0.0062	0.0027	0.010	0.0068	> 0.0060
Basisalternatief 2	0.0059	0.0028	0.010	0.0074	< 0.0060
Basisalternatief 3	0.0064	0.0026	0.011	0.0066	< 0.0060



Figuur 12.13 – augustus gemiddelde concentratie PCB-153-totaal (ng/l)

De verschillende alternatieven zijn bovenstrooms in de Zandmaas nog nauwelijks verschillend. Alleen in de autonome ontwikkeling is de totaalconcentratie wat hoger; het gehalte geadsorbeerd PCB-153 is door de wat hogere concentratie zwevend stof echter lager. Door sedimentatie en verdamping in de Zandmaas zijn de berekende concentraties benedenstrooms in de Zandmaas lager dan bovenstrooms. De daling wordt alleen onderbroken door de vrachten vanuit de Roer en de Niers. Ook ten opzichte van de autonome situatie laten alle alternatieven een forse reductie zien. Met name de Basisalternatieven 1 en 3 laten een scherpe daling zien.

De gehalten geadsorbeerd PCB-153 liggen voor de Basisalternatieven 1 en 3 gedurende de zomermaanden gemiddeld circa een factor 2 hoger dan in de andere alternatieven. Dit wordt veroorzaakt door de lagere concentraties zwevend stof in de eerstgenoemde twee alternatieven. In het stuwpand Belfeld – Sambeek wordt zelfs een gemiddelde concentratie van circa 15 mg/kg berekend. Als gevolg van de aanvoer van schoner slib door de Niers daalt het berekende PCB-gehalte in het slib benedenstrooms van de monding voor de Basisalternatieven 1 en 3 weer aanzienlijk.

Voor de Maasplassen zijn de verschillen tussen de alternatieven verwaarloosbaar en voorzover ze er zijn, zijn de verschillen van het sterk adsorberend PCB gecorreleerd aan de verschillen in zwevend stofconcentraties. Door sedimentatie in de geulen en de natuurvriendelijke oeverzones zal het gehalte PCB-153 hier in de waterkolom waarschijnlijk lager zijn dan in de hoofdbaan; ook dit is weer afhankelijk van de mate van meestromen en dispersieve uitwisseling. Uiteraard vormt gesedimenteerd PCB-houdend sediment wel een belasting voor de bodem.

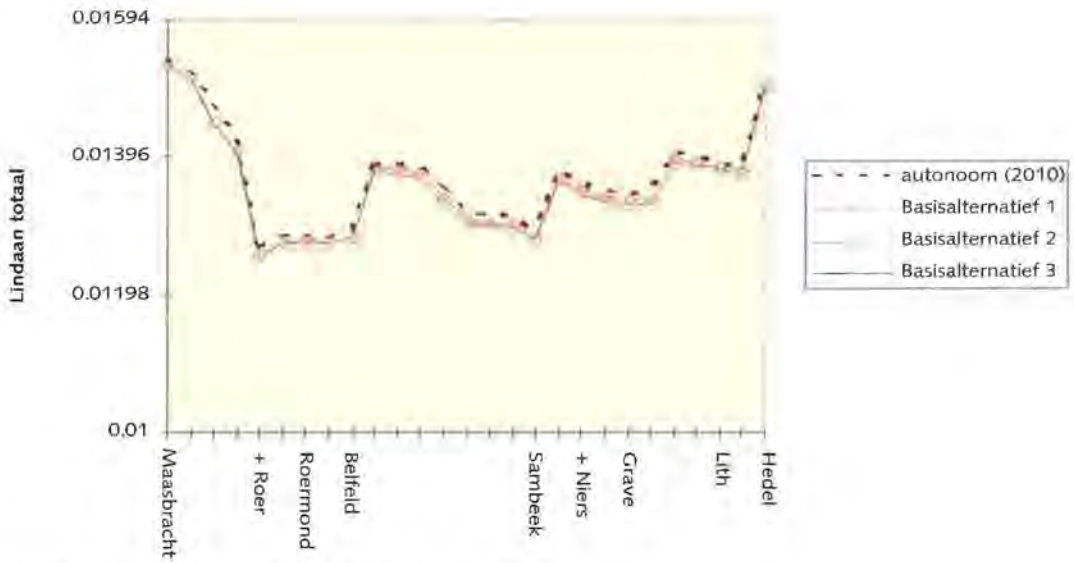
Lindaan

In tabel 12.15 is een prognose van de te verwachten concentraties lindaan gegeven. In figuur 12.14 is een langsprofiel gepresenteerd van de augustus gemiddelde totaal gehalten over de Zandmaas.

Tabel 12.15 Lindaan

	Zomerbed bovenstrooms	Zomerbed benedenstrooms	Plassen bovenstrooms	Plassen benedenstrooms	NVO's
Lindaan totaal jaargemiddeld (mg/l)					
Autonoom 2010	0.011	0.011	0.010	0.006	–
Basisalternatief 1,2,3	0.011	0.011	0.010	0.006	0.011

Lindaan bindt in tegenstelling tot zink en PCB153 nauwelijks aan zwevend stof. Sedimentatie van slib zal de totaalconcentratie van deze stof dus niet beïnvloeden. De totaalconcentraties zowel bovenstrooms als benedenstrooms in de Zandmaas en de Maasplassen zijn voor alle beschouwde alternatieven vrijwel gelijk. De relatief sterke daling in figuur 12.14 tussen Maasbracht en Roermond van de lindaanconcentratie (bijna 20%) wordt voornamelijk veroorzaakt door verdunning door de Roer en het kanaal Wessem – Nederweert. De concentratie lindaan in het Roerwater is in het modelinstrument op nul gesteld.



Figuur 12.14 – Augustus gemiddelde concentratie totaal lindaan (mg/l)

In NVO's worden afbraak en verdamping begunstigd door langere verblijftijd en ondiepte (meer lichtinval, hogere temperatuur, groter oppervlakte-volumeverhouding). Concentraties lindaan in NVO's zullen niettemin waarschijnlijk gelijk zijn aan die in de hoofdbaan; verlies door afbraak en verdamping houdt waarschijnlijk vrijwel gelijke tred met de uitwisseling met de hoofdbaan.

Kwaliteit bodem

zomerbed

De sedimentatie van slib in het zomerbed is slechts van tijdelijke aard en bedraagt hoogstens enkele millimeters per jaar. Gedurende de laagwaterperiode zal zich geleidelijk een sliblaagje vormen, welke bij hoge afvoeren weer in suspensie raakt en met het water wordt afgevoerd. Als gevolg van ingrepen (met name verdiepen) neemt de tijdelijke sedimentatie in de alternatieven wel toe ten opzichte van de autonome ontwikkeling. De maximale sedimentatie wordt berekend in het stuwpand Linne – Roermond. Voor de basisalternatieven bedraagt deze hier maximaal zo'n 7 mm.
Het gesedimenteerde slib bevat hogere concentraties aan contaminanten dan de zandige waterbodem van de Zandmaas zelf. Indien verondersteld wordt dat er geen menging plaatsvindt tussen het afgezette slib en het zand op de waterbodem kan als bovengrens voor de te verwachten kwaliteit van het slib in het zomerbed worden aangenomen dat deze gelijk is aan de kwaliteit van het zwevend stof in de hoofdbaan.

winterbed

De sedimentatiesnelheden in de autonome ontwikkeling in het winterbed van de Zandmaas zijn over het algemeen dermate laag, dat er nauwelijks bodemopbouw optreedt. Hierdoor wordt de kwaliteit van de bodem slechts in beperkte mate beïnvloed door de slechtere kwaliteit van het Maasslib. Er kan gesteld worden dat ingrepen die tot een wezenlijk langere overstromingsduur van het winterbed leiden een significante verhoging van de sedimentatie tot gevolg hebben. Een toename van de sedimentatie zal over het algemeen de bodemkwaliteit verslechteren. Voor de drie basisalternatieven is een afname van de sedimentatie in het winterbed voorspeld. Ook de kwaliteit van het aangevoerde slib verschilt tijdens hoogwaterperioden weinig ten opzichte van de autonome situatie. Dit betekent dat de schatting gemaakt voor de autonome ontwikkeling (2010) een bovengrens zal zijn voor de alternatieven. In tabel 12.16 is de prognose van de gemiddelde kwaliteit van de toplaag in het winterbed voor de verschillende alternatieven gepresenteerd.

Tabel 12.16 Prognose gemiddelde kwaliteit toplaag winterbed (mg/kg; 0 – 25 cm)

Stof (mg/kg)	Cadmium	Koper	Lood	Zink	PCB-153	BaP
Gelijk voor autonoom 2010 en Basisalternatieven 1, 2, 3						
Maasbracht – Heumen	2,5	39	138	430	.0025	0,16
Heumen – Hedel	2,3	39	151	367	?	0,05

Opmerking:
De prognose van de toplaag kwaliteit voor de basisalternatieven in de tabel is gelijk gesteld aan die voor de autonome ontwikkeling. Deze waarden representeren in het geval van de basisalternatieven een bovengrens, aangezien in deze alternatieven door verbreding en/of verdiepen ten opzichte van de autonome ontwikkeling het bergend volume van de hoofdbaan groter en dus de inundatiefrequentie (en hoeveelheid) lager is geworden. Hierbij wordt wel aangenomen dat de kwaliteit van het aangevoerde slib in de basisalternatieven en de autonome ontwikkeling gelijk is (gezien de relatief geringe verschillen die zich in de wintersituatie voordoen is dit met uitzondering van BaP en in mindere mate PCB-153 niet onredelijk).

Relevante verschillen

In tabel 12.17 is een overzicht van de effecten op alle beschouwde parameters voor de huidige situatie (1989), autonome ontwikkeling (2010) en de basisalternatieven gegeven. De effecten zijn aangegeven in verhoudingsgetallen waarbij de autonome ontwikkeling op 100% is gezet. Uit de tabel blijkt dat de basisalternatieven voor wat de meeste parameters betreft niet relevant verschillen. Wel is er doorgaans sprake van iets grotere verschillen tussen de autonome ontwikkeling en de basisalternatieven.
Echter voor veel parameters zijn ook deze verschillen vaak niet relevant omdat ze niet tot een significante verbetering of verslechtering voor het ecologisch functioneren of de gebruiksfunctie leiden.

Onderscheidend tussen alternatieven en mogelijk beleidsrelevant zijn enkel de nettosedimentatie (in voorhavens en op oevers), het gehalte aan blauwalgen (in het zomerbed benedenstrooms) en het PCB-153 (geadsorbeerd in het zomerbed). Hierbij dient evenwel te worden opgemerkt dat de nettosedimentatie ten opzichte van de autonome ontwikkeling zal afnemen en dat deze tussen de basisalternatieven zal verschillen. De sedimentatie op de natuurvriendelijke oevers zal zeer sterk toenemen. Echter het is niet zeker in hoeverre hierbij sprake zal zijn van een nettosedimentatie die tot een toename van het onderhoudsbaggeren zal leiden.

Of hogere of lagere gehalten aan blauwalgen tot significante effecten op drinkwaterwinning en recreatie zullen leiden hangt af van de verblijftijden in respectievelijk innamebekkens en recreatieplassen. Bij lange verblijftijden (>2 à 3 weken) zijn vooral licht en voedingsstoffen bepalend voor de algengroei en niet de initiële concentraties.
Vanwege de blijvende zeer forse overschrijdingen van vele verontreinigingen is een lichte verbetering van het PCB-153 gehalte ook maar beperkt relevant.

Tabel 12.17 Beoordelingstabel gemiddelde oppervlaktewaterkwaliteit en slibhuishouding (2010 = 100%).

Beoordelingscriteria		1989	2010	Ba 1	Ba 2	Ba 3
Slibafzetting						
Netto	Hoofdbaan	100	100	100	100	100
sedimentatie	Plassen	100	100	100	100	107
	Kanalen	100	100	97	97	97
	Winterbed	100	100	20	20	15
	Voorhavens	100	100	85	90	83
	Oevers	100	100	400	400	400
Zwevende stof concentratie						
gemiddeld	Zomerbed	100	100	90	95	87
	Plassen	100	100	100	100	100
	Kanalen	100	100	98	99	98
	Winterbed	–	–	–	–	–
	Voorhavens	100	100	90	96	88
	Oevers	100	100	< 95	< 101	< 92
Eutrofiëring						
N-totaal	Zomerbed *)	120	100	96	96	94
	Plassen 1 *)	130	100	103	103	103
	Plassen 2 *)	112	100	99	99	99
	Oevers	–	100	</> 100	</> 100	</> 100
P-totaal	Zomerbed	141	100	98	97	97
	Plassen 1 *)	164	100	104	104	104
	Plassen 2 *)	140	100	100	100	100
	Oevers	–	100	</> 100	</> 100	</> 100
Chlorophyl-a	Zomerbed	102	100	77	82	79
maximum	Plassen 1 *)	131	100	92	92	92
	Plassen 2 *)	114	100	101	101	100
	Oevers	–	100	> 82	> 82	> 82
Groenalgen	Zomerbed	101	100	74	84	76
april – juni	Plassen 1 *)	134	100	183	182	189
	Plassen 2 *)	100	100	100	100	100
	Oevers	–	100	> 100	> 100	> 100
Blauwalgen	Zomerbed	100	100	87	115	113
juli – oktober	Plassen 1 *)	99	100	91	92	89
	Plassen 2 *)	104	100	101	98	98
	Oevers	–	100	> 100	> 100	> 100
Zuurstof	Zomerbed	98	100	98	100	99
	Plassen	98	100	100	100	100
	Oevers	–	100	100	100	100
Doorzicht	Zomerbed	96	100	106	104	106
	Plassen	99	100	103	100	104
	Oevers	–	100	</> 100	</> 100	</> 100

(vervolg op pagina 176)

(vervolg van pagina 175)

Beoordelingscriteria		1989	2010	Ba 1	Ba 2	Ba 3
Waterkwaliteit (overige parameters)						
Lindaan totaal	Zomerbed	105	100	100	100	100
	Plassen	113	100	100	100	100
Zink totaal	Zomerbed	203	100	85	92	85
	Plassen 1 *)	177	100	102	102	104
	Plassen 2 *)	166	100	96	99	96
Zink geadsorbeerd	Zomerbed	204	100	98	99	99
	Plassen 1 *)	176	100	100	99	99
	Plassen 2 *)	166	100	95	99	99
PCB-153 totaal	Zomerbed	155	100	79	86	79
	Plassen 1 *)	250	100	150	150	150
	Plassen 2 *)	150	100	70	80	70
PCB-153	Zomerbed	145	100	111	109	113
geadsorbeerd	Plassen 1 *)	200	100	100	100	110
	Plassen 2 *)	143	100	81	88	79
Kwaliteit bodem Winterbed						
Zink	Winterbed	95	100	< 100	< 100	< 100
PCB-153	Winterbed	96	100	< 100	< 100	< 100

*) *Plassen 1 = met zekere mate van uitwisseling met rivier, Plassen 2 = t.o.v de hoofdbaan meer geïsoleerd gelegen*

(vervolg van pagina 175)

Beoordelingscriteria		1989	2010	Ba 1	Ba 2	Ba 3
Waterkwaliteit (overige parameters)						
Lindaan totaal	Zomerbed	105	100	100	100	100
	Plassen	113	100	100	100	100
Zink totaal	Zomerbed	203	100	85	92	85
	Plassen 1 *)	177	100	102	102	104
	Plassen 2 *)	166	100	96	99	96
Zink geadsorbeerd	Zomerbed	204	100	98	99	99
	Plassen 1 *)	176	100	100	99	99
	Plassen 2 *)	166	100	95	99	99
PCB-153 totaal	Zomerbed	155	100	79	86	79
	Plassen 1 *)	250	100	150	150	150
	Plassen 2 *)	150	100	70	80	70
PCB-153	Zomerbed	145	100	111	109	113
geadsorbeerd	Plassen 1 *)	200	100	100	100	110
	Plassen 2 *)	143	100	81	88	79
Kwaliteit bodem Winterbed						
Zink	Winterbed	95	100	< 100	< 100	< 100
PCB-153	Winterbed	96	100	< 100	< 100	< 100

*) *Plassen 1 = met zekere mate van uitwisseling met rivier, Plassen 2 = t.o.v de hoofdbaan meer geïsoleerd gelegen*

13 Grondwater

13.1 Inleiding

De effectbeschrijving van het thema grondwater vindt plaats aan de hand van de beoordelingscriteria volgens tabel 13.1. Hoewel veranderingen van de grondwaterstanden en van de Maaswaterstand niet in het beoordelingskader zijn opgenomen, worden zij toch beschreven aangezien ze de 'drijvende kracht' vormen voor een aantal afgeleide effecten. Tezamen met de verandering van de afvoer naar en aanvoer vanuit het oppervlaktewater wordt de verandering van de grondwaterstanden beschreven vanuit de optiek van de kwantitatieve effecten op het grondwatersysteem.

De verandering van de ligging van kwel- en infiltratiegebieden, de verandering van stroombanen en de verandering van de denitrificatie zijn deelaspecten die bepalend zijn voor de grondwaterkwaliteit. Daarnaast worden de veranderingen van de stijghoogte ter plaatse van grondwateronttrekkingen voor de drink- en industriewatervoorziening en de veranderingen van het intrekgebied van deze onttrekkingen besproken. Ook de mogelijke verspreiding van puntverontreinigingen wordt aangegeven.

Tabel 13.1 Beoordelingscriteria

Beoordelingscriterium	Gewichten	Sub-beoordelingscriterium
Afvoer naar oppervlaktewater	20%	• grondwaterafvoer naar kleine watergangen (excl. Maas) einde winter • grondwaterafvoer naar kleine watergangen (excl. Maas) einde zomer • grondwaterafvoer naar Maas en Maasplassen einde zomer • wateraanvoer
grondwaterkwaliteit	30%	• kwelveranderingen • verblijftijden • diepte • herkomst kwelwater • denitrificatie
Intrekgebied onttrekkingen	25%	• drinkwater • industrie
Verandering puntverontreinigingen	25%	• verandering verspreiding verontreinigingen

De directe effecten zijn bepaald met behulp van grondwatermodellen. De berekeningen zijn gebruikt voor het bepalen van de kwelintensiteit en de ligging van kwelgebieden en tevens voor de uitvoering van stroombaanberekeningen.
Daarnaast zijn voor de verandering van de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG), de Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) berekeningen uitgevoerd. De berekeningen zijn afhankelijk van de hoeveelheid neerslag in een bepaald jaar. Daarom wordt voor de berekeningen uitgegaan van een drietal hydrologische situaties: een relatief droog jaar, waarbij de neerslaghoeveelheid in slechts 30% van de jaren wordt onderschreden (het 30%-nat jaar), een relatief nat jaar, waarbij de neerslaghoeveelheid in 70% van de jaren wordt onderschreden (het 70%-nat jaar), en een gemiddeld jaar (50%-nat jaar).

De resultaten van het 30%- en 70%-nat jaar zijn gebruikt om te bepalen welke invloed de keuze van een hydrologische referentiejaar heeft op de berekende landbouwschade.
Van een grondwaterstandsverandering op zich kan niet worden vastgesteld of dit een positief of een negatief te waarderen effect is. De beoordeling van de effecten is volledig afhankelijk van de effecten die ontstaan bij grondwatergerelateerde belangen, die ter plaatse aanwezig zijn. In landbouwgebieden kan bijvoorbeeld schade optreden ten gevolge van verdroging of vernatting, er kan verdroging van natuurwaarden optreden of grondwateroverlast voor bebouwing. Deze effecten ten gevolge van veranderde grondwaterstanden worden meegenomen bij de aspecten Natuur, Ruimtegebruik en Landschap (onderdeel archeologie).

De modelberekeningen worden nader toegelicht in het Achtergronddocument Methodiek.

Op de trajecten 1 t/m 5 zijn de grondwatereffecten geheel of grotendeels het gevolg van ingrepen behorende bij het project Maasroute. Op trajecten 6 t/m 13 zijn de effecten het gevolg van ingrepen van zowel Zandmaas als Maasroute; in de resultaten van de uitgevoerde berekeningen kunnen de effecten van Zandmaas en Maasroute niet worden gescheiden. Besloten is de effecten op traject 6 t/m 13 geheel toe te rekenen aan Zandmaas. Deze verdeling kan terug worden gevonden in de tabellen met effecten.

13.2 Effectbeschrijving

Effecten op hoofdlijnen

Grondwaterstanden
Als gevolg van de combinatie van rivierverruiming en peilopzet hebben Basisalternatief 1, 2 en 3 vanuit het gezichtspunt van bestrijding van verdroging een positief effect op de grondwaterstanden. In de einde-zomersituatie treden voor de drie basisalternatieven in het geheel geen verlagingen op en in de voorjaarssituatie alleen op zeer beperkte schaal in traject 10 (Sambeek-Grave) en traject 12 (Grave-Lith). De grootste verlagingen treden op bij Basisalternatief 3. In het algemeen wordt de grondwaterstand verhoogd in zowel de zomer als het voorjaar in een zeer uitgestrekt gebied.
Ook in de wintersituatie treden op veel plaatsen verhogingen van de grondwaterstanden op. In nattere perioden met hogere afvoeren in de Maas (bijvoorbeeld 70%-nat jaar) zijn de verhogingen van de grondwaterstanden echter minder groot en komen in enkele gebieden ook verlagingen voor.
Het grootste oppervlak met verhoging van zowel de GHG als GLG treedt op bij Basisalternatief 3.

Afvoer naar sloten, beken en kleine rivieren
Als gevolg van de verhogingen van de grondwaterstanden neemt in alle trajecten bij alle basisalternatieven de afvoer van grondwater naar sloten, beken en andere watergangen (exclusief Maas en Maasplassen) toe. Hiermee wordt een positieve bijdrage geleverd aan de verdrogingsbestrijding door verbetering van mogelijkheden voor oppervlaktewaterkwantiteitsbeheer (onder andere peilopzet) en -kwaliteitsbeheer. De verschillen in de gevolgen van de Basisalternatieven 1, 2 en 3 zijn zeer klein.

Grondwatersystemen en algemene grondwaterkwaliteit
Vooral in het Zandmaasgedeelte hebben de drie basisalternatieven een significante invloed op grondwatersystemen. Hoewel dit op zich een verstoring betekent, is het resulterende effect op het grondwatersysteem en de algemene grondwaterkwaliteit overwegend positief met uitzondering van enkele negatieve effecten in de trajecten 6 (Linne-Roermond) en 12 (Grave-Lith).

Grotere, regionale grondwatersystemen met niet verontreinigd en gebufferd grondwater krijgen meer invloed in kwelgebieden, waarvan velen met grondwaterafhankelijke natuurwaarden.

Een belangrijke conclusie is, dat er weliswaar verschillen bestaan tussen de gevolgen van de ingrepen van de drie basisalternatieven, maar dat die verschillen niet erg groot zijn. In het algemeen geldt dat Basisalternatief 2 de geringste verandering tot gevolg heeft.

Grondwateronttrekkingen voor drink- en industriewater
De ingrepen van Basisalternatief 1, 2 en 3 leiden voor enkele grondwateronttrekkingen voor drink- en industriewater tot een significante verandering van de intrekgebieden van het grondwater.
Een dergelijke verschuiving van de intrekgebieden betekent een verstoring en wordt daarom op zich als negatief beoordeeld. In welke mate de verandering van het intrekgebied zal leiden tot echte veranderingen van de grondwaterkwaliteit kan met het huidige regionale modelinstrumentarium niet worden vastgesteld. Hiervoor is een meer gedetailleerde modellering noodzakelijk.

Verspreiding van puntverontreinigingen
De effecten van alle drie de basisalternatieven op de verspreiding van verontreinigende stoffen uit puntverontreinigingen zijn beperkt. Slechts op enkele locaties doen zich matig negatieve of matig positieve effecten voor. Ook het aantal licht negatieve effecten is beperkt.

Hieronder wordt een overzicht gegeven van de beoordeling van het aspect grondwater zowel naar traject als naar subcriterium.

Tabel 13.2 Overzicht beoordeling grondwater per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht-stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	0	0	0
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	0	0	0
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	0	0	0
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	0	0	0
11. Maas-Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	0	0	0
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		0	0	0
Totaal Zandmaas		0	0	0
Totaal		**0**	**0**	**0**

**) De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

Grondwater

Tabel 13.3 Eindtabel beoordeling Basisalternatieven 1, 2 en 3 op Grondwater

	Ba 1			Ba 2			Ba 3		
Criterium	**ZM**	**MR**	**Tot**	**ZM**	**MR**	**Tot**	**ZM**	**MR**	**Tot**
Afvoer naar oppervlaktewater									
• winterafvoer naar oppervlaktewater (excl Maas)	0	0	0	0	0	0	+	0	0
• zomerafvoer naar oppervlaktewater (excl Maas)	++	0	+	++	0	+	++	0	+
• wateraanvoer zomer	0	0	0	0	0	0	0	0	0
• winterafvoer naar Maas en Maasplassen	-	0	0	0	0	0	-	0	0
• zomerafvoer naar Maas en Maasplassen	--	0	-	--	0	-	--	0	-
Eindscore afvoer naar oppervlaktewater	**+**	**0**	**0**	**+**	**0**	**0**	**+**	**0**	**0**
Grondwaterkwaliteit									
• verandering kwel	+	0	+	+	0	0	+	0	+
• verandering verblijftijd	+	0	0	0	0	0	+	0	+
• verandering diepte	0	0	0	0	0	0	0	0	0
• verandering herkomst	-	0	-	-	0	-	-	0	-
• denitrificatie	+	0	+	+	0	+	+	0	+
Eindscore grondwaterkwaliteit	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Intrekgebied onttrekkingen									
• verandering intrekgebied onttr. drinkwater	-	-	-	-	-	-	-	-	-
• verandering intrekgebeid onttr. industriewater	-	0	-	-	0	-	-	0	-
Eindscore intrekgebied onttrekkingen	**-**	**0**	**-**	**-**	**0**	**-**	**-**	**0**	**-**
Eindscore verspreiding puntverontreinigingen			**0**			**0**			**0**
Grondwater	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

ZM = Zandmaas, MR = Maasroute, Tot = Totaal

13.3 Grondwaterstanden

Effecten op hoofdlijnen

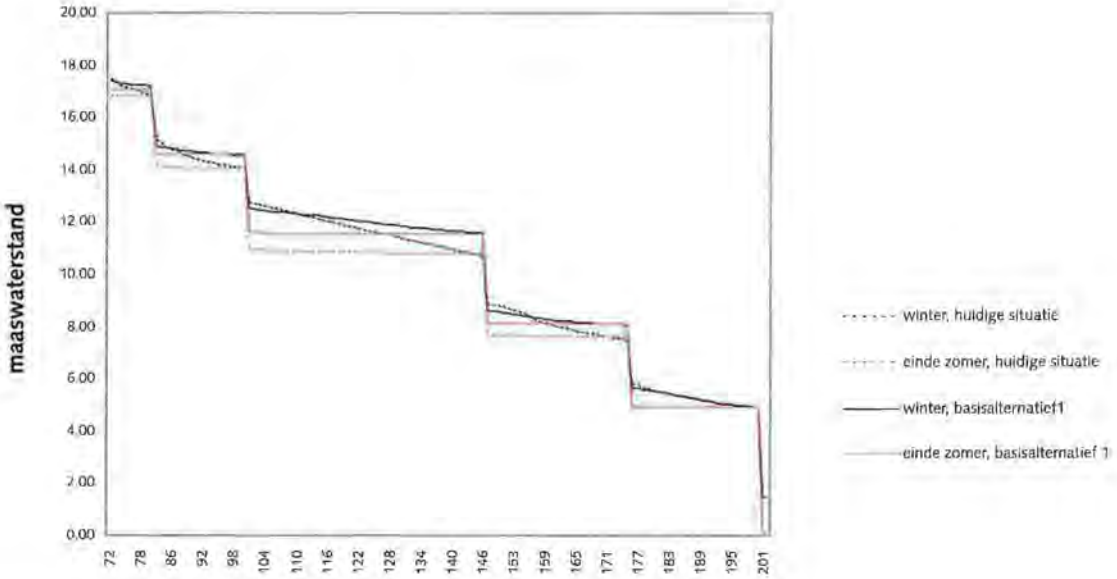
Als gevolg van de combinatie van verbreding, verdieping en peilopzet heeft elk van de drie basisalternatieven een positief effect op de grondwaterstanden vanuit het gezichtspunt van bestrijding van verdroging. In de einde zomer situatie treden in het geheel geen verlagingen op en wordt de grondwaterstand verhoogd over een zeer uitgestrekt gebied. Ook in de wintersituatie treden op veel plaatsen verhogingen van de grondwaterstanden op. In nattere perioden met hogere afvoeren in de Maas zijn de verhogingen van de grondwaterstanden echter minder groot en komen in enkele gebieden ook verlagingen voor. Dit effect is gunstig, omdat juist in natte perioden de verhogingen van de grondwaterstand minder groot zijn, waardoor minder toename van de vernattingsschade in de landbouw optreedt. De grootste verlagingen treden op voor Basisalternatief 3.

Veranderingen van Maaswaterstanden

De effecten op het grondwater zijn het gevolg van de veranderingen in de Maaswaterstanden. Een duidelijk beeld van die veranderingen is dus een belangrijke stap in het verkrijgen van inzicht in de effecten van de Basisalternatieven 1, 2 of 3 op het grondwater.

Het blijkt, dat door de combinatie van verhoging van Maaswaterstanden door peilopzet en verlaging van Maaswaterstanden door het verminderen van het verhang als gevolg van zomerbedverruiming een complex effect op de Maaswaterstanden ontstaat. De maximale verhogingen van de Maaswaterstand ontstaan direct bovenstrooms van de stuw als gevolg van de peilopzet en de kleinste verhoging of verlaging van de Maaswaterstand direct benedenstrooms van de stuw. Hoe groot die minimale verhoging of zelfs verlaging is, hangt sterk af van de afvoer in de Maas. Bij hogere afvoeren die normaal in de winter plaatsvinden (600 - 800 m^3/s) is die verlaging aanzienlijk, zodat ondanks de peilopzet de Maaswaterstanden lager zijn dan in de huidige situatie. Bij lagere afvoeren die normaal in de zomer optreden (50 - 150 m^3/s) is die verlaging beduidend kleiner dan de peilopzet en wordt de Maaswaterstand dus in het hele stuwpand verhoogd door de peilopzet. In de Zomer wordt de peilopzet ook niet gehandhaafd voor verdrogingsbestrijding, maar voor het realiseren van 3,5 m diepgang in de scheepvaartroute.

Ter illustratie wordt in figuur 13.1 voor het Zandmaas traject vanaf stuw Linne tot aan stuw Lith het verloop van gemiddelde Maaswaterstanden in zowel de winter als het einde van de zomer gegeven voor de huidige situatie en Basisalternatief 1. In de einde zomer situatie ligt de lijn van Basisalternatief 1 altijd boven die van de huidige situatie. In de winter slingert de lijn van Basisalternatief 1 rond die van huidige situatie; bovenstrooms van de stuw liggen de Maaswaterstanden bij Basisalternatief 1 boven die van de huidige situatie en benedenstrooms van de stuwen liggen ze eronder.



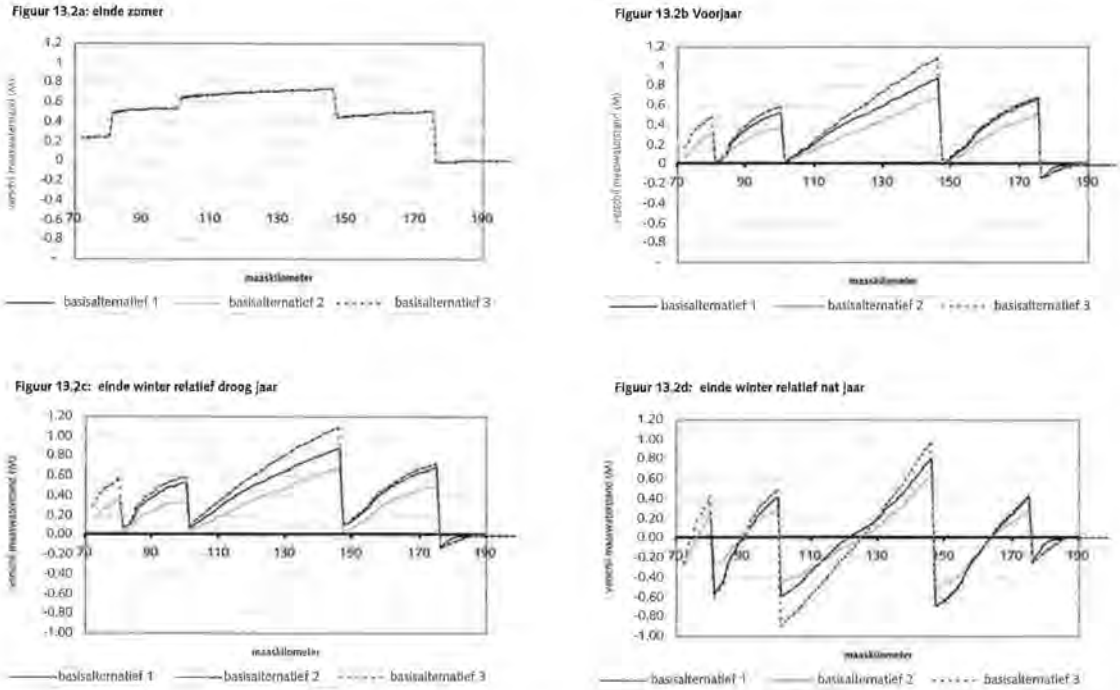
Figuur 13.1 - Het verloop van gemiddelde Maaswaterstanden in zowel winter als einde zomer voor stuw Linne - stuw Lith

In figuur 13.1 zijn de verschillen tussen de Maaswaterstanden moeilijk te zien, doordat de lijnen zo dicht bij elkaar liggen. Daarom zijn in figuren 13.2a, 13.2b, 13.2c en 13.2d niet de Maaswaterstanden zelf gepresenteerd, maar de verschillen tussen de Maaswaterstanden van de basisalternatieven en de Maaswaterstanden van de huidige situatie. Dit is dus de afstand tussen de twee lijnen in figuur 13.1.

De verschillen tussen de gemiddelde Maaswaterstanden van de huidige situatie en die van de basisalternatieven worden gepresenteerd voor de volgende situaties:

- het einde van de zomer (laagste Maasafvoeren). Figuur 13.2a
- het voorjaar (gemiddelde verandering in de maand april). Figuur 13.2b
- de winter (hoogste Maasafvoeren). Figuren 13.2c en 13.2d

De situatie in de winter wordt zowel voor een relatief droog als een relatief nat jaar in beeld gebracht (figuren 13.2c en 13.2d).



Figuur 13.2 - Verschillen tussen de Maaswaterstanden van de basisalternatieven en de huidige situatie

In de figuren is in ieder stuwpand een 'zaagtand' te zien in de wintersituatie (GHG). Deze ontstaat door de combinatie van maximale verhogingen direct boven de stuwen en minimale verhogingen of zelfs verlagingen benedenstrooms van de stuw. De figuren laten duidelijk zien dat hoe langer het traject is, hoe groter de zaagtand. Traject 9 (Belfeld-Sambeek) en Traject 10 (Sambeek-Grave) hebben dan ook de grootste zaagtanden.

De situatie aan het einde van de zomer (GLG-situatie) geeft een volledig ander beeld. Hier zijn de veranderingen uitsluitend het gevolg van de peilopzet en blijven ze min of meer gelijk voor het gehele traject. In de zomer zijn de debieten en de daarbij behorende verhangen dermate gering, dat de Maaswaterstanden op alle trajecten (zelfs bij het langste traject Belfeld-Sambeek) min of meer gelijk zijn aan het stuwpeil. In een relatief droog jaar is dit effect nog iets sterker dan in een relatief nat jaar (vergelijk tabellen bijlagen F en G). Langs de Grensmaas, buiten het invloedsgebied van de stuw bij Linne en benedenstrooms van stuw Borgharen (globaal km 15 - 50), zijn de berekende waterstanden voor de referentiesituatie en elk van de basisalternatieven gelijk, aangezien binnen dit project in en langs de Grensmaas geen ingrepen zijn gepland.

Bij lage afvoeren in de zomer hebben alle basisalternatieven dezelfde peilopzet en dus zijn in GLG-situatie vrijwel geen verschillen tussen de Maaswaterstanden van de basisalternatieven.

Voor de GHG-situatie zijn de verschillen tussen de basisalternatieven groter. Basisalternatief 2 laat de kleinste verschillen zien ten opzichte van de referentiesituatie. Dit is verklaarbaar doordat verbreding van de rivier (Basisalternatief 2) tot minder verlagingen van de Maaswaterstanden (bij normaal voorkomende Maaswaterstanden) leidt dan verdieping. Bij Basisalternatief 1 is te zien dat door verdieping een grotere verlaging van de Maaswaterstanden plaatsvindt. Bij Basisalternatief 3 wordt bij de maatgevende afvoer een lagere verhanglijn gerealiseerd (dat wil zeggen lagere maximale Maaswaterstanden) dan bij de Basisalternatieven 1 en 2. Hiervoor is meer rivierverruiming nodig, wat ook bij normaal voorkomende afvoeren in de Maas in grotere verschillen met de referentiesituatie resulteert. Deze verschillen zijn: zowel grotere verlagingen als ook grotere verhogingen als gevolg van extra peilopzet die nodig is om verlagingen van de Maaswaterstanden in het voorjaar te mitigeren.

Veranderingen van grondwaterstanden

De veranderingen van de grondwaterstanden worden vrijwel volledig veroorzaakt door de veranderingen van de Maaswaterstanden. De maximale verhogingen en verlagingen vinden plaats direct langs de Maas en zijn min of meer gelijk aan de veranderingen van de Maaswaterstanden. Via het grondwatersysteem werken deze veranderingen door in een richting loodrecht op de Maas. Hoe ver die veranderingen doorwerken en hoe groot de verlagingen en verhogingen zullen zijn op een bepaalde afstand van de Maas wordt berekend met een numeriek grondwatermodel.

Uit de beschrijving van de veranderingen van de Maaswaterstanden blijkt dat deze veranderingen in de winter heel anders zijn dan in de zomer en in een nat jaar met hoge Maasafvoeren weer anders zijn dan in een droog jaar met lage Maasafvoeren.

Dit geldt nog in sterkere mate voor de veranderingen van de grondwaterstanden, omdat ook grondwaterstroming verschillend is in de zomer en de winter en in een nat en een droog jaar, waardoor de effecten van de veranderingen van de Maaswaterstanden ook anders doorwerken in de grondwaterstanden.

Daarom worden in de volgende twee paragrafen de effecten op de grondwaterstanden afzonderlijk beschreven voor de einde zomersituatie en de wintersituatie. Voor beide situaties worden de effecten zowel in een relatief nat jaar als in een relatief droog jaar bekeken. Voor een 'relatief nat' en 'relatief droog' jaar zijn de neerslag en Maasafvoeren zo gekozen dat 30% van de jaren grotere respektievelijk kleinere afvoeren en neerslag hebben (het droge jaar is een 30% nat jaar en het natte jaar een 70% nat jaar).

Einde zomer situatie (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand)

Aan het einde van de zomer treden gemiddeld gezien de laagste grondwaterstanden op. Deze laagste grondwaterstanden worden uitgedrukt in de 'Gemiddeld Laagste Grondwaterstand' (GLG). Veranderingen van deze Gemiddelde Laagste Grondwaterstand hebben een belangrijke invloed op de droogteschade in de landbouw. Een stijging betekent een vermindering van de droogteschade (d.w.z. meer landbouwopbrengsten) en een daling betekent een toename van de droogteschade op droogtegevoelige landbouwpercelen. Ook voor grondwaterafhankelijke vegetaties zijn veranderingen van de GLG van belang. Daling van de GLG kan tot een verdere toename van de verdroging leiden en stijging tot een afname, mits de stijging niet te groot is, want dan kan juist schade ontstaan door een te natte bodem. Daarnaast kan een daling van de laagste grondwaterstand leiden tot aantasting van archeologische waarden. In deze paragraaf worden echter alleen de veranderingen van de grondwaterstanden zelf belicht. De effecten op natuur, landbouwschade en archeologie worden in de betreffende paragrafen behandeld.

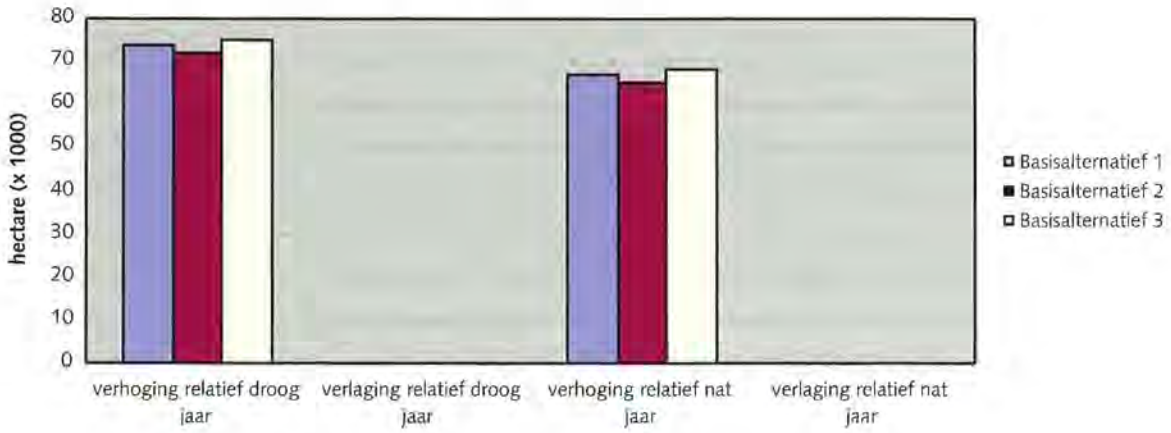
De veranderingen van de GLG ten opzichte van de referentiesituatie, als gevolg van de voorgestelde ingrepen, zijn berekend voor elk basisalternatief voor een relatief droog en een relatief nat jaar.

Per basisalternatief en per traject is het oppervlak van de gebieden met de berekende grondwaterstandsverlaging per verlagingsklasse opgenomen in bijlage F voor een droog jaar en in bijlage G voor een nat jaar.
Een overzicht voor de drie basisalternatieven voor een droog en een nat jaar wordt gegeven in figuur 13.3.
De GLG wordt verhoogd over een groot gebied aan weerszijden van de Maas.
Het oppervlak met GLG-verhogingen groter dan 0,05 m bedraagt circa 70.000 ha. voor het gehele projectgebied. De verschillen tussen de drie basisalternatieven zijn relatief gering: minder dan 4% variatie tussen de alternatieven, zowel voor een droog jaar als voor een nat jaar. De variatie tussen de basisalternatieven is geringer dan de verschillen die kunnen optreden als gevolg van de variatie in jaarlijkse neerslag.

De totale breedte van het beïnvloedingsgebied is voor alle basisalternatieven maximaal in het traject Born-Maasbracht/Maasbracht-Linne (11,5 km) en het traject Belfeld-Sambeek (11,5 tot 12 km) en is het grootst voor Basisalternatief 3.
Op alle trajecten en bij elk van de basisalternatieven valt op dat het beinvloedingsgebied in een relatief droog jaar groter is dan in een relatief nat jaar. Dit is onder meer het gevolg van het feit dat in een relatief droog jaar de Maasafvoeren kleiner zijn, waardoor de peilopzet ten behoeve van de scheepvaart sterker doorwerkt in het gehele stuwpand. Door de peilopzet ontstaat in een relatief droog jaar een grotere verhoging van grondwaterstanden dan in een relatief nat jaar.
Dit is gunstig, omdat juist in een droog jaar veel baat is bij het verminderen van droogteschade in landbouw- en natuurgebieden.

Grensoverschrijdende invloeden treden op in de omgeving van Kessenich (B), direct ten zuiden van Neeritter, tot op circa 3,5 km westelijk van de Maas en strekken zich over een lengte van 8 km in zuidelijke richting uit, tot aan Maaseik (B). Ook in het uiterste zuiden, bij Eijsden tussen de Maas en het Albertkanaal, treden grensoverschrijdende stijghoogteveranderingen op. Ten slotte treden ook aan de oostzijde grensoverschrijdende invloeden op ten noordoosten van Well in het Gocher Veen en Baaler Bruch, over een strook van circa 3,5 bij 10,5 km, begrensd door de lijn Groote Horst (halverwege Siebengewald en Nieuw Bergen) - Baal (D) - Wemb (D). De invloed van de ingrepen op de GLG reikt hier tot 9,5 km ten oosten van de Maas.

De grootste GLG-verhogingen treden op in de trajecten 6, 8, 9, 10 en 11 en zijn direct gerelateerd aan de hogere Maaswaterstanden als gevolg van peilopzet.



Figuur 13.3 - Staafdiagram van de totale oppervlakte van de grondwaterstandsveranderingen in de zomersituatie (GLG)

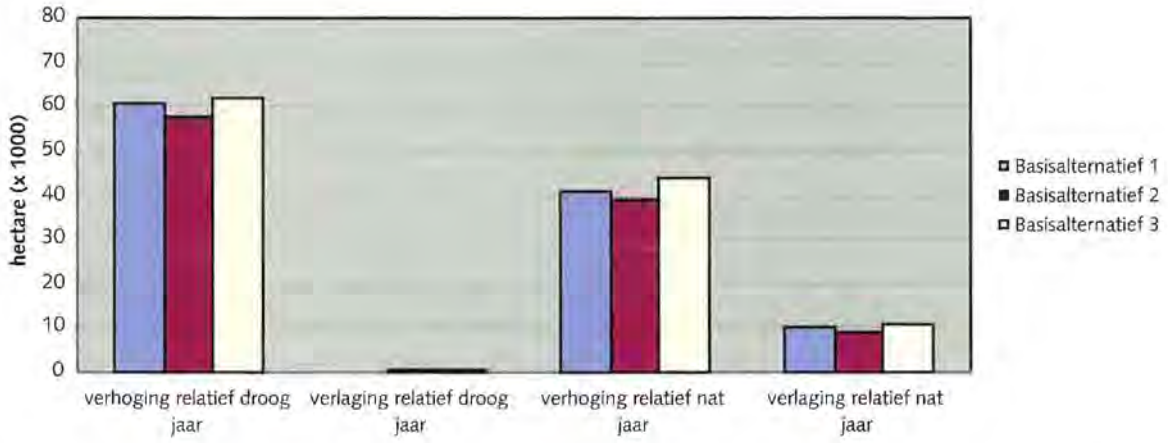
Projectgedeelte Maasroute
Voor het projectgedeelte Maasroute zijn de ingrepen tussen de basisalternatieven gelijk. Dit is terug te vinden in de berekende verhogingen en verlagingen voor de trajecten 1, 3, 4 en 5, die vrijwel gelijk zijn voor de drie basisalternatieven.

Projectgedeelte Zandmaas
Ook in het projectgedeelte Zandmaas is de peilopzet in de zomer voor alle drie de basisalternatieven gelijk. Toch worden geringe verschillen berekend in de verhoging van de grondwaterstanden, waarbij Basisalternatief 3 het grootste gebied heeft met verhogingen van grondwaterstanden en Basisalternatief 2 het kleinste gebied. Deze verschilen zijn met name het gevolg van de traagheid van het grondwaterssysteem, waardoor de grotere peilopzet in de winter en het voorjaar nog doorwerkt in grotere grondwaterstandsverhogingen aan het einde van de zomer. De verschillen in de verhogingen van de grondwaterstanden zijn het grootst in trajecten 8 (Roermond-Belfeld) en 9 (Belfeld-Sambeek), waar ook de verschillen tussen de voorjaarspeilopzet in de verschillende basisalternatieven het grootst zijn. De verschillen in de omvang van het beinvloedingsgebied bedragen in beide trajecten enkele honderden hectaren (in traject 9 meer dan in traject 8).

Einde wintersituatie (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand)
In de wintersituatie treden gemiddeld gesproken de hoogste grondwaterstanden op. Evenals bij de laagste grondwaterstanden wordt hiervoor het kengetal van de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand gehanteerd (GHG). Veranderingen van de gemiddeld hoogste grondwaterstand zijn vooral van belang voor de landbouw. Verhoging van de GHG leidt tot toename van verlies aan landbouwopbrengsten doordat de bodem te nat is (vernattingsschade). Een verlaging van de GHG leidt, op percelen die nu regelmatig te nat zijn, tot een verbetering van de situatie en daarmee tot een afname van de vernattingsschade.

In tegenstelling tot de grondwaterstanden in het voorjaar zijn veranderingen van de GHG op zich van geen betekenis op verdrogingsgevoelige natuurwaarden. Verlagingen van de GHG leiden dus op zich niet tot verdroging en zijn daarom alleen positief te waarderen vanwege de vermindering van de landbouwschade. Het verlagen van de GHG in de einde wintersituatie wordt echter ernstig beperkt, omdat verlagingen van de grondwaterstanden in het vroege voorjaar (maand april) verlagingen van de juist wel tot (ernstige) verdroging leiden.

De berekende veranderingen van de GHG voor de verschillende basisalternatieven ten opzichte van de referentiesituatie zijn opgenomen in bijlagen F en G voor respectievelijk een droog en een nat jaar. Een overzicht voor de drie basisalternatieven voor een droog en een nat jaar wordt gegeven in figuur 13.4.



Figuur 13.4 - Staafdiagram van de totale oppervlakte van de grondwaterstandsverandering in de wintersituatie (GHG)

Het eerste dat opvalt in deze resultaten zijn de grote verschillen tussen de effecten in een relatief droog jaar en die in een relatief nat jaar. In een droog jaar worden vrijwel alleen verhogingen van de GHG berekend in een groot beinvloedingsgebied (circa 60.000 ha). De verhogingen zijn het gevolg van de peilopzet die ook in de in winter al nodig is om verlaging van grondwaterstanden in de voorjaarssituatie te voorkomen. In een nat jaar daarentegen worden niet alleen verhogingen (in circa 40.000 ha) berekend, maar ook verlagingen in redelijk uitgestrekte gebieden (circa 10.000 ha). Dit betekent, dat de invloed van een nat jaar de goede kant op werkt, d.w.z. in een nat jaar zijn vernattingsproblemen in de landbouw veel groter dan in een droog jaar en juist in een nat jaar worden minder grote verhogingen en zelfs ook verlagingen uitgerekend.

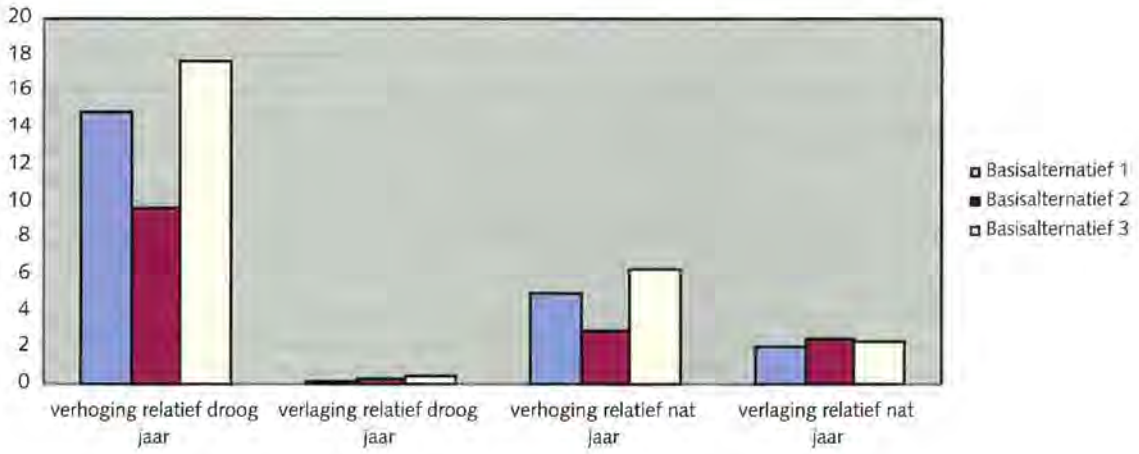
De verschillen tussen de alternatieven onderling zijn klein in vergelijking tot de verschillen tussen een droog en een nat jaar. Opvallend is, dat zowel voor de verhogingen als voor de verlagingen dezelfde volgorde wordt gevonden als in de einde zomer situatie: de kleinste gebieden bij Basisalternatief 2 en de grootste gebieden bij Basisalternatief 3.

Figuur 13.5 illustreert dat de grotere peilopzet in de Basisalternatieven 1 en 3 vooral leidt tot een uitbreiding van het gebied met ernstige vernatting (verhoging groter dan 0.25 m). De verschillen in het oppervlak van het totale beinvloedingsgebied bedragen slechts enkele procenten, maar het oppervlak van het gebied met verhogingen groter dan 0.25 m is in een relatief droog jaar voor Basisalternatief 1 56% groter en voor Basisalternatief 3 bijna 84% groter.

Maximale verlagingen (of minimale verhogingen) van de GHG treden steeds op direct benedenstrooms van de stuwen Linne, Roermond, Belfeld, Sambeek en Grave. In een relatief nat jaar met hogere Maasafvoeren treden hier daadwerkelijk verlagingen van de GHG op. In een relatief droog jaar treden verlagingen van de GHG alleen benedenstrooms van de stuw Grave op. Direct benedenstrooms van de stuw Grave vindt in alle basisalternatieven wel rivierverruiming plaats, maar in het traject Grave – Lith wordt geen peilopzet ter compensatie van de verlagingen gerealiseerd. De maximale verlaging (in een relatief nat jaar) treedt op direct beneden de stuw van Belfeld en bedraagt direct langs de Maas 0,60 m voor Basisalternatief 1, 0,50 m voor Basisalternatief 2 en 0,80 m voor Basisalternatief 3. Maximale verhogingen van de GHG treden steeds op direct bovenstrooms van genoemde stuwen. De verhogingen zijn in een droog jaar groter dan in een nat jaar. De maximale verhoging van de GHG treedt (in een relatief droog jaar) op bij de stuw Sambeek en bedraagt 0,70 m voor Basisalternatief 2, 0,9 m voor Basisalternatief 1 en 1,10 m voor Basisalternatief 3.

Op alle trajecten valt op dat het beïnvloedingsgebied met een verhoging van de GHG in een droog jaar groter is dan in een nat jaar, terwijl het beïnvloedingsgebied met een verlaging van de GHG juist groter is in een nat jaar. Dit is een gevolg van het effect van rivierverruimende maatregelen. Dit effect wordt namelijk groter naarmate de afvoer in de Maas groter is.

De totale breedte van het beïnvloedingsgebied is maximaal ter hoogte van de stuw bij Linne (12 km) en op de trajecten Belfeld-Sambeek (9 km) en Sambeek-Grave (10 km). De maximale beïnvloeding is een verhoging van grondwaterstanden en wordt steeds bereikt in een relatief droog jaar.



Figuur 13.5 - Staafdiagram van de oppervlakte van de grondwaterstandsverandering wintersituatie >0.25 m

Grensoverschrijdende invloeden treden op vrijwel dezelfde plaatsen op als in het geval van veranderingen van de GLG: in de omgeving van Kessenich (B), direct ten zuiden van Neeritter, tot op circa 3,5 km westelijk van de Maas in zuidelijke richting over een strook van 1 à 3 km breed, via Ophoven (B), in een relatief droog jaar tot aan Maaseik (B). In een relatief nat jaar is het beïnvloedingsgebied kleiner. Een grensoverschrijdende invloed treedt ook op in het uiterste zuiden, bij Eijsden tussen de Maas en het Albertkanaal ten noordoosten van Well in het Gocher Veen en Baaler Bruch, over een strook van maximaal circa 3 km breed en 7 km lang, begrensd door de lijn Groote Horst (halverwege Siebengewald en Nieuw Bergen) - Baal (D) - Wemb (D).

Projectgedeelte Maasroute

In het projectgedeelte Maasroute wordt in een relatief droog jaar uitsluitend een verhoging van de GHG berekend in een gebied van circa 12.000 ha, die ook voor alle basisalternatieven min of meer gelijk is. In een relatief nat jaar wordt ook plaatselijk een verlaging van de GHG berekend in een gebied van circa 500 ha in traject 5 (Maasbracht-Linne). Deze veranderingen zijn een gevolg van de ingrepen die plaatsvinden op het projectgedeelte Zandmaas (verlagingen in traject 6 Linne-Roermond) net benedenstrooms van stuw Linne.

De verschillen in de verandering van de GHG tussen de drie basisalternatieven zijn gering voor het Projectgedeelte Maasroute. Een uitzondering wordt gevormd door het gebied waarin verhogingen worden berekend in een relatief nat jaar in traject 5 (Maasbracht-Linne). In dit relatief korte traject wordt bij Basisalternatief 3 een circa 600 ha groter gebied met verhogingen berekend. Dit is zeer waarschijnlijk het gevolg van de doorwerking via de Maasplassen van de hogere Maaswaterstanden in traject 6 (Linne-Roermond).

Projectgedeelte Zandmaas
Voor het projectgedeelte Zandmaas worden vooral verhogingen maar daarnaast ook verlagingen van de GHG berekend. De grootte van de verhogingen en verlagingen is sterk afhankelijk van of het een nat of een droog jaar is.

In een relatief droog jaar is de peilopzet ruim voldoende om ook in de wintersituatie de verlagingen ten gevolge van de rivierverruiming te mitigeren en worden overal verhogingen (in totaal circa 50.000 ha) berekend met uitzondering van traject 12 (Grave - Lith). Hier wordt circa 500 ha verlaging berekend. In dit traject vindt wel een zeer beperkte rivierverruiming plaats, maar geen peilopzet om de verlagingen die daarvan het gevolg zijn te voorkomen.
In een relatief nat jaar is het gebied met een verlaging van de GHG veel groter (circa 10.000 ha), omdat door de hogere afvoeren ook in de trajecten 6, 8, 9 en 10 verlagingen ontstaan als gevolg van de rivierverruiming. De peilopzet is in deze situatie met hogere afvoeren niet meer voldoende om de verlagingen als gevolg van rivierverruiming te mitigeren. Dit blijkt ook duidelijk aan de omvang van de verlagingen. Het grootste gebied met verlagingen wordt berekend voor Basisalternatief 3 met de meeste rivierverruiming. Voor Basisalternatief 1 is het gebied ruim 1.000 ha (10%) kleiner en voor Basisalternatief 2 zelfs 1.300 ha (13%) kleiner dan voor Basisalternatief 3.

Zowel in een droog als ook in een nat jaar komt duidelijk de extra vernattende invloed van de grotere peilopzet in Basisalternatieven 1 en 3 naar voren. In figuur 13.5 zijn de oppervlakten van de gebieden met verhogingen groter dan 0.25 m weergegeven voor de trajecten 6 (Linne-Roermond), 8 (Roermond - Belfeld) en 9 (Belfeld - Sambeek).

13.4 Afvoer naar oppervlaktewater

De veranderingen van de grondwaterstanden ten opzichte van de referentiesituatie, als gevolg van de maatregelen voorgesteld in Basisalternatief 1, 2 en 3 hebben consequenties voor de uitwisseling tussen grond- en oppervlaktewater. De volgende effecten kunnen optreden:
1) een toe- of afname van afvoer naar het oppervlaktewater (uit het grondwater); en
2) een toe- of afname van de infiltratie vanuit het oppervlaktewater (naar het grondwater).

Bovengenoemde effecten zijn, met behulp van het grondwatermodel bepaald voor een eindewinter- en een eindezomersituatie.
Bij de effectbepaling is voorts onderscheid gemaakt tussen de volgende twee veranderingen:
- de veranderingen van de uitwisseling tussen grond- en oppervlaktewater buiten de Maas en de Maasplassen; het betreft hier een breed scala aan sloten, beken en watergangen, in het vervolg aangeduid als 'klein' oppervlaktewater, en
- de veranderingen van de directe uitwisseling tussen grondwater enerzijds en de Maas en Maasplassen anderzijds.

Een toename van de afvoer van grondwater naar oppervlaktewater wordt positief gewaardeerd, een afname van de afvoer van grondwater naar oppervlaktewater wordt negatief gewaardeerd.
Een verandering in de afvoer van grondwater naar kleine rivieren, beken en overige watergangen heeft een belangrijke invloed op de waterhuishouding. Een vermindering van de afvoer van grondwater naar oppervlaktewater vormt een beperking bij het realiseren van belangrijke beleidsdoelen zoals vermindering van verdroging en verbeteren van de oppervlaktewaterkwaliteit in beken en kleine rivieren. De verandering van afvoer van grondwater naar Maas en Maasplassen is minder relevant voor de waterhuishouding, omdat deze verandering altijd beperkt is ten opzichte van de afvoer in de Maas.

Effecten op hoofdlijnen

In het algemeen leiden hogere Maaswaterstanden (als gevolg van peilopzet) tot hogere grondwaterstanden in de gebieden langs de Maas. Bij een hogere grondwaterstand en een situatie van drainerende waterlopen komt de grondwatertand verder boven het waterpeil in 'klein' oppervlaktewater te liggen. Hierdoor zal er meer grondwater naar deze watergangen toe stromen.
In geval van infiltratie vanuit de watergangen naar het grondwater liggen de grondwaterstanden beneden het waterpeil in de watergangen. Een stijging van de grondwaterstanden betekent in dit geval een afname van de infiltratie van water vanuit de watergangen naar het grondwater.
Voor de Maas en Maasplassen zelf, die de stijging van de grondwaterstanden veroorzaken, geldt precies het omgekeerde. Hier leidt het stijgen van de Maaswaterstanden tot een afname van de hoeveelheid grondwater die naar de Maas en Maasplassen toe stroomt. Een deel van dit grondwater zal nu, in plaats van naar de Maas, naar de andere watergangen in het gebied stromen.

Als gevolg van de verhogingen van de grondwaterstanden neemt voor alle basisalternatieven en in vrijwel alle trajecten de afvoer van grondwater naar sloten, beken en andere watergangen (exclusief Maas en Maasplassen) toe in zowel de zomer als de winter. Hiermee kan elk van de drie basisalternatieven een positieve bijdrage leveren aan de verdrogingsbestrijding door verbetering van mogelijkheden voor oppervlaktewaterkwantiteitsbeheer (onder andere peilopzet) en -kwaliteitsbeheer. In de winter zijn de toenamen relatief gezien gering, maar in de zomer kan de relatieve toename aanzienlijk zijn.
Voor sommige trajecten kan de toename 25% bedragen; de gemiddelde toename voor het gehele traject is 2% in de winter en 7% in de zomer voor elk basisalternatief.
De afvoer van grondwater naar Maas en Maasplassen neemt echter voor elk basisalternatief in vrijwel alle trajecten af. Deze afname kan plaatselijk vrij groot zijn. Geen van de Basisalternatieven 1, 2 en 3 heeft een significante invloed op de wateraanvoer ten behoeve van infiltratie in wateraanvoergebieden. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de beoordeling van het criterium afvoer naar oppervlaktewater per traject.

Tabel 13.4 Overzicht beoordeling Afvoer naar oppervlaktewater per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht-stuw Linne	5	+	+	+
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	+	+	+
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	+	+	+
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	+	+	+
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	++	++	++
11. Maas-Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	0	0	0
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		0	0	0
Totaal Zandmaas		+	+	+
Totaal		**0**	**0**	**0**

**) De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

Effecten per traject

Per basisalternatief is voor ieder traject de verandering in de afvoer van grondwater naar oppervlaktewater ten opzichte van de referentiesituatie gesommeerd, voor de eindewinter en eindezomersituatie (tabellen 13.5 t/m 13.8). De verandering in afvoer is uitgedrukt in zowel m^3/s als in procenten van het totaal van de grondwaterstroming naar het oppervlaktewater in de referentiesituatie. De beoordeling van de effecten is gebaseerd op de relatieve verandering (in procenten) van de stroming van grondwater naar het oppervlaktewater. Voor wateraanvoergebieden in Limburg en Brabant, waar Maaswater wordt aangevoerd via de Brabantse kanalen, is de infiltratie afzonderlijk uitgerekend voor de eindezomersituatie.

Tabel 13.5 Verandering in afvoer naar 'klein' oppervlaktewater (exclusief Maas en Maasplassen) voor Basisalternatief 1, 2 en 3, situatie einde winter.

Traject	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	verandering t.o.v. ref. situatie		verandering t.o.v. ref. situatie		verandering t.o.v. ref. situatie	
	[m³/s]	[%]	[m³/s]	[%]	[m³/s]	[%]
Maasroute						
1 (Eijsden-Borgharen)	0,04	1	0,04	1	0,04	1
3 (Borgharen- Born)	0	0	0	0	0	0
4 (Born-Maasbracht)	0,02	0	0,01	0	0,01	0
5 (Maasbracht-Linne)	0,08	8	0,07	8	0,07	8
subtotaal	0,13	1	0,12	1	0,13	1
Zandmaas						
6 (Linne-Roermond)	0,08	3	0,07	3	0,13	5
8 (Roermond-Belfeld)	0,09	2	0,07	2	0,08	2
9 (Belfeld-Sambeek)	0,42	3	0,32	3	0,47	4
10 (Sambeek-Grave)	0,25	4	0,17	3	0,27	4
11 (Maas-Waalkanaal)	0,05	3	0,04	2	0,05	3
12 (Grave-Lith)	0,00	0	0	0	-0,01	-0
13 (Lith-Hedel)	0,00	0	0	0	-0,00	3
subtotaal	0,90	3	0,67	2	0,99	3
Totaal	**1,02**	**2**	**0,80**	**2**	**1,11**	**2**

Tabel 13.6 Verandering in afvoer naar 'klein' oppervlaktewater (exclusief Maas en Maasplassen) voor Basisalternatief 1, 2 en 3, situatie einde zomer.

Traject	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	verandering t.o.v. ref. situatie		verandering t.o.v. ref. situatie		verandering t.o.v. ref. situatie	
	[m³/s]	[%]	[m³/s]	[%]	[m³/s]	[%]
Maasroute						
1	0,03	2	0,03	2	0,03	2
3	0	0	0	-0	0	0
4	0,01	1	0,01	1	0,01	1
5	0,05	15	0,05	15	0,05	16
subtotaal	0,09	2	0,09	2	0,09	2
Zandmaas						
6	0,07	11	0,07	11	0,06	10
8	0,09	13	0,08	13	0,08	13
9	0,26	13	0,24	12	0,26	13
10	0,21	28	0,21	28	0,21	29
11	0,04	8	0,04	8	0,04	8
12	0,01	2	0,01	2	0,01	1
13	0	0	0	0	0	0
subtotaal	0,67	12	0,65	12	0,67	12
Totaal	**0,76**	**7**	**0,73**	**7**	**0,76**	**7**

Tabel 13.7 Verandering van stroming van grondwater naar Maas en Maasplassen voor Basisalternatief 1, 2 en 3, situatie einde winter.

Traject	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	verandering t.o.v. ref. situatie		verandering t.o.v. ref. situatie		verandering t.o.v. ref. situatie	
	[m³/s]	[%]	[m³/s]	[%]	[m³/s]	[%]
Maasroute						
1	-0,04	-2	-0,04	-2	-0,04	-2
3	-0.01	0	0,01	0	0,01	0
4	-0,01	-1	-0,01	-0	0	0
5	-0,05	-4	-0,04	-4	0	0
subtotaal	-0,09	-1	-0,08	-1	-0,04	-2
Zandmaas						
6	-0,05	-4	-0,06	-5	-0,20	-14
8	-0,05	-4	-0,02	-1	0	0
9	-0,22	-10	-0,13	-6	-0,26	-12
10	-0,08	-7	-0,03	-3	-0,13	-12
11	-0,05	-110	-0,03	-81	-0,05	-118
12	-0,03	8	0,04	10	0,07	18
13	-0,00	0	0,00	0	-0,00	0
subtotaal	-0,44	-7	-0,23	-4	-0,57	-10
Totaal	**-0,52**	**-4**	**-0,31**	**-2**	**-0,61**	**-5**

Tabel 13.8 Verandering van stroming van grondwater naar Maas en Maasplassen voor Basisalternatief 1, 2 en 3, situatie einde zomer.

Traject	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	verandering t.o.v. ref. situatie		verandering t.o.v. ref. situatie		verandering t.o.v. ref. situatie	
	[m³/s]	[%]	[m³/s]	[%]	[m³/s]	[%]
Maasroute						
1	-0,05	-3	-0,05	-3	-0,05	-3
3	0,01	0	0,01	0	0,01	0
4	-0,01	-1	-0,01	-1	-0,01	-1
5	-0,02	-4	-0,02	-4	-0,02	-4
subtotaal	-0,07	-1	-0,07	-1	-0,08	-1
Zandmaas						
6	-0,08	-8	-0,08	-9	-0,07	-7
8	-0,14	-13	-0,14	-13	-0,13	-13
9	-0,39	-21	-0,39	-21	-0,37	-20
10	-0,26	-45	-0,26	-46	-0,26	-45
11	-0,04	-60	-0,04	-61	-0,04	-60
12	0,01	6	0,02	8	0,02	8
13	0	-0	0	0	0	0
subtotaal	-1,01	-23	-0,89	-23	-0,86	-23
Totaal	**-1,06**	**-9**	**-0,97**	**-9**	**-0,93**	**-9**

Grondwaterafvoer naar oppervlaktewater einde winter

Maasroute

In de trajecten, waar de effecten bepaald worden door de ingrepen in het kader van het Maasroute (peilopzet) vindt bij elk van de drie basisalternatieven aan het eind van de winter in het algemeen een geringe toename van de afvoer naar beken, sloten en andere watergangen (exclusief de Maas) plaats. De totale toename bedraagt 0,12-0,13 m³/s, circa 1%. Alleen in traject 5 (Maasbracht-Linne) is de toename relatief groot (8%). De stroming van grondwater naar Maas en Maasplassen neemt in traject 5 af met 0,09 m³/s (2%).

Zandmaas

In de trajecten waar de Zandmaasingrepen plaats vinden, wordt een veel grotere peilopzet gerealiseerd dan in de Maasroutetrajecten, waardoor ook de totale toename van de afvoer naar 'klein' oppervlaktewater absoluut gezien veel groter is. Relatief gezien ligt de toename echter in dezelfde orde van grootte als bij de Maasroutetrajecten (2-3%). Hetzelfde geldt voor de afname van de stroming naar Maas en Maasplassen. Ook deze is absoluut gezien aanzienlijk groter, maar relatief gezien vergelijkbaar met de afname op de Maasroutetrajecten (0,2-0,6%).

Gehele projectgebied

Voor het projectgebied als geheel vindt bij het Basisalternatief 1, 2 en 3 in de eindewintersituatie een toename van de totale afvoer naar het 'klein' oppervlaktewater plaats. Voor de Maas en Maasplassen geldt het omgekeerde. Als gevolg van de hogere Maaswaterstanden wordt hier een afname van de grondwaterstroming berekend. In totaal gaat het om redelijke hoeveelheden (circa 1 m³/s), maar relatief gezien zijn de veranderingen gering. Ook de verschillen tussen de basisalternatieven onderling zijn vrij klein.

Tabel 13.9 Overzicht beoordeling winterafvoer naar 'klein' oppervlaktewater per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht-stuw Linne	5	+	+	+
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	+	0	+
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	0	0	0
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	+	0	+
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	+	+	+
11. Maas-Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	0	0	0
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		0	0	0
Totaal Zandmaas		0	0	0
Totaal		**0**	**0**	**0**

**) De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

Tabel 13.10 Overzicht beoordeling winterafvoer naar Maas en Maasplassen per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht-stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	0	0	-
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	0	0	0
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	-	-	-
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	-	0	-
11. Maas-Waalkanaal	11	- **)	- **)	-
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	+	+	+
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		0	0	0
Totaal Zandmaas		-	-	-
Totaal		**0**	**0**	**0**

**) De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

***) Hoewel de relatieve verandering van de stroming naar het Maaswaterkanaal heel groot is, is hier toch een beoordeling gegeven, omdat de absolute verandering gering is.*

Grondwaterafvoer naar oppervlaktewater einde zomer

De afvoer naar 'klein' oppervlaktewater is aan het einde van de zomer aanzienlijk geringer dan aan het einde van de winter/begin voorjaar, vanwege de lagere grondwaterstanden in de eindezomersituatie. De veranderingen die optreden als gevolg van de basisalternatieven zijn echter (in absolute zin) van de dezelfde orde van grootte. Hierdoor kunnen de veranderingen van de afvoer procentueel gezien een significant effect veroorzaken, waarbij percentages van ruim boven de 10% veelvuldig voorkomen. Aan het einde van de zomer worden in geen enkel traject grondwaterstandsverlagingen berekend. Als gevolg hiervan wordt in vrijwel alle trajecten een toename van de afvoer naar 'klein' oppervlaktewater berekend en een afname van de toestroming van grondwater naar Maas en Maasplassen. Alleen in trajecten 3, 4 en 13 treedt nauwelijks of geen verandering van de afvoer naar het oppervlaktewater op.

Maasroute

In de trajecten, waar de effecten bepaald worden door de ingrepen (peilopzet) in het kader van het Maasroute vindt ook aan het eind van de zomer in het algemeen een geringe toename van de afvoer naar 'klein' oppervlaktewater plaats. De totale toename is 0,09 m^3/s (2%) voor alle basisalternatieven. In traject 5 (Maasbracht-Linne) is de toename relatief gezien het grootst (15-16%). De stroming van grondwater naar Maas en Maasplassen neemt af (totaal -0,07 m^3/s; -1%).

Zandmaas

In de trajecten waar de Zandmaasingrepen plaats vinden, wordt een veel grotere peilopzet gerealiseerd dan in de trajecten van de Maasroute. Het gevolg is, dat de totale toename van de afvoer naar beken, sloten en andere watergangen (exclusief de Maas) absoluut gezien veel groter is (0,73-0,76 m^3/s). Hoewel de afvoer in de referentiesituatie ook veel groter is, is ook relatief gezien de toename groter (12 %) dan bij de Maasroute trajecten (2%). De grondwaterstroming naar Maas en Maasplassen wordt zowel in absolute termen (-0,86 tot -1,01 m^3/s) als relatief (-23%) aanzienlijk kleiner.

Gehele projectgebied

Voor het projectgebied als geheel vindt in de einde zomer situatie, als gevolg van de ingrepen bij Basisalternatief 1, 2 en 3, een toename van de totale afvoer naar het oppervlaktewater (exclusief de Maas) plaats (0,73-0,76 m^3/s; 7%). Voor de Maas en Maasplassen geldt het omgekeerde. Als gevolg van de hogere Maaswaterstanden wordt hier een afname van de grondwaterstroming naar de Maas en Maasplassen berekend (-9%). De verschillen tussen de drie basisalternatieven per traject zijn zeer gering.

Tabel 13.11 Overzicht beoordeling zomerafvoer naar 'klein' oppervlaktewater per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht-stuw Linne	5	++	++	++
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	++	++	++
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	++	++	++
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	++	++	++
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	+++	+++	+++
11. Maas-Waalkanaal	11	+	+	+
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	0	0	0
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		0	0	0
Totaal Zandmaas		++	++	++
Totaal		+	+	+

*) *De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

Tabel 13.12 Overzicht beoordeling zomerafvoer naar Maas en Maasplassen per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht-stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	-	-	-
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	-	-	-
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	--	--	--
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	--	--	--
11. Maas-Waalkanaal	11	-**)	-**)	-**)
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	+	+	-
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		0	0	0
Totaal Zandmaas		--	--	--
Totaal		-	-	-

*) *De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

**) *Hoewel de relatieve verandering van de stroming naar het Maaswaterkanaal heel groot is, is hier toch een beoordeling + gegeven, omdat de absolute verandering gering is.*

Wateraanvoer

De aanvoer van water in wateraanvoergebieden (gebieden waar water aangevoerd wordt vanuit bijvoorbeeld de Maas onder andere via de kanalen in Limburg en Brabant) blijft voor alle trajecten waar aanvoer voorkomt min of meer gelijk. Als gevolg van de ingrepen van het Basisalternatief 1, 2 en 3 treden dus géén significante veranderingen op in wateraanvoer (zie tabel 13.13).

Het ontbreken van effecten op de wateraanvoer kan verklaard worden uit het feit dat in de wateraanvoergebieden in Noord-Brabant en Noord-Limburg de verhogingen van de zomergrondwaterstanden beperkt zijn.

Tabel 13.13 Verandering van aanvoer oppervlaktewater voor Basisalternatief 1, 2 en 3

Traject	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	verandering t.o.v. ref. situatie		verandering t.o.v. ref. situatie		verandering t.o.v. ref. situatie	
	[m³/s]	[%]	[m³/s]	[%]	[m³/s]	[%]
Maasroute						
1	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
5	0	0	0	0	0	0
subtotaal	0	0	0	0	0	0
Zandmaas						
6	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	-0,02	-1	-0,01	0	-0,01	0
10	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-
subtotaal	-0,02	-1	-0,01	0	-0,01	0
Totaal	**-0,02**	**-1**	**-0,01**	**0**	**-0,01**	**0**

Een belangrijke kanttekening hierbij is dat het model alleen de infiltratie in slootsystemen en grotere watergangen in de wateraanvoergebieden berekent. Deze infiltratie wordt beperkt door intredeweerstanden langs de watergangen. De hoeveelheden water die nodig zijn voor het compenseren van lekverliezen over stuwen of schutsluizen, het doorspoelen van watergangen en voor beregening uit oppervlaktewater zijn niet in de wateraanvoer meegenomen. Al deze watervragen bij elkaar leiden tot een aanzienlijk grotere wateraanvoer dan in tabel 13.13 is opgenomen. De lekverliezen langs stuwen en de hoeveelheid water benodigd voor doorspoelen worden echter nauwelijks beïnvloed door veranderingen in het grondwatersysteem als gevolg van de ingrepen van de drie basisalternatieven en zijn dan ook voor deze effectbeschrijving niet van belang. Ook zullen er geen verschillen bestaan tussen de drie basisalternatieven.

De watervraag voor beregening uit oppervlaktewater kan echter wel beïnvloed worden.
Wanneer namelijk peilopzet tot een afname van de droogteschade leidt, kan dit ook tot gevolg hebben dat er minder beregend behoeft te worden en dat, als gevolg van deze vermindering van beregening,

de watervraag in wateraanvoergebieden zal verminderen. Dit effect is echter zeer moeilijke kwantificeerbaar en in het geheel van effecten van de ingrepen niet erg belangrijk. Het wordt daarom in de effectbeoordeling niet meegenomen.

Tabel 13.14 Overzicht beoordeling wateraanvoer zomer per traject.

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht-stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	0	0	0
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	0	0	0
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	0	0	0
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	0	0	0
11. Maas-Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	0	0	0
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		0	0	0
Totaal Zandmaas		0	0	0
Totaal		**0**	**0**	**0**

*) *De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

13.5 Grondwaterkwaliteit

Grondwatersystemen geven, eenvoudig gezegd, de verbinding aan tussen infiltratiegebieden (plaatsen waar regen- of oppervlaktewater in de bodem wegzakt) en kwelgebieden, waar het grondwater weer naar boven komt en uittreedt in beken, sloten, greppels of aan het maaiveld. Er bestaat een grote variatie in grondwatersystemen. Er zijn hele kleine lokale systemen, waarin bijvoorbeeld water in een weiland infiltreert en weer opkwelt in de sloot die langs het weiland loopt. Er zijn ook heel grote systemen, waarbij het grondwater in hooggelegen gebieden infiltreert, heel diep in de bodem doordringt (soms meer dan 100 m) en vele tientallen kilometers verderop in een laaggelegen gebied of rivier weer opkwelt. In de kleine, lokale, systemen is het grondwater vanaf het punt van infiltratie tot het punt waar het water opkwelt niet meer dan enkele jaren onderweg. In de grote regionale systemen is het water vaak vele honderden tot enkele duizenden jaren onderweg.

Grondwater met een lange verblijftijd heeft een andere kwaliteit (in termen van concentraties aan opgeloste stoffen) dan grondwater dat nog maar heel kort onderweg is. Vooral regionale grondwatersystemen zijn dan ook zeer waardevol, omdat het 'oude' grondwater een zeer constante en betrouwbare kwaliteit heeft met een relatief groot bufferend vermogen (vermogen om veranderingen, vooral verzuring van het water te compenseren). Daarbij komt dat dit oude grondwater niet verontreinigd is door menselijke activiteiten boven de grond (verzuring, vermesting, bestrijdingsmiddelen). De ligging van grondwatersystemen bepaalt in belangrijke mate de verspreiding van verschillende typen grondwater met bijbehorende kwaliteit.

Ingrijpende veranderingen van systemen zullen dus op termijn leiden tot veranderingen van grondwaterkwaliteit. De afname van diepe regionale grondwatersystemen ten gunste van een toename van lokale grondwatersystemen gaat in het algemeen gepaard gaat met een verslechtering van de grondwaterkwaliteit. Omgekeerd kan een uitbreiding van diepe regionale systemen juist tot een verbetering van de grondwaterkwaliteit leiden. In het geval niet duidelijk is welke systemen afnemen of uitbreiden wordt de verandering toch beschouwd als een verstoring van de bestaande en mogelijk natuurlijke situatie en vanuit dat gezichtspunt als negatief beoordeeld.

Om inzicht te krijgen in de invloed van voorgenomen ingrepen op de grondwaterkwaliteit en de ligging van bestaande grondwatersystemen worden verschillende zaken bekeken:
- kwel (-stroming);
- verblijftijden;
- diepte (van kwelstroombanen);
- herkomst (van kwelstroombanen);
- denitrificatie.

Effecten op hoofdlijnen

Voor het gehele projectgebied duiden de veranderingen in de verdeling van de verblijftijden, de verdeling van de maximale diepte en de verandering van het punt van herkomst van de kwelstroombanen op een duidelijke beïnvloeding van het bestaande grondwatersysteem. In sommige trajecten wijzigen een behoorlijk aantal kwelstroombanen (tot 30% van de stroombanen), hetgeen als een belangrijke verstoring beschouwd kan worden. Het totale effect op het grondwatersysteem en de algemene grondwaterkwaliteit is echter overwegend positief met uitzondering van enkele (geringe) negatieve effecten in de trajecten 6 (Linne-Roermond) en 12 (Grave-Lith). Grotere, regionale grondwatersystemen met niet verontreinigd en gebufferd grondwater krijgen meer invloed in kwelgebieden, waarvan velen met grondwaterafhankelijke natuurwaarden.
Een belangrijke conclusie is, dat er weliswaar verschillen bestaan tussen gevolgen van de ingrepen van de drie basisalternatieven, maar dat die verschillen niet erg groot zijn. In het algemeen geldt dat Basisalternatief 2 de geringste verandering tot gevolg heeft.
Hieronder wordt een overzicht gegeven van de beoordeling van het criterium grondwaterkwaliteit. De scores zijn afgeleid uit de diverse subcriteria.

Tabel 13.15 Overzicht beoordeling Grondwaterkwaliteit per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht-stuw Linne	5	+	+	0
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	0	0	-
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	0	0	0
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	+	+	+
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	0	0	0
11. Maas-Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	0	0	0
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		0	0	0
Totaal Zandmaas		0	0	0
Totaal		**0**	**0**	**0**

*) *De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

Verandering kwelstroming

Aangezien in kwelgebieden het grondwater uit grondwatersystemen uittreedt, wordt vooral in de kwelgebieden de kwaliteit van het ondiepe grondwater bepaald door de ligging van de grondwatersystemen. Verandering in kwelintensiteit of in de ligging van kwelgebieden kan dus gebruikt worden als indicator voor veranderingen die optreden in de grondwatersystemen.
De ligging van de kwelgebieden is ontleend aan stationaire berekeningen met het grondwatermodel.

De beoordeling van een verandering in kwelstroming geschiedt volledig vanuit de optiek van een mogelijke beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit. Eventuele consequenties voor gebruiksfuncties worden niet meegenomen. Een verandering van kwelstroming is immers het gevolg van een verstoring van het grondwatersysteem en kan derhalve een verandering in grondwaterkwaliteit met zich meebrengen. Hierbij is het vooral van belang of er sprake is van een omslag van kwel naar infiltratie of andersom. Het grondwater wordt in kwelgebieden niet belast met verontreinigingen, zodat deze omslag positief wordt beoordeeld.

Een omslag van kwel naar infiltratie zal als negatief gezien worden, aangezien in infiltratiegebieden het grondwater belast wordt met verontreinigingen ten gevolge van landbouw of andere gebruiksfuncties. De omslag van kwel naar infiltratie wordt bij de beoordeling zwaarder geteld dan de omslag van infiltratie naar kwel. De oppervlakten met een omslag van kwel naar infiltratie (en van infiltratie naar kwel) voor de drie basisalternatieven zijn opgenomen in bijlage H. Hierin is het oppervlak waarin van een omslag sprake is zowel gegeven in absolute termen (in ha) als relatief, als percentage van het totale oppervlak aan kwelgebied per traject in de referentiesituatie, per traject. Tabel 13.16 geeft een overzicht voor de projectgedeelten Zandmaas en Maasroute voor de drie basisalternatieven.

Tabel 13.16 Verandering van oppervlak kwelgebied voor Basisalternatief 1, 2 en 3

	Basisalternatief 1			Basisalternatief 2			Basisalternatief 3		
	MR	ZM	Tot	M-R	Z-M	Tot	M-R	Z-M	Tot
totaal oppervlak kwelgebied (ha)	16.737	64.201	80.938	16.737	64.201	80.938	16.737	64.201	80.938
omslag kwel naar infiltratie (ha)	0	149	149	18	208	226	26	312	338
% met omslag kwel naar infiltratie	0,0	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,2	0,5	0,4
omslag infiltratie naar kwel (ha)	144	2116	2260	143	1936	2079	144	2219	2363
% met omslag infiltratie naar kwel	0,9	3,3	2,8	0,9	3,0	2,6	0,9	3,5	2,9

MR = Maasroute, ZM = Zandmaas, Tot = Totaal

Voor alle basisalternatieven geldt, dat op alle trajecten met uitzondering van traject 4 (Born-Maasbracht) voornamelijk een omslag van infiltratie naar kwel optreedt. Op veel trajecten vindt er ook een omslag van kwel naar infiltratie plaats, maar in beperktere mate.

De omslag van infiltratie naar kwel wordt vooral aangetroffen binnen het trajectgedeelte Zandmaas (93 tot 94% van het totale oppervlak voor alle alternatieven) en is het gevolg van de peilopzet op deze trajecten. Ten opzichte van de referentiesituatie is er een toename van 2,6% tot 2,9% voor het totale kweloppervlak, afhankelijk van het basisalternatief.

Tabel 13.17 Overzicht beoordeling verandering kwel per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht-stuw Linne	5	+	+	+
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	0	0	0
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	0	0	0
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	+	+	+
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	+	+	+
11. Maas-Waalkanaal	11	+	0	+
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	0	0	0
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		0	0	0
Totaal Zandmaas		+	+	+
Totaal		+	0	+

*) *De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

Verandering grondwaterstromingssystemen

Wanneer als gevolg van ingrepen in de nieuwe situatie andere stroombanen worden berekend dan in de referentiesituatie is dit, net als de verandering van het kweloppervlak, een belangrijke indicatie voor veranderingen in het grondwaterstromingssysteem. Bij veranderingen van stroombanen wordt gelet op verblijftijden, maximale diepte van de stroombanen en punt van herkomst van kwelstroombanen

(stroombanen waarvan het eindpunt in een kwelgebied valt). De resultaten van de stroombaanberekeningen voor Basisalternatief 1, 2 en 3 worden hieronder beknopt besproken.

Verblijftijden

Bijlage I geeft een overzicht van de verandering van de verblijftijden voor de drie basisalternatieven. Tabel 13.18 geeft een overzicht van de verschillen tussen de basisalternatieven voor wat betreft de projectgedeelten Maasroute en Zandmaas. De aanduiding 'gemengd' in bijlage I geeft aan dat zowel een afname als een toename van verblijftijden voorkomt.

Tabel 13.18 Verandering van verblijftijden van grondwater voor Basisalternatief 1, 2 en 3

	Basisalternatief 1			Basisalternatief 2			Basisalternatief 3		
	MR	ZM	Tot	M-R	Z-M	Tot	M-R	Z-M	Tot
berekend aantal stroombanen	185	1332	1517	185	1332	1517	185	1332	1517
aantal stroombanen met verandering	5	56	61	6	47	53	5	53	58
Verandering in %	2,7	4,2	4,0	3,2	3,5	3,5	2,7	4,0	3,8

MR = Maasroute, ZM = Zandmaas, Tot = Totaal

De verschillen tussen Basisalternatief 1, 2 en 3 zijn vrij klein, zowel over beide projectgedeelten als per traject. In het algemeen is er sprake van een toename van de verblijftijden; een uitzondering wordt gevormd door traject 12 waar voor elk basisalternatief sprake is van een afname. Op traject 6 en 10 verschilt het effect (toename, afname of gemengd) per alternatief.

Tabel 13.19 Overzicht beoordeling verandering verblijftijd per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht-stuw Linne	5	+	+	+
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	0	0	-
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	0	0	0
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	+	+	+
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	0	0	+
11. Maas-Waalkanaal	11	++	+	++
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	0	0	0
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		0	0	0
Totaal Zandmaas		+	0	+
Totaal		**0**	**0**	**+**

*) *De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

Diepte van stroombanen

In het algemeen geldt, dat kwelstroombanen met slechts een beperkte maximale diepte de lokalere systemen weergeven, met een sterke antropogene invloed (invloed van gebruik en ingrepen door de mens) op de grondwaterkwaliteit.
Stroombanen met een grote maximale diepte behoren meestal tot diepe regionale grondwatersystemen. Een afname van de diepte kan dus een overgang betekenen van een regionaal naar een subregionaal of lokaal systeem. Vanuit het oogpunt van grondwaterkwaliteit wordt dit als negatief beoordeeld.
Ook veranderingen van het gemengde type worden als negatief beoordeeld, aangezien deze een uiting zijn van de verstoring van grondwatersystemen. Alleen een duidelijke toename van de maximale diepte wordt als positief aangemerkt (uitbreiding diepe grondwatersystemen).

De resultaten van de berekeningen zijn per basisalternatief en per traject weergegeven in bijlage J. Een overzichtstabel voor de drie basisalternatieven wordt gegeven als tabel 13.21. Zoals te verwachten was vertonen de resultaten overeenkomsten met de veranderingen van verblijftijden. Toch is het aantal stroombanen waarvoor de maximale diepte verandert in het algemeen groter dan het aantal stroombanen waarvoor de verblijftijden veranderen. Dit gaat op voor elk van de drie basisalternatieven. Dit hangt samen met de gebruikte methodiek: de diepte van de stroombanen is verdeeld in 8 klassen, de reistijd in 7 klassen. Daardoor zal een stroombaan in het algemeen eerder van diepteklasse veranderen dan van verblijftijdklasse. Daarnaast komen bij de veranderingen van diepteklasse meer gemengde veranderingen voor, dat wil zeggen zowel toename als afname. Dit verklaart ook de verschillen die er bestaan tussen het samenvattend effect voor verblijftijden en dat voor maximale diepte van de stroombanen.

Tabel 13.20 Verandering van maximale diepte van grondwatersystemen voor Basisalternatief 1, 2 en 3

	Basisalternatief 1			Basisalternatief 2			Basisalternatief 3		
	MR	ZM	Tot	M-R	Z-M	Tot	M-R	Z-M	Tot
berekend aantal stroombanen	185	1332	1517	185	1332	1517	185	1332	1517
aantal stroombanen met verandering	8	101	109	7	99	106	6	117	123
Verandering in %	4,3	7,6	7,2	3,8	7,4	7,0	3,2	8,8	8,1

MR = Maasroute, ZM = Zandmaas, Tot = Totaal

Tabel 13.21 Overzicht beoordeling verandering diepte per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht-stuw Linne	5	0	0	-
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	-	-	-
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	0	0	+
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	0	0	0
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	-	-	-
11. Maas-Waalkanaal	11	-	0	-
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	0	0	0
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		0	0	0
Totaal Zandmaas		0	0	0
Totaal		**0**	**0**	**0**

*) *De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

Herkomst van kwelstroombanen

Afgezien van een verandering in (maximale) diepte en verblijftijd is ook de eventuele verandering van het herkomstgebied van het kwelwater bepaald. Daarbij is een minimum van 250 m als ondergrens aangehouden voor het al of niet relevant achten van de verandering van het gebied van herkomst van het grondwater.

In tabel 13.22 is voor elk basisalternatief en per traject aangegeven van hoeveel stroombanen de herkomst over een afstand van meer dan 250 m verplaatst en hoeveel dit procentueel is (ten opzichte van het totaal aantal berekende stroombanen voor het betreffende traject). Een verschuiving van herkomstgebied groter dan 250 m wordt in principe als negatief beoordeeld, omdat dit een duidelijke indicatie is voor een verandering van het grondwatersysteem. Bij de eindbeoordeling van het aspect 'effecten op grondwatersystemen' wordt de verandering van herkomst beschouwd in samenhang met de verandering van de maximale diepte en de verandering in verblijftijd.

Tabel 13.22 Verandering van punt van herkomst van kwelwater voor Basisalternatief 1, 2 en 3

Traject	berekend	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	aantal stroombanen	aantal stroombanen met verandering	verandering in %	aantal stroombanen met verandering	verandering in %	aantal stroombanen met verandering	verandering in %
Maasroute							
1	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-
4	128	5	3,9	4	3,1	5	3,9
5	57	8	14,0	6	10,5	6	10,5
subtotaal	185	13	7,0	10	5,4	11	5,9
Zandmaas							
6	86	8	9,3	8	9,3	10	11,6
8	240	14	5,8	12	5,0	15	6,3
9	332	49	14,8	47	14,2	55	16,6
10	252	65	25,8	54	21,4	66	26,2
11	43	13	30,2	11	25,6	13	30,2
12	359	3	0,8	3	0,8	8	2,20
13	20	0	0,0	0	0,0	0	0,0
subtotaal	1332	152	11,4	135	10,1	167	12,5
Totaal	**1517**	**165**	**10,8**	**145**	**9,6**	**178**	**11,7**

Tabel 13.23 Overzicht beoordeling Verandering herkomst per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht-stuw Linne	5	-	-	-
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	-	-	-
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	-	-	-
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	-	-	-
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	--	--	--
11. Maas-Waalkanaal	11	--	--	--
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	0	0	0
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		0	0	0
Totaal Zandmaas		-	-	-
Totaal		-	-	-

**) De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

Denitrificatie (ondiepe grondwaterkwaliteit)
De ondiepe grondwaterkwaliteit wordt voor een belangrijk deel bepaald door de aanwezigheid van nitraat. Denitrificatie is het proces dat zorgt voor afbraak van het nitraat. Het nitraat wordt door micro-organismen in de grond omgezet in stikstofgas. De kwaliteit van het ondiepe grondwater verbetert hierdoor. Een stijging van de grondwaterspiegel (en dus een lagere grondwatertrap) leidt tot grotere denitrificatie. Een daling van de grondwaterspiegel (en dus een hogere grondwatertrap) leidt tot een minder grote denitrificatie. Bij een diepe grondwaterspiegel treedt geen noemenswaardige denitrificatie meer op. Bij de basisalternatieven vindt overwegend een stijging van de grondwaterstand plaats. Dit leidt tot een geringe toename van de denitrificatie, hetgeen als positief beschouwd kan worden. Het vermogen van de natuur om de te grote hoeveelheden stikstof die in het grondwater terecht komen te verwijderen via denitrificatie neemt hierdoor toe.

Op grond van de geringe verschillen in veranderingen in de grondwaterspiegels tussen de drie basisalternatieven onderling, kan worden aangenomen dat de effecten van de drie basisalternatieven voor denitrificatie weinig verschil zullen vertonen. Er zijn daarom geen berekeningen uitgevoerd voor het bepalen van de effecten van de basisalternatieven op denitrificatie. Aangezien deze situatie sterk overeenkomt met het MMA, wordt voor een globaal beeld van het effect van de ingrepen op de denitrificatie verwezen naar de berekeningsresultaten van het MMA. De beoordeling van het MMA op denitrificatie staat in de onderstaande tabel. Bij de berekening van totaalscores voor grondwaterkwaliteit en grondwater en bodem is het subbeoordelingscriterium denitrificatie niet meegenomen.

Tabel 13.24 Overzicht beoordeling denitrificatie per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht-stuw Linne	5	+	+	+
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	+	+	+
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	+	+	+
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	++	++	++
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	+	+	+
11. Maas-Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	0	0	0
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		0	0	0
Totaal Zandmaas		+	+	+
Totaal		+	+	+

*) *De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

Effecten op grondwatersystemen en grondwaterkwaliteit per traject

De effecten op grondwatersystemen en daarmee op de grondwaterkwaliteit als gevolg van de ingrepen van de basisalternatieven worden bepaald door het integreren van de deelaspecten omslag kwel- naar infiltratiegebied, verandering maximale diepte kwelstroombaan, verandering verblijftijd kwelstroombanen en verandering herkomst van kwelstroombanen. De procentuele verandering van deze deelaspecten is per basisalternatief samengevat in bijlage K. Een overzichtstabel is opgenomen als tabel 13.25.

Tabel 13.25 Procentuele verandering per deelaspect verandering grondwatersystemen voor Basisalternatief 1, 2 en 3.

	Basisalternatief 1			Basisalternatief 2			Basisalternatief 3		
	MR	ZM	Tot	M-R	Z-M	Tot	M-R	Z-M	Tot
omslag kwel naar infiltratie	0	0	0	0	0	0	0	1	0
omslag infiltratie naar kwel	1	3	3	1	3	3	11	4	3
verandering verblijftijden	3	4	4	3	4	4	3	4	4
verandering maximale diepte	4	8	7	4	7	7	3	9	8
verandering herkomst	7	11	11	5	10	10	6	13	12

MR = Maasroute, ZM = Zandmaas, Tot = Totaal

Traject 1 (Eijsden - Borgharen) en traject 3 (Borgharen - Born)

Omdat de veranderingen van de Maaswaterstanden op deze trajecten in alle alternatieven gering zijn, zijn voor deze trajecten geen stroombaanberekeningen uitgevoerd. In het traject Eijsden-Borgharen treedt een geringere toename van de kweloppervlakten op voor elk van de drie basisalternatieven. In totaal is er echter voor beide trajecten geen significante invloed op grondwatersystemen.

Traject 4 (Born - Maasbracht) en traject 5 (Maasbracht - Linne)

In deze trajecten treedt een toename op van de verblijftijden van het grondwater. In traject 5 wordt ook een verandering van de maximale diepte van de stroombanen berekend. Het betreft een 'gemengd' effect, maar er is vooral sprake van een toename van de maximale diepte. De verplaatsing van het punt van herkomst is voor het merendeel van de stroombanen beperkt. Tezamen met de netto toename van het totale kwelareaal binnen deze trajecten, duiden de geschetste veranderingen in verblijftijd- en diepteverdeling op een licht positief effect op de algemene grondwaterkwaliteit. De verschillen tussen de drie basisalternatieven zijn gering.

Traject 6 (Linne - Roermond)

In dit traject is zowel sprake van een afname van verblijftijden en van een gemengd effect op de maximale diepte van stroombanen. Er zijn hierbij overigens aanzienlijk meer stroombanen die een afname van de maximale diepte vertonen dan een toename.

Ook wat betreft de (horizontale) verplaatsing van het punt van herkomst van kwelstroombanen en het stroombanenpatroon treden duidelijke veranderingen op.
Ondanks een netto toename van het totale kwelareaal met 1,4 tot 2,1% (afhankelijk van het basisalternatief), dient het effect op de algemene grondwaterkwaliteit van de grondwatersystemen negatief beoordeeld te worden: er treedt een verschuiving op van diepe naar ondiepe (lokale) grondwatersystemen.

De verschillen tussen de basisalternatieven zijn ook voor dit traject gering; bij Basisalternatief 2 is het (negatieve) effect op de grondwatersystemen het kleinst.

Traject 8 (Roermond - Belfeld)
In dit traject is voor elk basisalternatief sprake van een toename van verblijftijden en van de maximale diepte van de berekende (kwel)stroombanen. De (procentuele) veranderingen zijn echter gering, mede door het relatief grote aantal stroombanen dat is berekend (240). Van de stroombanen, waarvan het punt van herkomst meer dan 250 m in horizontale richting verplaatst, is de verplaatsing in de meeste gevallen kleiner dan 1000 m. De verschillen tussen de basisalternatieven zijn (zeer) klein.

Tezamen met de netto toename van het totale kwelareaal binnen dit traject, duiden de geschetste veranderingen in verblijftijd- en diepteverdeling op een licht positief effect op de algemene grondwaterkwaliteit.

Traject 9 (Belfeld - Sambeek)
In het traject Belfeld-Sambeek wordt een toename van de verblijftijden berekend. Een 'gemengd' effect treedt op voor de maximale diepte van de stroombanen. Hierbij moet worden opgemerkt dat bij elk basisalternatief een afname van de maximale diepte optreedt voor 2 stroombanen en een toename bij 9 tot 11 stroombanen.

De verandering in het stroombanenpatroon als gevolg van de ingrepen van Basisalternatief 1, 2 en 3 is voor het grootste deel van het traject klein. In de omgeving van Venray, op de rechter Maasoever, en tussen Meerlo en Wanssum op de linker oever treden echter grotere veranderingen op. Dit geldt voor elk van de drie basisalternatieven. De veranderingen manifesteren zich voornamelijk door een verschuiving van het punt van herkomst naar grotere afstanden van de Maas, hetgeen overeenkomt met een verhoging van verblijftijden.
Tezamen met de netto toename van het totale kwelareaal in dit traject, duiden de veranderingen in diepte- en verblijftijdverdeling op een verbetering van de algemene grondwaterkwaliteit; er treedt een verschuiving binnen grondwatersystemen op ten gunste van regionalere en diepere systemen.

Traject 10 (Sambeek - Grave)
In dit traject treedt een toename van verblijftijden op, maar de maximale diepte van de stroombanen reageert 'gemengd' op de ingrepen. Voor elk basisalternatief geldt dat ongeveer 10 stroombanen ondieper worden en circa 20 dieper. Het aantal (kwel)stroombanen waarvoor een verplaatsing van het punt van herkomst wordt berekend is vrij groot (21-26% van het totaal aantal berekende stroombanen). De verandering is voor Basisalternatief 1 en 3 groter (26%) dan voor Basisalternatief 2 (21%).

Op de linker Maasoever treedt een verandering in het stroombanenpatroon op over een groot gedeelte van het traject tussen Oeffelt en Grave. Hierbij worden zowel verlengingen van stroombanen geconstateerd als verkortingen en verandering van richting. Ook op de rechter Maasoever treden belangrijke wijzigingen op in het stroombanenpatroon; met name in de polders tussen Heumen en Overasselt. In dit gebied blijkt voor elk basisalternatief dat na voltooiing van de ingrepen, duidelijk meer water wordt onttrokken aan de Maas, terwijl in de referentiesituatie ook water van de hogere gronden langs de linkeroever wordt aangetrokken.

Tezamen met de toename van het totale kwelareaal (met 7 tot 8%) duidt de toename van verblijftijden en diepten van de stroombanen echter op een verbetering van de algemene grondwaterkwaliteit.

Traject 11 (Maas-Waalkanaal)
Ook op het traject Maas-Waalkanaal treedt een toename op van verblijftijden terwijl de maximale diepte van de stroombanen gemengd reageert op de ingrepen bij Basisalternatief 1, 2 en 3. Van de stroombanen waarbij verandering optreedt wordt ongeveer eenderde ondieper en tweederde dieper.

De veranderingen die binnen de grondwatersystemen optreden zijn ook duidelijk herkenbaar in het veranderende stroombanenpatroon. Vooral voor de kwelgebieden in de polders direct westelijk van het Maas-Waalkanaal blijkt het herkomstgebied in oostelijk richting op te schuiven.
Na voltooiing van de ingrepen geldt voor elk van de basisalternatieven dat een (aanzienlijk) deel van dit kwelwater afkomstig is van het stuwwallen-complex bij Groesbeek.
Tezamen met een geringe toename van het totale kwelareaal (met 2,9 tot 3,2%) duidt de toename van verblijftijden en diepten van de stroombanen daarentegen op een verbetering van de algemene grondwaterkwaliteit.

Traject 12 (Grave - Lith)
In deze trajecten treden ofwel geringe (traject 12) ofwel geen significante (traject 13) veranderingen op in de verdeling van verblijftijden en diepten van de berekende stroombanen, voor Basisalternatief 1, 2 en 3.

In het traject Grave-Lith wordt voor elk basisalternatief een verschillend aantal stroombanen berekend waarvoor de diepteklasse verandert: respectievelijk 1, 5 en 8 voor Basisalternatief 1, 2 en 3. Gezien het grote aantal stroombanen waarmee gerekend is (359) zijn de verschillen tussen de alternatieven relatief gering. Overigens zijn de veranderingen niet zozeer een gevolg van ingrepen die plaatsvinden op het traject zelf als wel het resultaat van 'uitstraling' van de effecten van ingrepen stroomopwaarts.

Ook de verandering in punt van herkomst verschilt per Basisalternatief: 3 stroombanen voor Basisalternatief 1 en 2 en 8 stroombanen voor Basisalternatief 3.

Deze veranderingen zijn relatief gering, hetgeen ook blijkt uit vergelijking van het stroombanenpatroon voor en na realisering van de ingrepen van de respectievelijke basisalternatieven. Hoewel in traject 12 de netto kweloppervlakte enigszins toeneemt, duidt de afname van zowel verblijftijden als diepten op een (gering) negatief effect op de algemene grondwaterkwaliteit.

Traject 13 (Lith - Hedel)
In het traject Lith-Hedel zijn de veranderingen nihil voor elk van de basisalternatieven.

13.6 Intrekgebied onttrekingen

De effecten op de grondwateronttrekkingen voor drink- en industriewater worden bepaald door de veranderingen van de waterniveaus in de pompputten en door de veranderingen in intrekgebieden.
De verandering van de gemiddelde stijghoogte (stijging of daling) is uitsluitend geanalyseerd voor de drinkwaterwinningen binnen het modelgebied. Hierbij is gekeken naar een verandering in stijghoogte in het eerste watervoerend pakket ter plaatse van de grondwateronttrekkingen, berekend voor een langjarig gemiddelde situatie.

In het gehele projectgebied wordt, ter plaatse van een drinkwateronttrekking, nergens een verlaging van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket berekend, maar uitsluitend verhogingen.

Verhogingen zijn in het algemeen kleiner dan 0,10 m. Bij een beperkt aantal pompstations worden echter wel grotere veranderingen verwacht, en wel voor alle basisalternatieven. Het betreft de pompstations Druten (traject 12), Mookerheide (traject 10), Bergen en Grubbenvorst (traject 9), Reuver en Asselt (traject 8) en Beegden en Herten (traject 6).

De verhoging van de stijghoogte verschilt enigszins per basisalternatief en bedraagt respectievelijk 0,18-0,20 m (Druten), 0,24-0,29 m (Mookerheide), 0,31-0,40 m (Bergen), 0,25-0,30 m (Grubbenvorst), 0,10-0,12 m (Reuver), 0,22-0,25 m (Asselt), 0,10-0,11 m (Beegden) en 0,18-0,23 m (Herten). Gezien het ontbreken van verlagingen van de stijghoogten ter plaatse van de drinkwateronttrekkingen zullen er als gevolg van de ingrepen van Basisalternatief 1, 2 en 3 geen problemen ontstaan ten aanzien van opvoerhoogten van pompen of de effectiviteit van filters in de pompputten. De effecten van de Basisalternatieven 1, 2 en 3 op de stijghoogten in pompputten kunnen dus als neutraal beoordeeld worden.

De ingrepen van de drie basisalternatieven hebben geen negatieve invloed op de stijghoogten ter plaatse van grondwateronttrekkingen.
In het algemeen worden voor grondwateronttrekkingen voor drinkwater geen of slechts geringe veranderingen in het intrekgebied berekend. Enkele grondwateronttrekkingen voor drinkwater vormen hierop echter een uitzondering. Voor deze onttrekkingen (Heer, Asselt, Hanik) wordt een verandering van het intrekgebied van meer dan 10% berekend. In principe dient een verandering van een dergelijke omvang als negatief beschouwd te worden, aangezien het op termijn zal leiden tot een meer of minder grote verandering van de grondwaterkwaliteit en mogelijke consequenties heeft voor de grondwaterbescherming rond de winning. In welke mate de verandering van het intrekgebied zal leiden tot veranderingen van de grondwaterkwaliteit en of deze veranderingen als positief of negatief beschouwd moeten worden, kan met het huidige regionale modelinstrumentarium niet worden vastgesteld. Hiervoor is meer gedetailleerde modellering noodzakelijk, die specifiek gericht is op het berekenen van intrekgebieden en veranderingen van grondwaterkwaliteit als gevolg van veranderingen van intrekgebieden.

Effecten op hoofdlijnen
De berekende veranderingen van grondwateronttrekkingen voor industriewater zijn vergelijkbaar met die voor drinkwater. Ook bij de grondwateronttrekkingen voor industrie dienen dergelijke veranderingen in principe als negatief beschouwd te worden, waarbij dezelfde opmerkingen gemaakt kunnen worden als bij onttrekkingen voor drinkwater. Hierbij kan nog opgemerkt worden, dat de meeste grondwateronttrekkingen voor industrie relatief klein zijn ten opzichte van de onttrekkingen voor drinkwater. Beperkte veranderingen van de stroombanen leiden hierdoor snel tot een aanzienlijke verschuiving van het intrekgebied, zonder dat er een grondwaterkwaliteitsverandering van betekenis plaats zal vinden. Verder bestaat er momenteel nog geen formele bescherming van (een deel van) intrekgebieden van grondwateronttrekkingen voor industrie. Bovendien is de verandering van de grondwaterkwaliteit voor een deel van de industriële toepassingen van grondwater minder problematisch dan voor drinkwater.

Tabel 13.26 Overzicht beoordeling Intrekgebied onttrekkingen per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	-	-	-
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	-		-
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	-	0	-
5. Maasbracht-stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	-	-	-
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	-	-	-
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	-	-	-
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	0	0	0
11. Maas-Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	0	0	0
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		-	-	-
Totaal Zandmaas		-	-	-
Totaal		-	-	-

*) *De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

Onderbouwing effecten intrekgebieden

Naast de veranderingen van het waterniveau ter plaatse van de putten kan ook het intrekgebied van een drink- of industriewaterwinning wijzigen als gevolg van veranderingen in de grondwaterstroming. Een verandering van intrekgebied kan op termijn leiden tot een verandering van de kwaliteit van het opgepompte grondwater. Inzicht in te verwachten verandering van het intrekgebied van een drinkwaterwinning is dan ook van belang voor de bescherming van de waterkwaliteit. Wanneer het intrekgebied van een drinkwaterwinning van ligging verandert, als gevolg van de ingrepen voorgesteld in een van de basisalternatieven, kan dat betekenen dat (een deel) van het intrekgebied buiten de huidige beschermingszones of het bestaande beschermingsgebied komt te liggen. Hierdoor kunnen verontreinigingen, die in de huidige situatie als ongevaarlijk voor de drinkwaterwinning worden beschouwd, in de toekomst wèl gevaar gaan opleveren voor de drinkwaterwinning.

In vrijwel alle gevallen zal de verandering van het intrekgebied geleidelijk en vaak op (zeer) lange termijn leiden tot een verandering van de kwaliteit van het opgepompte water. Met het voor het project Zandmaas/Maasroute ontwikkelde modelinstrumentarium kan alleen een indicatie van de verandering van het intrekgebied van alle onttrekkingen berekend worden. Deze veranderingen zijn voor de drinkwaterwinningen per traject weergegeven in tabel 13.27.

De procentuele verandering van het intrekgebied is als volgt bepaald. Eerst is de som bepaald van de oppervlakten van de gebieden die in de referentiesituatie wel tot het intrekgebied behoren en na voltooiing van de maatregelen van de basisalternatieven niet opgeteld bij de oppervlakten van de gebieden die in de referentiesituatie niet tot het intrekgebied behoren en na de voltooiing van de maatregelen wel tot het intrekgebied behoren. Deze som van de oppervlakten wordt gedeeld door het totale oppervlak van het intrekgebied in de referentiesituatie. Een verandering van minder dan 1% wordt hierbij verwaarloosd.

De veranderingen voor de pompstations Heer, Waterval, Herkenbosch, Tegelen en Hanik betreffen uitsluitend een afname van het huidige intrekgebied, voor elk van de drie basisalternatieven.

Dit is ook het geval voor enkele basisalternatieven voor het pompstation Ospel (alleen Basisalternatief 1 en 3) en pompstation Susteren (alleen Basisalternatief 1 en 2).

Voor pompstation Beegden wordt uitsluitend een uitbreiding van het huidige intrekgebied berekend. Voor de overige pompstations (Pey, Asselt en Bergen) wordt zowel gebied onttrokken aan het huidige intrekgebied als toegevoegd. Dit geldt ook voor pompstation Susteren bij de berekening van Basisalternatief 2 en pompstation Macharen voor Basisalternatief 3. De intrekgebieden voor de pompstations Herten, Hanik en Herkenbosch vallen waarschijnlijk voor een (belangrijk) deel buiten het gemodelleerde gebied. De procentuele veranderingen voor deze pompstations zijn derhalve niet in de tabel aangegeven. Voor de pompstations Waterval, Ospel en Tegelen geldt dat ter plaatse van de pompstations het model een relatief grote knoopafstand kent, waardoor percentages niet nauwkeurig kunnen worden berekend.

Tabel 13.27 Veranderingen intrekgebieden grondwateronttrekkingen voor drinkwater voor Basisalternatief 1, 2 en 3

Traject	Aantal onttrek-kingen	Basisalternatief 1			Basisalternatief 2			Basisalternatief 3		
		Verandering (aantal stations)	Procentuele verandering naam	%	Verandering (aantal stations)	Procentuele verandering naam	%	Verandering (aantal stations)	Procentuele verandering naam	%
Maasroute										
1	3	1	Heer	13	1	Heer	13	1	Heer	13
3	6	1	Waterval	**)	1	Waterval	**)	1	Waterval	**)
4	3	2	Susteren	9	2	Susteren	10	2	Susteren	9
			Pey	6		Pey	1		Pey	5
5	1	0			0			0		
subtotaal	13	4			4			4		
Zandmaas										
6	3	3	Beegden	4	3	Beegden	4	2	Beegden	4
			Herten	*)		Herten	*)		Herten	*)
			H'bosch	*)	1	H'bosch	*)			
8	4	2	Asselt	10	1	Asselt	10	2	Asselt	10
			Ospel	**)					Ospel	**)
9	9	3	Bergen	7	1	Bergen	4	3	Bergen	9
			Hanik	*)		Hanik	*)		Hanik	*)
			Tegelen	**)		Tegelen	**)		Tegelen	**)
10	2	0			0			0		
11	1	0			0			0		
12	2	0			0			1	Macharen	1
13	0	-	-	-	0	-	-	0	-	-
subtotaal	21	8			5			8		
Gehele projectgebied	34	12			9			12		

*) *model omvat slechts deel intrekgebied; berekende cijfers daarom niet betrouwbaar*

**) *knoopafstand model te groot voor nauwkeurige bepaling procentuele verandering*

Voor de industriële winningen zijn de veranderingen in intrekgebied op analoge wijze bepaald. Tabel 13.28 geeft deze veranderingen per traject en per basisalternatief. Hierbij zijn ook grondwateronttrekkingen in België en Duitsland meegenomen, hetzij voor de drinkwatervoorziening, hetzij ten behoeve van de industrie. Bij de weergave van de procentuele verandering is uitgegaan van een klasse-indeling met grenzen van 10, 25, 50 en 100%.

Tabel 13.28 Veranderingen intrekgebieden industriële onttrekkingen voor Basisalternatief 1, 2 en 3

Traject	Aantal onttrekkingen	Basisalternatief 1			Basisalternatief 2			Basisalternatief 3		
		Verandering aantal stations	Procentuele verandering naam	%	Verandering aantal stations	Procentuele verandering naam	%	Verandering aantal stations	Procentuele verandering naam	%
Maasroute										
1	11	3	Kon. Mosa	10-25	2	Kon. Mosa	13	3	Kon. Mosa	10-25
			ENCI NV	50-100		ENCI NV	25-50		ENCI NV	< 10
			U.Miniere			U.Miniere			U. Miniere	10-25
3	12	0			0			0		
4	14	1	Nedcar	<10	2	Nedcar	<10	1	Nedcar	<10
5	0	0			0			0		
subtotaal	37	4			4			4		
Zandmaas										
6	9	6	Steenbr. R.	25-50	6	Steenbr. R.	10-50	6	Steenbr. R.	25-50
			Philips	<10		Philips	<10		Philips	<10
			Akros	**)	1	Akros	**)			
			BW R'mond	10-25		BW R'mond	10-25		BW R'mond	10-25
			Campina	25-50		Campina	25-50		Campina	25-50
			Solvay	10-25		Solvay	10-25		Solvay	10-25
8	5	2	Gebr. van Houtum	50-100	2	Gebr. van Houtum	50-100	2	Gebr. van Houtum	50-100
			Maascentr.	**)		Maascentr.	**)		Maascentr.	**)
9	9	2			3	Gebr. Theeuwen	**)	3	Recr.Kl.Vink	**)
			Fritesspec.	10-25		Fritesspec.	50-100		Fritesspec.	50-100
			Lutece	50-100		Lutece	<10		Lutece	10-25
10	5	2	Homburg	**)	2	Homburg	**)	2	Homburg	**)
11	5	3	KNP Leykam	10-25	3	KNP Leykam	10-25	3	KNP Leykam	10-25
			Nutsb.Z.Gld.	25-50		Nutsb.Z.Gld.	25-50		Nutsb.Z.Gld.	25-50
			Nutsb.Z.Gld.	<10		Nutsb.Z.Gld.	<10		Nutsb.Z.Gld.	<10
12	1	0			0			0		
13	1	0			0			0		
subtotaal	35	15			16			16		
Gehele projectgebied	72	19			20			20		

*) *model omvat slechts deel intrekgebied; berekende cijfers daarom niet betrouwbaar*

**) *knoopafstand model te groot voor nauwkeurige bepaling procentuele verandering*

In de tabellen 13.29 en 13.30 wordt een overzicht gegeven van de beoordeling voor de criteria verandering intrekgebied ontrekking drinkwater en verandering intrekgebied ontrekking industriewater.

Tabel 13.29 Overzicht beoordeling verandering intrekgebied onttrekking drinkwater per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	-	-	-
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	-	0	-
5. Maasbracht-stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	-	-	-
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	-	-	-
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	-	-	-
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	0	0	0
11. Maas-Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	0	0	0
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		-	-	-
Totaal Zandmaas		-	-	-
Totaal		-	-	-

*) *De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

Tabel 13.30 Overzicht beoordeling verandering intrekgebied onttrekking industriewater per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	-	-	-
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht-stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	--	--	--
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	-	-	-
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	-	-	-
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	0	0	0
11. Maas-Waalkanaal	11	-	-	-
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	0	0	0
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		0	0	0
Totaal Zandmaas		-	-	-
Totaal		-	-	-

*) *De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

Effecten per traject
Per deelgebied kunnen de effecten op de intrekgebieden als volgt beschreven worden.

Traject 1 (Eijsden - Borgharen), 3 (Borgharen - Born), 4 (Born - Maasbracht) en 5 (Maasbracht - Linne)
In deze trajecten liggen 13 drinkwaterwinningen en zo'n 37 industriële onttrekkingen. Door de voorgestelde maatregelen wordt van vier drinkwaterwinningen het intrekgebied merkbaar beïnvloed. Voorts wordt van vier van de industriële winningen het intrekgebied beïnvloed. Hoewel de ingrepen voor Basisalternatief 1, 2 en 3 voor deze trajecten gelijk zijn, zijn er kleine verschillen in de uitkomsten, met name voor de industriële onttrekkingen. Deze verschillen zijn voornamelijk het gevolg van beperkingen in de nauwkeurigheid van het berekenen van intrekgebieden met de regionale Zandmaas/Maasroute grondwatermodellen.

Eén van de winningen waarvan het intrekgebied wordt beïnvloed ligt in Kinrooi in België (alleen voor Basisalternatief 2).

Traject 6 (Linne - Roermond), 8 (Roermond - Belfeld), 9 (Belfeld - Sambeek) en 10 (Sambeek - Grave)
Binnen deze trajecten treden de grootste peilverhogingen op de Maas op. Dit heeft duidelijk consequenties voor de ligging van de intrekgebieden van de diverse drinkwaterwinningen en industriële onttrekkers. Bij 6 van de in totaal 18 grondwateronttrekkingen voor de drinkwatervoorziening wordt voor elk basisalternatief een verandering van de ligging van het intrekgebied berekend.
Voor 2 pompstations voor de drinkwatervoorziening wordt voor 2 van de 3 basisalternatieven een verandering berekend.

Naast de drinkwaterwinningen bevinden zich tevens zo'n 28 industriële onttrekkingen binnen deze trajecten. Hiervan ondergaan 12 onttrekkingen een verandering van intrekgebied voor elk basisalternatief. Twee onttrekkingen (Recreatieterrein Klein Vink en Gebr. Teeuwen) veranderen slechts voor één basisalternatief. Voor deze beide locaties geldt echter dat de nauwkeurigheid van intrekgebiedberekeningen van het model gering is. De berekeningsresultaten kunnen hier slechts gebruikt worden als een indicatie dat er verandering op kan treden bij de respectievelijke basisalternatieven.

Voor een aantal, betrekkelijk kleine onttrekkingen, bedraagt de verandering van het intrekgebied meer dan 100%. Dit kan een wijziging van de grondwaterkwaliteit van de betreffende winning tot gevolg hebben. De uitgevoerde berekeningen zijn evenwel niet nauwkeurig genoeg om hier uitsluitsel over te geven.

Traject 11 (Maas-Waalkanaal)
In dit traject bevinden zich één drinkwaterwinning en een vijftal industriële onttrekkingen. Als gevolg van de peilopzet op het traject Sambeek - Grave, die hier doorwerkt, wordt hier voor drie industriële onttrekkingen een verandering van het intrekgebied berekend. De veranderingen zijn voor elk van de basisalternatieven gelijk.

Traject 12 (Grave - Lith) en 13 (Lith - Hedel)
In deze trajecten wordt uitsluitend voor het pompstation Macharen een verandering van het intrekgebied berekend bij Basisalternatief 3. Het betreft hier een verandering van het intrekgebied met 1% van het oppervlak in de referentiesituatie.

13.7 Verspreiding puntverontreinigingen

De veranderingen in de grondwaterstroming ten gevolge van de basisalternatieven kunnen invloed hebben op de verspreiding van puntverontreinigingen in het grondwater. Daarbij kunnen verschillende gevallen voorkomen:

a) de verontreiniging verspreidt zich momenteel met een bepaalde snelheid en richting, die wordt gewijzigd door de realisatie van de basisalternatieven; en
b) de verontreiniging verspreidt zich momenteel niet, door bodem- en stofeigenschappen, en zal dat na uitvoering van de basisalternatieven ook niet doen.

De verspreiding van de puntverontreinigingen wordt primair bepaald door de grondwaterstroming. De verandering van de grondwaterstroming is berekend met het grondwatermodel voor Zandmaas/Maasroute. De stof- en bodemeigenschappen zijn bepaald op basis van de gegevens uit de databank van puntverontreinigingen, die is opgezet voor Zandmaas/Maasroute. Een en ander is nader uitgewerkt in het Achtergronddocument Methodiek.

Voor het bepalen van de effecten worden de volgende factoren meegenomen:

- de 'status' van de puntverontreiniging: actuele puntverontreinigingen zijn daadwerkelijk aangetoond, potentiële puntverontreinigingen worden op grond van (bedrijfs)activiteiten ter plaatse verwacht, maar zijn nog niet aangetoond;
- de (geschatte) omvang van de puntverontreiniging;
- de mobiliteit van de verontreiniging (mobiele stoffen verspreiden zich snel, immobiele stoffen verspreiden zich niet snel);
- de verandering van de stroomsnelheid en stromingsrichting. Verandering van de stroomsnelheid kan positief of negatief zijn: de verspreiding kan toenemen of juist afgeremd worden (door een afname van de stroomsnelheid van het grondwater). Een verandering van de stromingsrichting is altijd negatief (ongeacht de stroomsnelheid van het grondwater); de stof verspreidt zich dan over een ander of groter gebied.

Uitgaande van de berekende veranderingen in de grondwaterstroming, vormen de stof- en bodemeigenschappen een wegingsfactor. Is bijvoorbeeld een verandering van de stroomsnelheid van 0,5 m per 10 dagen berekend, dan kan dit ernstig zijn als het een actuele omvangrijke verontreiniging betreft van mobiele stoffen in een bodem met geringe adsorptie-eigenschappen. De verandering in de grondwaterstroming krijgt dan een groot gewicht, en de ingrepen van de basisalternatieven zorgen bij die locatie voor een sterk negatieve score. Is er sprake van een potentiële puntverontreiniging die naar verwachting bestaat uit immobiele stoffen, dan is het gewicht niet groot en scoort de locatie minder negatief of zelfs neutraal (geen effect).

Tabel 13.31 Overzicht beoordeling verandering verspreiding puntverontreinigingen per traject

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	0	0	0
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0	0	0
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	0	0	0
5. Maasbracht-stuw Linne	5	0	0	0
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	0	0	0
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	-	-	-
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	-	-	-
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	-	-	-
11. Maas-Waalkanaal	11	0	0	0
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	+	+	+
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal Maasroute*)		0	0	0
Totaal Zandmaas		-	-	-
Totaal		**0**	**0**	**0**

*) *De trajecten 1 t/m 5 worden aan de Maasroute toegerekend en de trajecten 6 t/m 13 aan de Zandmaas.*

Effecten per traject

De resultaten van de berekeningen ten aanzien van de verspreiding uit puntverontreinigingen zijn voor alle drie de basisalternatieven hetzelfde. De verschillen in grondwaterstanden en grondwaterstromingssnelheid zijn zo gering, dat deze niet doorwerken in de berekende verspreiding van verontreinigende stoffen uit puntverontreinigingen.

Voor de meeste puntverontreinigingen wordt een neutraal effect berekend, dat wil zeggen dat geen wijziging in snelheid of richting van de verspreiding van verontreinigingen plaatsvindt. De meeste effecten doen zich voor in de trajecten 8, 9 en 10. De effecten per traject worden hieronder beschreven. De karakteristieken van de locaties waar een matig of groot negatief dan wel positief effect optreedt worden daarbij kort beschreven.

Traject 3 (Borgharen-Born)

In traject 3 treedt op één locatie een matig positief effect op. Het betreft een verontreiniging met minerale olie in de beïnvloedingszone ten gevolge van bedrijfsactiviteiten en/of de opslag van olieproducten in de gemeente Maastricht. De geschatte omvang van de grondwaterverontreiniging is matig (100-1.000 m^3).

Traject 5 (Maasbracht-Linne)

In traject treedt op twee locaties (één locatie in de gemeente Born en één locatie in de gemeente Heel) een licht negatief effect op.

Traject 8 (Roermond-Belfeld)

In traject 8 treedt op één locatie een matig negatief effect, en op 10 locaties lichte positieve of licht negatieve effecten op. Een matig negatief effect wordt berekend in Kessel. Het betreft een grondwaterverontreiniging met minerale olie, afkomstig van een tankstation. De geschatte omvang van de verontreiniging is klein (<100 m^3).

Verder treden in dit traject op 5 locaties (gemeente Roggel en Neer, Beesel en Belfeld) licht positieve effecten, en op 5 locaties (gemeente Beesel en Kessel) licht negatieve effecten op.

Traject 9 (Belfeld-Sambeek)
In traject 9 komt één matig negatief effect voor en daarnaast treden overwegend licht positieve effecten op. In Venlo wordt op één locatie een matig negatief effect berekend. Het gaat om een verontreiniging met vluchtige aromatische koolwaterstoffen in de beïnvloedingszone, afkomstig van grafische/chemische industrie. De geschatte omvang van de grondwaterverontreiniging is matig (100-1.000 m^3).

Licht positieve effecten worden berekend in Grubbenvorst (6 locaties), Arcen en Velden (1 locatie), Belfeld (2 locaties), Meerlo-Wanssum (1 locatie), Tegelen (5 locaties) en Venlo (2 locaties).
Licht negatieve effecten worden berekend in Meerlo-Wanssum (3 locaties) en Venlo (1 locatie).

Traject 10 (Sambeek-Grave)
In traject 10 treden op 4 locaties matig negatieve, en op 24 locaties licht negatieve effecten op. In de gemeente Grave liggen 3 locaties in de beïnvloedingszone waar matig negatieve effecten optreden. Het betreft een verontreiniging met vluchtige aromatische koolwaterstoffen (van matige omvang) bij een tankstation, een verontreiniging met diverse stoffen (van grote omvang) van een stortplaats, en een verontreiniging met minerale olie (van matige omvang) afkomstig van een reparatiebedrijf. In de gemeente Heumen ligt één locatie in de beïnvloedingszone waar een matig negatief effect optreedt. Het gaat om een verontreiniging met minerale olie van een matige omvang, veroorzaakt door de opslag van olieproducten.

Licht negatieve effecten treden op in de gemeente Mook en Middelaar (2 locaties), gemeente Cuyk en St. Agatha (10 locaties), de gemeente Heumen (1 locatie) en de gemeente Grave (11 locaties).

Traject 12 (Grave-Lith)
In traject 12 treedt in de gemeente Grave op één locatie een matig positief, en op één locatie een licht positief effect op. De locatie waar een matig positief effect optreedt betreft een verontreiniging met gechloreerde verbindingen in de benvloedingszone afkomstig van een reparatiebedrijf, met een matig volume.

Samenvattend kan gesteld worden dat de effecten van alle drie de basisalternatieven op de verspreiding van verontreinigende stoffen uit puntverontreinigingen beperkt is. Slechts op enkele locaties doen zich matig negatieve of matig positieve effecten voor. Ook het aantal licht negatieve effecten is beperkt.

14 Woon- en leefmilieu

Het thema woon- en leefmilieu bevat de aspecten hinder en externe veiligheid.
Bij hinder gaat het om hinder voor de omgeving waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen geluidhinder, hinder door stof en hinder door trillingen. Bij externe veiligheid gaat het om risico.
In het onderstaande overzicht staan de criteria opgesomd met bijbehorende gewichten.

Gewicht	*Beoordelingscriterium*
50%	**Hinder**
-60%	Geluid
-30%	Stof
-10%	Trilling
50%	**Externe veiligheid**
-100%	Risico

Hinder op het gebied van geluid, stof en trillingen wordt onder andere veroorzaakt door graaf- en baggerwerkzaamheden voor de rivierverruiming. Daarnaast hebben de scheepvaartmaatregelen (sluisbouw, sluisverlenging, kanaalverbreding, bochtcorrecties en brugophogingen) eveneens (tijdelijke) hinder tot gevolg. Externe veiligheid (groeps- en individueel risico) wordt met name bepaald door de toe- danwel afname van het transport van gevaarlijke stoffen en de verkeersveiligheid van de scheepvaart op de Maas.

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de totaalscores per aspect en op het thema woon- en leefmilieu.

Tabel 14.1 Overzicht beoordeling woon- en leefmilieu per aspect

Aspecten	Gewicht	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Hinder	50%	–	–	– –
Externe veiligheid	50%	0	0	0
Totaalscore		–	0	–

14.1 Hinder

Bij het beschrijven van hinder gaat het met name om de hinder die door ingrepen in de aanlegfase wordt veroorzaakt. Daarbij gaat het dan om hinder die ontstaat bij het verruimen van de Maas of verbreding van het Julianakanaal, het aanleggen van natuurvriendelijke oevers, het verbouwen of aanleggen van sluizenkolken of stuwen. Permanente hindereffecten in de toekomstige gebruikssituatie wijken naar verwachting (door het nagenoeg gelijk blijven van scheepvaartbewegingen) niet of nauwelijks af van de autonome situatie (2010).

Bij de hinderstudie is per ingreep het aantal gehinderden bepaald. Voor de bepaling van deze aantallen wordt gebruik gemaakt van bridgis-gegevens inzake inwonersaantallen per 6-cijferig postcodegebied.

Het nadeel van deze werkwijze is dat een aantal objecten als recreatiegebieden, campings, scholen, ziekenhuizen en dergelijke niet worden meegeteld.
Het wettelijk kader voor het aspect geluid is geregeld in de Wet Geluidhinder en de Wet Milieubeheer. Per lokale ingreep kan derhalve worden getoetst of de geluidhinder door de ingreep eventueel hoger is dan toelaatbaar op basis van de bestaande wet- en regelgeving. Bij een overschrijding van het wettelijk kader voor geluid, worden mitigerende maatregelen aangegeven.

Overigens moet over het wettelijk kader het volgende worden opgemerkt. Voor de Grensmaas is vanwege de grindwinning indertijd aansluiting gezocht bij de Circulaire Natte Grindwinning. Gebleken is echter dat wellicht voor een aantal Zandmaas-ingrepen de Circulaire Natte Grindwinning vooralsnog niet mag worden toegepast omdat er formeel geen sprake is van grindwinning door het te gering zijn van de te winnen hoeveelheden grind. Voor deze ingrepen is wellicht de Circulaire Industrielawaai van toepassing. Deze circulaire kent voor nieuwe inrichtingen een maximale grenswaarde van 50 dB(A). Alleen voor bestaande inrichtingen is ontheffing tot 55 dB(A) mogelijk. Onduidelijk is op dit moment welke grenswaarde moet worden aangehouden. Totdat het wettelijk kader voldoende is uitgekristalliseerd, wordt er van uitgegaan dat de project-activiteien en -effecten vooralsnog binnen het (nog te formuleren) wettelijk kader passen. Voor de bepaling van het aantal gehinderden bij deze afwijkende grenswaarden wordt verwezen naar bijlage 4.

Hindermensdagen
Bij de effectbeschrijving wordt voor de verschillende hindersoorten het aantal hindermensdagen als uniforme beoordelingsgrootheid gehanteerd. Deze grootheid beschrijft zowel de intensiteit als de duurtijd van de hinder en wordt gebruikt voor de 3 hindersoorten die worden beschouwd: geluidhinder, stofhinder en trillinghinder.
De eenheid hindermensdagen is gedefinieerd als het aantal gehinderden door een ingreep, vermenigvuldigd met de duurtijd (in dagen) van de hinder. De eenheid hindermensdagen is een goed instrument om de effecten van de ingrepen (eventueel per hindersoort) onderling te vergelijken. Tevens kunnen de alternatieven worden vergeleken op basis van deze eenheid. Een nadeel van deze eenheid is echter dat niet op voorhand kan worden aangegeven vanaf welk aantal hindermensdagen de hinder 'alarmerend' begint te worden. De verschillende alternatieven zullen ten opzichte van elkaar worden vergeleken.

Effecten op hoofdlijnen
Om een goede onderlinge vergelijking tussen de effecten voor hinder voor de verschillende basisalternatieven mogelijk te maken, zijn in tabel 14.2 de aantallen hindermensdagen per basisalternatief weergegeven.

Tabel 14.2 Het aantal hindermensdagen per stuwpand per basisalternatief

Stuwpand	Hindermensdagen		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Born	20.995	20.995	20.995
Roermond	16.558	16.558	28.872
Belfeld	7.514	0	5.010
Sambeek	43.326	56.944	85.835
Grave	29.010	18.233	25.450
Lith	4.244	0	0
Totaal	**121.647**	**112.730**	**161.629**

In tabel 14.2 valt te lezen dat het totaal aantal hindermensdagen voor Basisalternatief 1 hoger is dan voor Basisalternatief 2. Basisalternatief 3 heeft de meeste gehinderden.

Tabel 14.3 Overzicht beoordeling hinder (in hindermensdagen)

Beoordelingscriteria		Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
geluidhinder	60%	103.832	–	48.924	0	97.823	–
stofhinder	30%	15.357	0	58.488	–	58.488	–
trillingen	10%	2.458	0	5.318	–	5.318	0
Totaal hindermensdagen		121.647		112.730		161.629	

Hierna worden de effecten verder toegelicht en besproken per traject.

Beschrijving van de effecten per traject

Navolgend wordt in de tabellen 14.4, 14.5 en 14.6 een overzicht gegeven van het totaal aantal hindermensdagen per basisalternatief. Hierbij is onderscheid gemaakt in stuwpand, ingreep en hindersoort.

Tabel 14.4 Hindermensdagen Basisalternatief 1

Stuwpand (Traject)	Ingreep	Hindermensdagen geluid	trilling	stof	totaal
Born	verbreding kanaal	9.855	2.318	5.742	17.915
	Brug Geulle	1.050	140	1.890	3.080
Roermond	verdiepen zomerbed	16.558	0	0	16.558
Belfeld	verdiepen zomerbed	7.514	0	0	7.514
Sambeek	verdiepen zomerbed	40.650	0	0	40.650
	aanleg NVO	710	0	1.966	2.676
Grave	verdiepen zomerbed	21.661	0	0	21.661
	aanleg NVO	1.590	0	5.759	7.349
Lith	verdiepen zomerbed	4.244	0	0	4.244
Totaal	**Basisalternatief 1**	**103.832**	**2.458**	**15.357**	**121.647**

Uit de tabel 14.4 volgt dat het totaal aantal hindermensdagen ten gevolge van Basisalternatief 1 circa 122.000 bedraagt. Belangrijke bijdragen worden geleverd door de stuwpanden Sambeek en Grave met in het totaal circa 72.000 hindermensdagen.

Tabel 14.5 Hindermensdagen Basisalternatief 2

Stuwpand (Traject)	Ingreep	Hindermensdagen geluid	trilling	stof	totaal
Born	verbreding kanaal	9.855	2.318	5.742	17.915
	Brug Geulle	1.050	140	1.890	3.080
Roermond	verdiepen zomerbed	16.558	0	0	16.558
Belfeld	verbreden zomerbed	0	0	0	0
Sambeek	verbreden zomerbed	16.354	2.860	35.054	54.268
	aanleg NVO	710	0	1.966	2.676
Grave	verbreden zomerbed	2.807	0	8.077	10.884
	aanleg NVO	1.590	0	5.759	7.349
Lith	verbreden zomerbed	0	0	0	0
Totaal	**Basisalternatief 2**	**48.924**	**5.318**	**58.488**	**112.730**

Tabel 14.5 geeft aan dat het totaal aantal hindermensdagen in Basisalternatief 2 lager zijn dan van Basisalternatief 1. Met name voor stof zijn de verschillen het grootst. Dit wordt veroorzaakt doordat in Basisalternatief 2 vooral wordt verbreed waardoor de ingreeplocaties veel dichter bij de woningen zijn gelegen.

Met betrekking tot het aantal hindermensdagen voor geluid, wordt voor Basisalternatief 2 een afname vastgesteld van circa 50% ten opzichte van Basisalternatief 1. Dit wordt veroorzaakt doordat de duur van de ingrepen die behoren tot de zomerbedverbreding veel korter zijn dan de duur van de zomerbedverdieping. Tevens is de geluidemissie voor het verbreden kleiner dan de geluidemissie voor het verdiepen. De toename in het aantal hindermensdagen voor trillingen is een gevolg van de activiteiten in het stuwpand Sambeek bij het verbreden van het zomerbed. De afstand tot de woninglocaties is zodanig dat dit binnen de hindercirkel voor trillingen valt.

Tabel 14.6 Hindermensdagen Basisalternatief 3

Stuwpand (Traject)	Ingreep	Hindermensdagen geluid	trilling	stof	totaal
Born	verbreding kanaal	9.855	2.318	5.742	17.915
	Brug Geulle	1.050	140	1.890	3.080
Roermond	verdiepen zomerbed	24.872	0	0	24.872
Belfeld	verdiepen zomerbed	5.010	0	0	5.010
Sambeek	verdiepen zomerbed	28.358	0	0	28.358
	verbreden zomerbed	16.354	2.860	35.054	54.268
	aanleg NVO	710	0	1.966	2.676
Grave	verdiepen zomerbed	7.217	0	0	7.217
	verbreden zomerbed	2.807	0	8.077	10.884
	aanleg NVO	1.590	0	5.759	7.349
Lith	verbreden zomerbed	0	0	0	0
Totaal	**Basisalternatief 3**	**97.823**	**5.318**	**58.488**	**161.629**

Voor Basisalternatief 3 is het grootste aantal hindermensdagen berekend ten opzichte van de Basisalternatieven 1 en 2. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt doordat bij Basisalternatief 3 zowel verdieping als verbreding plaatsvindt.
In Basisalternatief 3 leveren geluid en stof de voornaamste bijdrage in het totaal aantal hindermensdagen (80%). Ten opzichte van Basisalternatief 2 is het aantal hindermensdagen stof niet gewijzigd. Wel is het aantal hindermensdagen geluid toegenomen. Dit wordt veroorzaakt door het verdiepen. De verschillen ten opzichte van Basisalternatief 1 bij het verdiepen zijn een gevolg van het verschil in diepte en daarmee het verschil in duurtijd. In Basisalternatief 3 wordt minder diep verdiept. Dientengevolge is de duurtijd korter met als gevolg een lager aantal hindermensdagen.
Voor de hindersoort trilling zijn geen wijzigingen opgetreden ten opzichte van Basisalternatief 2.

14.2 Externe veiligheid

Externe veiligheid richt zich op het incidenteel optreden van een dodelijk ongeluk voor mensen die zich in de omgeving van de ingrepen bevinden, maar zelf niet aan de risicodragende activiteiten deelnemen. In het Achtergronddocument Huidige situatie en autonome ontwikkeling is het individueel risico en het groepsrisico bepaald voor het hele traject. In dat Achtergronddocument wordt geconcludeerd dat er in de huidige situatie geen sprake is van knelpunten voor individueel en groepsrisico. Gezien de geringe hoeveelheid vervoer van toxische stoffen in het algemeen en het toekomstig transport van ammoniak over spoor in plaats van over de Maas in het bijzonder, kan worden geconcludeerd dat ook na autonome ontwikkeling, van knelpunten ten aanzien van externe veiligheid geen sprake is.
Aangezien bij de basisalternatieven het vervoer van gevaarlijke stoffen niet zal veranderen en dat, als gevolg van het verbreden van de vaarweg op meerdere plaatsen zelfs een veiliger vaarroute ontstaat kan geconcludeerd worden dat de situatie voor de basisalternatieven gelijk blijft aan de autonome ontwikkeling (geen knelpunten) of zelfs nog verder verbetert. Om deze reden wordt het aspect externe veiligheid voor de basisalternatieven niet verder uitgewerkt.

15 Ruimtegebruik

15.1 Effecten op hoofdlijnen

In dit hoofdstuk worden voor het thema ruimtegebruik de effecten beschreven van de drie Basisalternatieven 1, 2 en 3. De drie onderscheiden aspecten bij dit thema zijn 'landbouw', 'recreatie' en 'wonen-werken & infrastructuur'.
De beschrijving is opgezet aan de hand van de onderscheiden beoordelingscriteria. De effecten zijn vervolgens zoveel mogelijk op trajectniveau beschreven. In tabel 15.1 zijn de belangrijkste resultaten van de effectbepaling van het thema ruimtegebruik samengevat weergegeven.

Tabel 15.1 Overzicht beoordeling ruimtegebruik per criterium

Beoordelingscriteria	gewicht (%)	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Landbouw:				
• afname landbouwgrond*)	50%	1156 ha	1233,3 ha	1233,3 ha
• verdwijnen bedrijven	25%	2	2	2
• landbouwschade toename**)	25%	-7300	-9300	-5500
totaalgewicht landbouw				
Recreatie:				
• gebruikswaarde	40%	0,25	0,35	0,25
• belevingswaarde	40%	0,30	0,30	0,10
• toekomstwaarde	20%	0,55	0,55	0,55
totaalgewicht recreatie				
Wonen, werken en infrastrcutuur:		16	17	17
• amoveren bedrijven/woningen				
totaalgewicht wonen, werken en infrastructuur	**20%**			

*) *Bij het areaalafname landbouwgrond is rekening gehouden met de aftrek van begrensde en voorlopig begrensde RBON gebieden (bij Basisalternatief 1 respectievelijk 115 ha in Limburg, 31 ha in Gelderland en 32 ha in Noord-Brabant, bij Basisalternatief 2/3 respectievelijk 355 hectare in Limburg, 31 hectare in Gelderland en 46 hectare in Noord-Brabant)*

**) *De landbouwschade in %/ha/jaar gesommeerd voor de gebieden binnen en buiten het winterbed*

15.2 Landbouw

De landbouw speelt een belangrijke rol in het Maasdal. De gronden langs de rivier zijn veelal in gebruik als grasland en bouwland en hebben een aanzienlijke landbouwkundige en economische betekenis. De voorgenomen rivierverruiming en natuurontwikkeling in de Basisalternatieven 1, 2 en 3 leggen beslag op ruimte die onder andere in gebruik is als landbouwgrond. De ingrepen in de basisalternatieven hebben ook invloed op de waterhuishouding waardoor de produktieomstandigheden en de gewasopbrengsten voor de landbouw bij de rivier veranderen.

Voor de beoordeling van de gevolgen voor de landbouw zijn relevant; de afname van oppervlakte landbouwgrond, het verdwijnen van agrarische bedrijfsgebouwen, opbrengstveranderingen ten gevolge van veranderingen in de grondwaterstand en schade door overstromingen. De effecten zijn per traject beschreven. Uitzondering hierop vormt de alinea waar wordt ingegaan op de schade door overstroming. Deze schade is berekend per gemeente.

Bij de *afname van oppervlakte landbouwgrond* wordt onderscheid gemaakt naar grasland, bouwland en vollegrondstuinbouw. De uitkomsten worden in eerste instantie uitgedrukt in hectares. Omdat verschillende landbouwkundige waarden worden toebedacht aan verschillende typen landbouwkundige gebruik wordt het verlies aan landbouwgrond tevens gepresenteerd via de zogenoemde Nederlandse grootte eenheid (Nge). Vervolgens worden de uitkomsten per traject nog vermenigvuldigd met een factor, die de economische betekenis en de landbouwstructuur in het betreffende traject weergeeft. Hierbij ontstaat een indexcijfer dat maatgevend is voor de afname van oppervlakte landbouwgrond. Besloten is om in de vergelijking van alternatieven het aantal hectares als beoordelingscriterium mee te nemen. Het aantal Nge's en de index worden ter informatie gepresenteerd.

Naast de oppervlakte wordt ook het aantal *agrarische bedrijfsgebouwen dat verdwijnt* bepaald. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt naar bedrijfstype, omdat tijdens de inventarisatie is gebleken dat het onderscheid tussen veeteelt en niet-veeteelt bedrijven niet consequent kon worden vastgesteld op basis van de beschikbare basisgegevens.

Als volgend criterium is gekeken naar *opbrengstverandering door grondwaterstandswijzigingen*. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar gronden buiten het winterbed en gronden (zonder grondwatertrap-aanduiding) in het winterbed. De gebieden buiten het winterbed zijn veruit het omvangrijkste. Daarom treden hier de belangrijkste effecten op. Hier zijn berekeningen gemaakt van de veranderingen in de 'opbrengstdepressies' als gevolg van wijzigingen van de grondwaterstanden. Voor landbouwgronden *in* het winterbed zijn alleen de *areaalveranderingen* bepaald van gronden die vallen binnen een bepaalde grondwaterstandsdiepteklasse en die als gevolg van de ingrepen bij de drie basisalternatieven van klasse gaan veranderen.

Preiveld voor de molen van Beesel

Voor de gronden in het winterbed, waarvoor geen grondwatertrap-aanduidingen zijn vastgesteld, zijn de directe oppervlaktes gepresenteerd waar een ernstige mate van wateroverlast gewasteelt onrendabel maakt.

Opbrengstdepressieveranderingen zijn beoordeeld in termen van productieafname ('negatief effect') en productietoename ('positief effect') ten opzichte van de huidige situatie (referentie). Winterbedgronden zijn beoordeeld op basis van overschrijding van de kritische grondwaterstandsdiepte. Een toename van het oppervlak landbouwgrond, dat als gevolg van de maatregelen te nat is geworden, is als negatief beoordeeld. Een toename van het oppervlak landbouwgrond in een 'drogere' grondwaterstandsdiepte-klasse is als positief beoordeeld.

Intermezzo: landbouwschade

Landbouwschade bestaat uit de onderdelen
- veranderingen in gewasopbrengsten, uitgedrukt in guldens/jaar
- veranderingen in opbrengstdepressie, uitgedrukt in %ha/jaar

De eenheid waarin gewasopbrengsten worden uitgedrukt (guldens per jaar) spreekt voor zich.
De opbrengstdepresssie wordt uitgedrukt in %/ha/jaar. De uitdrukking '%ha' hangt samen met de gebruikelijke opgave van gewasprijzen in geval van opbrengstdervingen, namelijk **in guldens per procent per hectare per jaar.** De fundamentele eenheid in de '%ha' is het **percentage** opbrengstdepressie. Dit is een verliesgedeelte van de maximaal haalbare productie van een gewas, die modelmatig wordt uitgerekend. Om deze waarde nu rechtstreeks om te kunnen rekenen naar een gewasopbrengst, wordt het percentage vermenigvuldigd met de hoeveelheid landoppervlak waarover een bepaalde groep van gewassen (grasland, akkerbouw, tuinbouw) dit percentage opbrengstdepressie ondergaat.

Voorbeeld
Als een **graslandgebied** van 900 hectare groot een verandering in opbrengstdepressie ondergaat tussen de 1% en 3%, moet uitgezocht worden welk percentage bij welke hoeveelheid oppervlak gras behoort (dit gebeurt in de modellering en er wordt altijd uitgegaan van hele procenten). Zo kan bijvoorbeeld 500 ha gras 1% opbrengst-depressie ondergaan, 300 hectare gras 2% en 100 hectare 3%. Deze bedragen worden nu vermenigvuldigd:

(500*1) + (300*2) + (100*3) = 1400 '%ha' grasland

De verandering in **gewasopbrengst**, is dan de **gewasprijs**, uitgedrukt in **guldens per % per hectare per jaar**, vermenigvuldigd met de opbrengstdepressieverandering:

1400 (%hectare) * 26 (gulden/%/ha/jaar) = 36.400 gulden/jaar over een totaal van 900 ha. Grasland

De *schade door overstroming* (in het winterbed) is vastgesteld met behulp van het overstromings- en schademodel MAASGIS. Schade door overstroming is niet als criterium meegenomen binnen het aspect landbouw en het thema ruimtegebruik. In het hoofdstuk Economie wordt deze informatie meegenomen in het beoordelingscriterium hoogwaterschade. De jaarlijkse verwachtingsschade voor de landbouw is ter illustratie wel in dit hoofdstuk opgenomen. Voor een uitgebreidere beschrijving van de toegepaste methode voor beoordeling van de effecten wordt verwezen naar het Achtergronddocument Methodiek.

Effecten op hoofdlijnen

Bij de uitvoering van de basisalternatieven zullen met name als gevolg van het verbreden van het Julianakanaal, verruimingsmaatregelen, aanleg van natuurvriendelijke oevers en de aanwijzing van natuurlijke oevers landbouwgronden verloren gaan. In totaal gaat het in Basisalternatief 1 om 1156 ha en in Basisalternatief 2 en 3 om 1233,3 ha waar het landbouwkundig gebruik geheel of grotendeels stopt (gebieden die definitief of voorlopig zijn aangewezen als RBON-gebied zijn hierbij niet meegeteld). In Basisalternatief 1 gaat 779,1 ha grasland, 549 ha bouwland en 307,9 ha vollegrondstuinbouw verloren.
In Basisalternatief 1 vindt ca 48% van de aantasting van de landbouwgrond plaats op grasland, ca 34% op bouwland en 18% op vollegrondstuinbouw. In Basisalternatief 2 en 3 vindt ca 47% van de aantasting van de landbouwgrond plaats op grasland, ca 34% op bouwland en ca 19% op vollegrondstuinbouw.
Het aantal hectares dat verloren gaat leidt omgerekend tot 2079.7 Nge's en een indexgetal van 365,2 in Basisalternatief 1 (na verrekening correctiefactor voor economisch belangrijke gebieden en gebieden met landbouwkundig voldoende schaalgrootte). In Basisalternatief 2 en 3 leidt het verlies aan hectares tot 2293,2 Nge's en een indexgetal van 5308,5.
Tevens zullen hierdoor ook enkele landbouwbedrijven verdwijnen. Gekoppeld aan genoemde maatregelen treden de grootste effecten op in het stuwpand Sambeek.

Er vindt zowel afname als toename van schade plaats. In de meeste trajecten overheerst het positieve effect van afname van schade doordat vermindering van de droogteschade overheerst. Alleen in de trajecten Maasbracht - Linne en Belfeld - Sambeek (en in Roermond - Belfeld voor de droge jaren) is het totaaleffect negatief omdat hier de toename van de wateroverlast overheerst. De grootste effecten (meeste oppervlak, grootste veranderingen) komen voor in de trajecten Roermond-Belfeld, Belfeld-Sambeek en Sambeek-Grave; in deze trajecten is ook de peilopzet het grootst. *Afname* van de schade bestaat vrijwel geheel uit afname van droogteschade en komt in alle trajecten voor, uitgezonderd het traject Lith-Hedel. Sporadisch is er ook sprake van afname van de wateroverlastschade, maar deze is zeer gering, in de orde van 1‰. *Toename* van de schade bestaat geheel uit wateroverlast, er is nergens sprake van toename van droogteschade. Toename van de wateroverlast komt voor in alle trajecten, uitgezonderd Lith-Hedel.

Vernatting als gevolg van peilopzet in het winterbed heeft in het algemeen een negatieve invloed op de gewasopbrengsten van de overblijvende landbouwgronden in het winterbed. Veranderingen in de frequentie of omvang van overstromingen leiden tot een toename van de schade aan landbouwgewassen.
Binnen het winterbed neemt de schade door wateroverlast (vernatting in de winterperiode) per saldo toe met respectievelijk met 4600, 3200 en 6600 %ha/jaar bij Basisalternatief 1,2 en 3.

De gevolgen van de ingrepen in de verschillende basisalternatieven voor de landbouw zijn weergegeven in tabel 15.2.

Tabel 15.2 Overzicht beoordeling landbouw per subcriterium

Beoordelingscriteria		Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Afname landbouwgrond	50%	1156	1233	1233
Verdwijnen bedrijven	25%	3	3	3
Landbouwschade*)	25%	-7300	-9300	-5500

**) De landbouwschade in %/ha/jaar gesommeerd voor de gebieden binnen en buiten het winterbed*

Hierna worden per beoordelingscriterium de effecten verder toegelicht en per traject besproken.

Afname oppervlakte landbouwgrond en het verdwijnen van bedrijfsgebouwen

Het verlies aan landbouwgrond is in het Combinatie-alternatief zoveel mogelijk beperkt, door ingrepen aansluitend aan de Maas te situeren en waar mogelijk intensieve landbouwgebieden (glastuinbouw en bomenteelt) te ontzien. Hierna wordt per traject het effect aangegeven.

Traject 1, 4, 5, 6 en 11
In deze trajecten treden geen effecten op.

Traject 3: Limmel-Born
Bij de verbreding van het Julianakanaal gaat in de basisalternatieven 20,1 ha bouwland verloren, 10,9 ha grasland en 5,5 ha vollegrondstuinbouw. In het traject zijn geen ingrepen gelegen in gebieden die als definitief of voorlopig RBON gebied zijn aangewezen. Door verbreding van het kanaal neemt de oppervlakte landbouwgrond in totaal met 36,5 ha af. Het aantal Nge's dat verloren gaat bedraagt 53. De economische betekenis van de hier gelegen gronden is groot, terwijl de verkaveling vrij kleinschalig is. Dit leidt tot een correctefactor 2. Het indexgetal voor dit traject komt daarmee op 106.
Op dit traject verdwijnt 1 agrarisch bedrijf ten noorden van Urmond door kanaalverbreding.

Traject 8: Roermond-Belfeld
In dit traject vindt in Basisalternatief 1 ruimtebeslag op landbouw plaats. Het gaat om 17,7 ha grasland, 59,5 ha bouwland en 75,1 ha vollegrondstuinbouw. Binnen het gebied ligt 63 ha RBON-gebied, waarvan 31 ha definitief begrensd. De totale afname aan landbouwgrond (exclusief RBON-hectares) bedraagt 89,3 ha. Het aantal Nge's bedraagt 803,2. De correctiefactor voor dit gebied is 2, waardoor het indexgetal 629,2 bedraagt. In dit traject vindt in de Basisalternatieven 2 en 3 eveneens ruimtebeslag op landbouw plaats. De effecten zijn het gevolg van zomerbedverbreding. De afname bestaat uit 86,2 ha vollegronds tuinbouw, 63,7 ha bouwland en 19,6 ha grasland. Binnen het gebied ligt 71 ha RBON-gebied, waarvan 40 ha definitief begrensd. De totale afname aan landbouwgrond (exclusief RBON-hectares) bedraagt 98,5 hectare. Het aantal Nge's bedraagt 357,1. De correctiefactor voor dit gebied is 2, waardoor het indexgetal 714,2 bedraagt.

Traject 9: Belfeld-Sambeek
Basisalternatief 1: In dit (langste) traject leidt het aanleggen van natuurvriendelijke oevers tot een afname van landbouwgrond. Deze bestaat uit 240,1 ha bouwland, 158 ha grasland en 191,1 ha vollegrondstuinbouw. Binnen het gebied ligt 228 ha voorlopig begrensd RBON-gebied. De totale afname aan landbouwgrond (exclusief RBON-hectares) bedraagt 361,2 hectare. Het aantal Nge's bedraagt 934,5. De correctiefactor voor dit gebied is 3, omdat de economische betekenis zeer groot is terwijl de verkaveling vrij kleinschalig is. Het indexgetal bedraagt hierdoor 2803,5.

Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3: De effecten van zomerbedverbreding en het aanleggen van natuurvriendelijke oevers leidt op dit traject tot een afname van landbouwgrond. Deze bestaat uit 280 ha bouwland, 187,1 ha grasland en 220,2ha vollegrondstuinbouw. Binnen het gebied ligt 285 ha RBON-gebied, waarvan slechts 28 ha definitief begrensd is. De totale afname aan landbouwgrond (exclusief RBON-hectares) bedraagt 402,3 hectare. Het aantal Nge's bedraagt 1062,9.
De correctiefactor is 3 , waarmee het indexgetal 3188,7 bedraagt.
Basisalternatief 1 t/m Basisalternatief 3: De in de verschillende basisalternatieven voorgenomen ingrepen leidt op dit traject tot het verdwijnen van 2 agrarische bedrijven ten oosten van Blitterswijck.

Traject 10: Sambeek-Grave
Basisalternatief 1: Op dit traject wordt dezelfde ingreep gepleegd als in traject 9, namelijk het aanleggen van natuurvriendelijke oevers. De afname van het landbouwareaal bestaat uit 191,8 ha grasland, 74,5 ha bouwland en 27,2 ha vollegrondstuinbouw. Binnen het gebied ligt 74 ha RBON-gebied, waarvan slechts 17 ha definitief begrensd is. De totale afname aan landbouwgrond (exclusief RBON-hectares) bedraagt 219,5 hectare. Het aantal Nge's bedraagt 301,1. De correctiefactor voor dit gebied is 1. Het indexgetal bedraagt hierdoor 301,1.
Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3: Als gevolg van de voorgenomen zomerbedverbreding en het aanleggen van natuurvriendelijke oevers bestaat de afname van het landbouwareaal uit 219,7 ha grasland, 88,5 ha bouwland en 32,4 ha vollegrondstuinbouw. Binnen het gebied ligt 97 ha RBON-gebied, waarvan 32 ha definitief begrensd RBON-gebied. De totale afname aan landbouwgrond (exclusief RBON-hectares) bedraagt 243,6 hectare. Het aantal Nge's bedraagt 340,8. De correctiefactor voor dit gebied is 1 en het indexgetal is daarmee 340,8.

Traject 12: Grave-Lith
Basisalternatief 1: De afname van het landbouwareaal bestaat uit 207,2 ha grasland, 125,1 ha bouwland en 7,9 ha vollegrondstuinbouw. Binnen het gebied ligt 70 ha definitief begrensd RBON-gebied.
De totale afname aan landbouwgrond (exclusief RBON-hectares) bedraagt 270,2 hectare. Het aantal Nge's bedraagt 293,9. De correctiefactor voor dit gebied is 2, waarmee het indexgetal 587,8 is.
Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3: De afname van landbouwgrond wordt hier veroorzaakt door de voorgenomen zomerbedverbreding. Het gevolg is een verlies van 208,8 ha grasland, 126,3 ha bouwland en 7,9 ha vollegrondstuinbouw. Binnen het gebied ligt 70 ha definitief begrensd RBON-gebied. De totale afname aan landbouwgrond (exclusief RBON-hectares) bedraagt 273 hectare. Het aantal Nge's bedraagt 296,7. Het indexgetal bedraagt 593,4 bij een correctiefactor 2.

Traject 13:Lith-Hedel
Basisalternatief 1: De afname van het landbouwareaal bestaat uit 193,5 ha grasland, 29,7 ha bouwland en 1,1 ha vollegrondstuinbouw. Binnen het gebied ligt 45 ha definitief begrensd RBON-gebied.
De totale afname aan landbouwgrond (exclusief RBON-hectares) bedraagt 179,3 hectare. Het aantal Nge's is 182,6 en met een correctiefactor van 2 voor dit gebied, is het indexgetal 365,2.
Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3: De afname van landbouwgrond wordt hier veroorzaakt door de voorgenomen zomerbedverbreding. Het gevolg is een verlies van 193,5 ha grasland, 29,7 ha bouwland en 1,1 ha vollegrondstuinbouw. Binnen het gebied ligt 45 ha definitief begrensd RBON-gebied.
De totale afname aan landbouwgrond (exclusief RBON-hectares) bedraagt 179,3 hectare. Het aantal Nge's is 182,6, het indexgetal 365,2 bij een correctiefactor 2.

Veranderingen opbrengstdepressies in landbouwgronden buiten het winterbed

Berekeningen voor verandering opbrengstdepressies geven voor de gronden buiten het winterbed een prognose van de te verwachten veranderingen in de gewasopbrengstschade, *gemiddeld over een periode van 30 jaar*. Voor een dergelijke periode moet worden uitgegaan van de gemiddelde hydrologische situatie in het Maasdal van de Zandmaas. Deze wordt echter met een 50%-benadering onvoldoende bereikt. Derhalve zijn alle berekeningen uitgevoerd voor een relatief droge situatie en een relatief natte situatie, uitgedrukt in respectievelijk een 30%-nat jaar en een 70%-nat jaar.
De daadwerkelijk optredende schades (gemiddeld over 30 jaar) zullen zich in de praktijk daartussenin bevinden. Berekend worden opbrengstdepressieveranderingen.

Intermezzo: opbrengstdepressieveranderingen

Opbrengstdepressieveranderingen zijn productieverminderingen ten opzichte van de in de gemiddelde landbouwkundige praktijk haalbare productie van gewassen, als gevolg van te natte en te droge omstandigheden. Deze productieverminderingen worden uitgedrukt in een percentage van de Praktische Potentiële Productie: dit is de onder de gegeven omstandigheden maximaal haalbare productie (= 100% opbrengst). De depressiepercentages, die voorkomen over een bepaalde oppervlakte met een bepaald gewastype, worden vertaald in depressies, uitgedrukt in %*ha per jaar (procent-hectare per jaar). Bij de berekeningen is onderscheid gemaakt naar de processen die specifiek in het gebied van de Zandmaas voorkomen. Het betreft toename van schade door wateroverlast en afname van schade door droogte. Beide vormen worden onderscheiden omdat ze in verschillende perioden in het jaar optreden en vaak op verschillende percelen voorkomen.

Het grondgebruik is in 3 klassen onderverdeeld: grasland, akkerbouw en tuinbouw. De berekende depressie-percentages (%) zijn voor akkerbouw en tuinbouw gelijk. De daarvan afgeleide depressies zijn verschillend (verschillende oppervlaktes akkerbouw en tuinbouw). Ten behoeve van een totaalindruk zijn de opbrengstveranderingen voor grasland, akkerbouw en tuinbouw per traject bij elkaar opgeteld.

Algemeen
Er vindt zowel afname als toename van schade plaats. In de meeste trajecten overheerst het positieve effect van de schade-afname als gevolg van droogte- schadereductie.
Alleen in trajecten 5 en 6 (Maasbracht-Linne en Linne - Roermond) overheerst een totaal netto negatief effect door overheersing van de toename van de wateroverlast. In droge jaren op grasland en in de akkerbouw overheerst de wateroverlast in Linne - Roermond en in Maasbracht - Linne eveneens in natte jaren.
Het grootste effect (gemeten naar %ha/jaar), betreft in de meeste trajecten de akkerbouw: ook bij geringe grondwaterstandsverhogingen kunnen de opbrengstdepressies juist in de akkerbouw bij een reeds ongunstige uitgangssituatie flink toenemen. Soms zo sterk, dat de akkerbouwproduktie onrendabel wordt (in dit geval voorziet de gebruikte methode hierin door resulterende opbrengstdepressies niet te berekenen, omdat in de resulterende natte omstandigheden er vanuit gegaan wordt dat akkerbouw überhaupt niet meer kan voorkomen.). Op deze wijze komt in het stroomgebied van de Zandmaas in basisalternatieven 1, 2 en 3 een oppervlakte van circa 2000 ha bouwland voor die onrendabel wordt. Overstap op grasland is wellicht een alternatief, samen met het treffen van wateroverlastkerende maatregelen (drainage).

De grootste effecten (gemeten naar oppervlakte) betreffen de trajecten Roermond - Belfeld, Belfeld - Sambeek en Sambeek - Grave: in deze trajecten is de peilopzet ook het grootst.

Afname van de schade bestaat vrijwel geheel uit afname van droogteschade en komt in alle trajecten voor, uitgezonderd het traject Lith-Hedel. Sporadisch is er ook sprake van afname van de wateroverlastschade, maar deze is zeer gering, in de orde van 1‰. Toename van de schade bestaat geheel uit wateroverlast, er is nergens sprake van toename van droogteschade. Toename van de wateroverlast komt voor in alle trajecten, uitgezonderd Lith-Hedel.

Tabel 15.3 Toe- of afname van schade in hectare

Totale toe- of afname schade in hectare (circa)	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
afname 30%-jaar	26.000	25.000	26.000
toename 30%-jaar	19.300	17.500	20.000
afname 70%-jaar	23.000	22.500	22.500
toename 70%-jaar	14.000	13.500	15.000

Vrijwel altijd zijn de afzonderlijke effecten sterker in droge jaren dan in natte jaren, zowel voor afname van de droogteschade als toename van wateroverlast. De uiteindelijke verschillen over de hele Zandmaas tussen een nat en een droog jaar blijken duidelijk uit onderstaande tabel.

Tabel 15.4 Vergelijking totaaleffect landbouwschade Zandmaas voor een droog en een nat jaar in %ha per jaar

	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	30%-jaar	70%-jaar	30%-jaar	70%-jaar	30%-jaar	70%-jaar
netto toename (water-overlast)	54.000	33.000	48.000	31.000	58.000	38.000
netto afname (droogteschade)	-64.000	-47.000	-60.000	-44.000	-68.000	-49.000
Totaal	**-10.000** (afname)	**-14.000** (afname)	**-12.000** (afname)	**-13.000** (afname)	**-10.000** (afname)	**-11.000** (afname)

De verschillen in effecten tussen de verschillende deeltrajecten zijn groot. Deze verschillen komen direct voort uit de diversiteit aan maatregelen en niet zozeer door de diversiteit aan hydrologisch-bodemkundige situaties. Er komen zowel trajecten met netto-negatieve effecten voor (overheersing van de wateroverlast-toename in traject Maasbracht-Linne) als grote netto-positieve effecten.
De maatregelen blijken optimaal uit te werken voor het aspect schade door droogte: de droogteschade neemt alleen maar af als gevolg van de voorgestelde peilopzet. Dit effect domineert gemiddeld over de hele Zandmaas. Toename van de wateroverlast echter is daarbij onvermijdelijk en bedraagt globaal 65% van de afname van de droogteschade in Basisalternatieven 1 en 2, en 75% in Basisalternatief 3.

De verdiepingsmaatregelen aangevuld met de peilopzet hebben een belangrijke positieve invloed op de gewasproductie. De verdrogende invloed als gevolg van de verdiepingsmaatregelen wordt meer dan gecompenseerd door de peilopzet. De verschillen tussen de basisalternatieven voor de wijzigingen in landbouwproductie als gevolg van grondwaterstandsveranderingen zijn relatief gering. De verschillen tussen droge en natte jaren zijn vaak aanzienlijk groter.

Peilopzet veroorzaakt tevens een onvermijdelijke toename van de wateroverlast, die ongeveer 65% bedraagt van de afname van de droogteschade in Basisalternatieven 1 en 2, en 75% in Basisalternatief 3. Door lokaal aanvullende mitigerende en compenserende maatregelen te treffen, kan deze wateroverlast worden teruggebracht en het netto positieve resultaat worden versterkt.
De omvang van de effecten is groot. In totaal vindt een schade-afname plaats over ongeveer gemiddeld 24.000 hectare landbouwgrond (grasland en bouwland) en een schadetoename over gemiddeld circa 17.000 hectare landbouwgrond (gemiddeld over de alternatieven en de droge en natte jaren). De spreiding rond dit gemiddelde is echter fors.

Hieronder volgen de effecten per traject voor de landbouw buiten het winterbed.

Traject 1: Eijsden - stuw Borgharen
Effecten in dit traject zijn relatief gering. Het netto effect is positief, zowel voor droge als natte jaren, in alle basisalternatieven. Toename van de wateroverlast treedt alleen op in de drogere jaren tot hoogstens 2% depressietoename, over slechts enkele tientallen hectares. Afname van de droogteschade overheerst altijd. Deze vermindering is niet groot, in orde van grootte 2% over enkele honderden hectares akkerbouwgronden en grasland, tot uitschieters van circa 5% afname droogteschade. De verschillen tussen de basisalternatieven zijn gering.
Dit is het enige traject waarin relatief een aanzienlijk oppervlak tuinbouwgronden meespeelt. Over circa 100 ha tuinbouwgrond neemt de droogteschade af en is het netto-resultaat positief.

Traject 3: Sluis Limmel - sluis Born (Julianakanaal)
De effecten in dit traject lijken sterk op die van traject Eijsden-Borgharen. Ook hier domineert onder alle berekende omstandigheden de afname van de droogteschade, hoewel relatief gering: over maximaal 100 hectare treden reductieverminderingen tot 2% op. De verschillen tussen de basisalternatieven zijn gering. De verschillen tussen droge en natte jaren zijn -relatief- veel groter.
Het totale netto-effect in dit traject is dus positief.

Traject 4: Sluis Born - sluis Maasbracht (Julianakanaal)
Ook voor dit traject zijn de effecten goed vergelijkbaar met trajecten Eijsden-Borgharen en Limmel-Born. Afname van de droogteschade overheerst onder alle omstandigheden, gemiddeld heeft het areaal waar droogteschade gereduceerd wordt een omvang van 1000 à 1500 hectare (circa 2/3 akkerbouw en 1/3 grasland). Toename wateroverlast komt vrij veel voor (vaak over enkele honderden hectares akkerbouw; wateroverlast op grasland is hier veel geringer) en is in de droge jaren het grootst. Dan kan zelfs het positieve effect van de afname van de droogteschade grotendeels worden tenietgedaan. De mate van depressietoename en -afname is vrij gering: grotendeels overheersen veranderingen in orde tot 2%, met uitschieters tot 5% over enkele tientallen hectaren.
De verschillen tussen de basisalternatieven zijn wat groter dan in de trajecten 1 en 3.

Traject 5: Sluis Maasbracht - stuw Linne
In dit traject, is voor alle basisalternatieven de toename van de wateroverlast op grasland groter dan de afname van de droogteschade van grasland: over ongeveer 300-350 ha grasland méér vindt toename van de wateroverlast plaats. Verschillen tussen natte en droge jaren zijn daarbij nihil. Het netto-effect voor grasland is derhalve negatief in dit traject.
Voor de akkerbouw is het beeld positiever: altijd domineert in dit traject de afname van de droogteschade over de wateroverlasttoename. Relatief gezien is deze droogteschade-reductie in de akkerbouw omvangrijk: over circa 2000 ha treedt ze op, ongeacht het basisalternatief. In droge jaren wordt deze afname voor ongeveer tweederde gecompenseerd door toename van de wateroverlast, in natte jaren is dit ongeveer de helft.

Het netto-effect voor de akkerbouw is derhalve positief in dit traject.
De mate van depressie is ook wat groter dan in voorgaande trajecten. Tot 2% depressie overheerst overduidelijk, met uitschieters tot 10% wateroverlast over enkele tientallen hectares.
Het totale netto-effect voor dit traject is dus negatief voor grasland als gevolg van een dominantie van de wateroverlasttoename en positief voor akkerbouw als gevolg van een dominantie van droogteschadereductie.

Traject 6: Stuw Linne - stuw Roermond
De effecten in dit traject zijn vergelijkbaar met Maasbracht-Linne.
Voor grasland zijn de netto-effecten negatief: de wateroverlasttoename overheerst onder zowel droge als natte omstandigheden de droogteschadereductie. Het betreft een oppervlakte van circa 100-150 ha, in alle basisalternatieven. Uitschieters van 15% wateroverlasttoename komen over slechts enkele tientallen hectares voor, en alleen in droge jaren.
In de akkerbouw komen voornamelijk netto-positieve effecten voor, als gevolg van een droogteschadereductie over een groot oppervlak (circa 1.000-2.000 ha) van meestal enkele procenten (1-2%). Optredende wateroverlasttoenames kunnen de droogteschadereducties niet tenietdoen.
De netto-effecten in dit traject zijn dus uiteenlopend. Verschillen tussen de basisalternatieven zijn aanwezig: Basisalternatief 1 is met afstand het gunstigste alternatief, omdat het oppervlak akkerbouwgrond waarover de wateroverlasttoename optreedt, veel kleiner is dan het oppervlak waarover droogteschadereductie optreedt.
In de beide andere alternatieven is dit niet het geval: droogteschadereductie en wateroverlasttoename compenseren elkaar ongeveer in Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3.

Traject 8: Stuw Roermond - stuw Belfeld
De effecten zijn vergelijkbaar met Linne-Roermond. De omvangrijkste effecten treden op in de akkerbouw (variërend tussen 3.000 en 4.000 ha). De verschillen tussen natte en droge jaren zijn groot: in natte jaren treden de effecten op over aanzienlijk kleinere oppervlaktes in de akkerbouw.
Het netto-effect in de akkerbouw is positief: tot 15% droogteschadereducties treden op over enkele honderden tot circa 1.000 ha meer akkerbouwgronden ten opzichte van het areaal waar wateroverlasttoename optreedt. De effecten op grasland zijn geringer: de oppervlaktes zijn veel kleiner, in orde van grootte van 500 - 600 ha. De netto-effecten op grasland zijn ook positief: ook hier domineert de droogteschadereductie. Er komen wel droogteschadereductie- en wateroverlasttoename-percentages voor tot 15%. De verschillen tussen de basisalternatieven in betreffende oppervlaktes zijn uiterst gering. Het totale netto-effect in dit traject is dus positief.

Traject 9: Stuw Belfeld - stuw Sambeek
In dit traject komen de grootste veranderingen voor: zowel depressiewijzigingen van lokaal meer dan 20% komen voor, als de grootste betrokken oppervlaktes in de Zandmaas: circa 5.000 ha (natte jaren) tot 8.500 ha (droge jaren).
De verschillen tussen natte en droge jaren zijn aanzienlijk. Afwijkend van de overige trajecten en opvallend is het grote areaal akkerbouw dat alleen in droge jaren een droogteschadereductie ondergaat (tot circa 6.000 ha). In natte jaren is dit areaal aanzienlijk minder, maar blijft het netto-positieve effect bestaan. In grasland is het oppervlak waarover effecten optreden aanzienlijk kleiner, maar de netto-effecten zijn altijd positief, zowel in natte als droge jaren. De verschillen tussen de alternatieven zijn relatief klein. In opbrengsten echter is Basisalternatief 2 het gunstigst.

Opmerking:
Er is een oppervlak van circa 1.100 ha in dit traject waarover geen opbrengstdepressieveranderingen konden worden berekend, enerzijds vanwege de te sterke vernatting (akkerbouw wordt dan geacht niet meer

aanwezig te zijn), anderzijds wegens onbekende uitgangssituatie in grondwatertrappen. Hierdoor zijn de positieve effecten overschat, omdat de lokaal te sterke vernatting (negatief effect) niet is meegerekend.

Traject 10: Stuw Sambeek - stuw Grave
De netto-effecten in dit traject zijn positief. Het totaal betrokken oppervlak ligt globaal tussen de 3.000 en 5.000 ha akkerbouw en grasland. Grasland maakt het merendeel van het landbouwareaal uit. De verschillen tussen droge en natte jaren zijn relatief groot. De verschillen tussen de alternatieven zijn gering.
Droogteschadereducties tot 10% domineren in droge en natte jaren in alle doorgerekende alternatieven.

Traject 11: Maas-Waalkanaal (sluis Heumen - sluis Weurt)
De effecten in dit traject zijn voor droge en natte jaren en voor de drie alternatieven nogal verschillend. Optredende depressies liggen grotendeels in de 1-2% klasse, met kleine uitschieters naar 10%.
In droge jaren overheerst in alternatieven 1 en 3 de wateroverlasttoename in de akkerbouw over de droogteschadereductie. Het netto-effect voor de akkerbouw is dus in alternatieven 1 en 3 negatief.
In alternatief 2 is dit ongeveer neutraal: de wateroverlasttoename compenseert alleen de droogteschadereductie.
In natte jaren is Basisalternatief 2 netto-positief voor de akkerbouw: het oppervlak droogteschadereductie is ongeveer twee maal zo groot als het oppervlak wateroverlasttoename.
In Basisalternatief 1 en Basisalternatief 3 is dit positieve effect ongeveer neutraal.
Voor grasland zijn de effecten wat eenduidiger. De effecten zijn voor zowel droge als natte jaren en voor alle basisalternatieven positief.

Traject 12: Stuw Grave - stuw Lith
Gemeten naar '%ha/jaar' treden in dit traject verschillende positieve en negatieve effecten op.
In Basisalternatief 2 zijn de effecten voor de akkerbouw negatief en voor grasland positief, zowel in droge als in natte jaren. In Basisalternatief 3 is het effect op de akkerbouw in natte jaren negatief en het totaaleffect in droge jaren positief. In Basisalternatief 1 is het effect op gras in droge jaren negatief en het totaaleffect in natte jaren positief.
De totaaleffecten in dit traject behoren tot de geringste van het gehele traject, op trajecten 3 en 13 na. Het totale netto-effect in dit traject is ongeveer neutraal.

Traject 13: Stuw Lith - Hedel
In dit traject treden geen effecten op. Er worden geen maatregelen getroffen die de Maaswaterstanden veranderen.

Gewasschade in het winterbed van de Maas

De berekeningen geven voor de gronden binnen het winterbed een prognose van de te verwachten veranderingen in de gewasopbrengstschade, gemiddeld over een periode van 30 jaar. Hiervoor zijn strikt genomen berekeningen noodzakelijk ten aanzien van optredende veranderingen in grondwatertrappen, gebaseerd op de gemiddelde hydrologische situatie in het Maasdal van de Zandmaas. Echter, binnen het winterbed zijn grondwatertrappen niet gedefinieerd.

De schadeverwachting binnen het winterbed is daarom gebaseerd op berekende verschuivingen in grondwaterstandsklassen (voor winter en zomer apart), die globaal worden gekoppeld aan de opbrengstdepressie-percentages volgens de HELP-tabel (zie de toelichting onder Veranderingen opbrengsten *buiten* het winterbed). De depressiepercentages die voorkomen over een bepaalde oppervlakte met een bepaald gewastype, worden vertaald in depressies uitgedrukt in %* ha per jaar.

Het grondgebruik is in 3 klassen onderverdeeld: grasland, akkerbouw en tuinbouw.
De depressiepercentages zijn voor akkerbouw en tuinbouw gelijk. De berekende depressies zijn uiteraard verschillend vanwege de verschillende oppervlaktes akkerbouw en tuinbouw. Ten behoeve van het totaalbeeld zijn de opbrengstveranderingen voor grasland, akkerbouw en tuinbouw per traject bij elkaar opgeteld. Op basis van de gemiddelde gewasprijzen per jaar per gewastype worden vervolgens opbrengstveranderingen berekend, uitgedrukt in guldens per jaar.

In het winterbed is alleen de vernattingsschade relevant. Deze zal vanwege de seizoensvariatie met name in de winterperiode van belang zijn. Om deze reden is de vernatting bepaald voor zowel grasland, bouwland als tuinbouw waarbij een verrekeningsfactor is gehanterd die corrigeert voor het type grondgebruik. De resultaten zijn weergegeven in tabel 15.4.
In het winterbed van de Maas treedt voor het totaal van alle trajecten een geringe toename van gewasschade op. Deze ligt in de orde van respectievelijk 4.600, 3.200 en 6.600%ha voor Basisalternatief 1, 2 en 3. De omgerekende kosten bedragen respectievelijk *f* 590.000,-, *f* 390.000,- en *f* 880.000,- per jaar.

Tabel 15.4 Schadetoename vernatting in het winterbed per traject en agrarisch bodemgebruikstype in de wintersituatie

Verrekening	grasland	26	*f*/%ha/j
	bouwland	50	*f*/%ha/j
	tuinbouw	340	*f*/%ha/j
Winter	(toename schade (+) in %ha)		

Traject	Grasland			Bouwland			Tuinbouw			Subtotaal		
	Ba1	Ba2	Ba3	Ba1	Ba2	Ba3	Ba1	Ba2	Ba3	Ba1	Ba2	Ba3
Borgharen	16	16	16	8	8	10	5	5	4	29	29	30
Linne	74	75	87	24	21	32	75	76	89	173	172	208
Roermond	70	65	101	57	52	88	244	232	332	371	349	521
Belfeld	63	40	93	126	57	164	273	146	372	462	243	629
Sambeek	2.473	1.706	3.241	218	121	452	826	472	1.375	3.517	.2299	5.068
Grave	58	51	59	7	6	5	38	27	38	103	84	102
Lith	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal (%ha)	**2.754**	**1.953**	**3.597**	**440**	**265**	**751**	**1.461**	**958**	**2.210**	**4.655**	**3.176**	**6.558**
Totaal (*f*)	**71.604**	**50.778**	**93.522**	**22.000**	**13.250**	**37.550**	**466.740**	**325.720**	**751.400**	**590.344**	**389.748**	**882.472**

Schade door overstromingen

De schade voor de landbouw door overstroming is vastgesteld met behulp van het overstromings- en schademodel MAASGIS. De te verwachten schade is per gemeente uitgerekend en alleen voor het traject Maasbracht-Mook. Omdat een uitsplitsing naar trajecten op basis van stuwpanden niet mogelijk is, zijn de resultaten als geheel gepresenteerd (zie tabel 14.7). De schade is berekend op basis van twee grootheden: de contante waarde en de jaarlijkse verwachtingswaarde. Onder contante waarde wordt verstaan het berekenen van de waarde die thans wordt toegekend aan een in de toekomst vrij te vallen bedrag (bijvoorbeeld bij een overstroming) rekening houdend met een bepaalde rente. Voor het project Zandmaas wordt uitgegaan van een tijdsinterval van 45 jaar. De jaarlijkse verwachtingswaarde is hiervan afgeleid en is min of meer het bedrag van de contante waarde gedeeld door factor 25.

Uit het overzicht gepresenteerd in tabel 15.5 is af te leiden dat de resterende schade bij een beschermingsniveau van de kaden van 1/250 beperkt is. In de gemeenten Mook en Middelaar, Bergen, Meerlo-Wanssum, Grubbenvorst, Arcen en Velden, Maasbree, Beesel, Roggel en Neer, Roermond en Maasbracht is de jaarlijkse verwachtingswaarde van de schade nog van enige betekenis.

Tabel 15.5 Jaarlijkse verwachtingswaarde schade (mln)

	Jaarlijkse verwachtingswaarde schade landbouw (mln)		
Gemeenten	**Ba 1**	**Ba 2**	**Ba 3**
Mook en Middelaar	0,023	0,039	0,025
Cuijk	0,002	0,002	0,001
Gennep	0,016	0,016	0,013
Boxmeer	0,016	0,017	0,014
Vierlingsbeek	0,004	0,004	0,003
Bergen	0,046	0,051	0,030
Meerlo-Wanssum	0,028	0,031	0,012
Broekhuizen	0,017	0,017	0,005
Grubbenvorst	0,034	0,035	0,010
Arcen en Velden	0,051	0,046	0,014
Venlo	0,005	0,004	0,001
Tegelen	0,016	0,017	0,008
Maasbree	0,027	0,027	0,005
Belfeld	0,006	0,006	0,002
Kessel	0,007	0,008	0,004
Beesel	0,056	0,053	0,039
Roggel en Neer	0,027	0,028	0,019
Haelen	0,007	0,006	0,003
Swalmen	0,010	0,010	0,007
Roermond	0,046	0,046	0,030
Thorn	0,001	0,001	0,000
Maasbracht	0,025	0,025	0,020
Heel	0,006	0,006	0,004
Totaal	**0,491**	**0,495**	**0,269**

15.3 Recreatie

De effecten op toerisme en recreatie zijn gerelateerd aan de meest gewenste ontwikkeling voor toerisme en recreatie in het Zandmaasgebied, het zogenoemde *streefbeeld toerisme en recreatie*. Dit streefbeeld gaat met name uit van een verdere versterking van de sector toerisme en recreatie, onder meer door verbetering van de recreatieve kwaliteiten van het gebied. Daartoe behoren onder andere een verbetering van de kwaliteit en omvang van de recreatieve voorzieningen. Daarnaast zijn gebieden onderscheiden waar de recreatieve functie een belangrijke rol dient te vervullen. Dit betreft de *recreatiekerngebieden* (Maasplassengebied, omgeving Arcen, omgeving Leukermeer, de Mookse Plas en de Kraaijenbergse Plassen, de Gouden Ham, de Lithse Ham en de Zandmeren) en de *recreatieve ontwikkelingszones* (omgeving Neer, Maasarmen Gennep). De effectbeschrijving is er op gericht om na te gaan welke bijdrage de maatregelen uit de alternatieven aan het streefbeeld leveren.

In de basisalternatieven zijn geen directe maatregelen opgenomen voor het aanbrengen of verbeteren van recreatieve voorzieningen. Wel bieden de ingrepen kansen en bedreigingen voor de ontwikkeling van toerisme en recreatie in een later stadium. Dit betekent dat de werkelijke effecten voor toerisme en recreatie afhankelijk zijn van het benutten van de kansen en het vermijden van bedreigingen.
Deze effectbeschrijving gaat er vanuit dat deze kansen daadwerkelijk worden benut.
Bij de hierna volgende effectbeschrijving is onderzocht in hoeverre de Basisalternatief 1, 2 en 3 een bijdrage leveren aan de gewenste recreatieve ontwikkeling in het studiegebied. Als criteria zijn daarvoor gehanteerd; *gebruikswaarde, belevingswaarde en toekomstwaarde*. Voor een nadere toelichting op de gehanteerde systematiek wordt verwezen naar het Achtergronddocument Methodiek.

Als gevolg van de maatregelen in de verschillende alternatieven zullen bepaalde recreatieve voorzieningen zoals stranden, jachthavens, loswallen, recreatieve routes en dergelijke hiervan effecten ondervinden, die in het algemeen als negatief kunnen worden bestempeld. Door peilopzet lopen stranden onder water, moeten kaden worden verhoogd en steigers veranderd. Het verbreden van de rivier leidt op bepaalde plaatsen tot doorsnijdingen van routes. Het corrigeren van deze negatieve effecten wordt gezien als een onderdeel van de verschillende alternatieven, waarvoor binnen het project ook gelden zijn gereserveerd. De effecten zijn dus tijdelijk. Na uitvoering van de werkzaamheden zijn de effecten ten opzichte van de huidige situatie te verwaarlozen. Om deze reden zijn deze effecten in de effectbeschrijving buiten beschouwing gebleven.

Effecten op hoofdlijnen
De invloed van de maatregelen in Basisalternatief 1 op toerisme en recreatie zijn in het algemeen beperkt te noemen. De aankoop van oevers en de aanleg van natuurvriendelijke oevers is voor de beleving in het algemeen gunstig, maar de verwachting is dat het gebruik belemmeringen zal ondervinden.
De effecten van Basisalternatief 2 en 3 op toerisme en recreatie zijn in algemene zin relatief gering te noemen. Het belangrijkste effect wordt veroorzaakt door de verbreding van de rivier, die als positief voor de recreatievaart wordt beschouwd.

Natuurvriendelijke oevers zullen een bijdrage leveren aan de belevingswaarde, maar waarschijnlijk ook beperkingen geven voor de bereikbaarheid van de oevers voor extensieve vormen van recreatief medegebruik.

15.3.1. Effecten Basisalternatief 1

Gebruikswaarde
Basisalternatief 1 biedt slechts een zeer beperkte bijdrage aan het verder ontwikkelen van de recreatiekerngebieden en de recreatieve ontwikkelingszones. De aankoop van oevers en het realiseren van natuurvriendelijke oevers binnen de recreatiekerngebieden en recreatieve ontwikkelingszones zou gezien kunnen worden als een positieve bijdrage indien de kansen voor extensieve vormen van recreatie hierin worden benut.

De verdieping van het zomerbed heeft voor toerisme en recreatie geen effecten.
Baggerwerkzaamheden zouden tijdelijk eventueel enige hinder kunnen opleveren voor de recreatievaart, maar dit is van ondergeschikt belang.

Door de verbreding van het Julianakanaal worden 1 recreatieve autoroute en 5 regionale fietsroutes doorsneden. Het effect van deze doorsnijdingen is tijdelijk omdat de routes zullen worden hersteld.

De aanleg van natuurvriendelijke oevers zal naar alle waarschijnlijkheid een beperking inhouden van de bereikbaarheid van de oevers voor recreatie. Dit is met name van belang voor extensieve vormen van oeverrecreatie en de sportvisserij. De aanleg van recreatieve paden langs de natuurvriendelijke oevers (langs de landkant) blijft mogelijk. De daadwerkelijke uitvoering zal bepalen in hoeverre de effecten negatief zijn voor de oeverrecreatie. Verwacht wordt dat de natuurvriendelijke oevers tot beperkingen van het recreatief medegebruik zullen leiden.
Achter de golfbrekers en tussen de waterplanten zal een luw milieu ontstaan dat gunstige condities bevat voor de aanwezigheid van paaiplaatsen en voedselgebieden. Voor de visstand in de Maas zijn de natuurvriendelijke oevers als gunstig te beschouwen.

Bij verschillende maatregelen als verdieping en verbreding komt onverkoopbare grond vrij. Deze grond kan gebruikt worden voor het verontdiepen van een aantal Maasplassen teneinde de natuurlijke kwaliteit van de plassen te verhogen. De gedachten gaan hierbij uit naar plassen die een overwegende natuurfunctie hebben gekregen, zoals de Rijkelse Bemden, de Asseltse Plassen, de Gerelingsplas en de Spoorplas. Ook de Oolerplas biedt hiertoe wellicht mogelijkheden. Aangezien een intensief recreatief gebruik niet goed kan samengaan met de natuurfunctie kan worden overwogen de genoemde plassen ontoegankelijk te maken voor intensief recreatief gebruik.
Een inrichting van de Maasplassen die rekening houdt met zowel het recreatief gebruik als de natuurfunctie zou voor toerisme en recreatie als een positieve ontwikkeling worden gezien.
Het natuurlijker maken van (een deel van) de oevers is voor de recreatievaart ook gunstig.
Een te eenzijdige benadering van de natuurfunctie evenwel is voor de recreatievaart niet positief. Watergebieden die ontoegankelijk worden gemaakt zijn voor de recreatievaart niet meer bruikbaar. Verwacht mag worden dat het gebruik van de bovengenoemde plassen aan beperkingen onderhevig zal zijn door deze maatregel.

De effecten van de aankoop van oeverstroken zijn afhankelijk van de uitvoering. Voor de meer extensieve vormen van oeverrecreatie, zoals wandelen, fietsen en sportvissen wordt het wenselijk gevonden bij de inrichting van de oeverstroken reeds in een vroegtijdig stadium rekening te houden met recreatief medegebruik. De kansen voor een aantrekkelijk samengaan van natuur en recreatie zijn aanwezig maar een stringente beperking van de recreatieve mogelijkheden van de oeverstroken (door alleen rekening te houden met een beheer als natuurgebied) zou de recreatieve mogelijkheden aanzienlijk beperken. Voor de beoordeling van de effecten is er vanuit gegaan dat de kansen voor recreatief medegebruik zullen worden benut.
Door de aankoop van oevers worden 1 toeristische autoroute, 2 fietsroutes en 1 wandelroute (Pieterpad) doorsneden. De aankoop van oevers hoeft niet in te houden dat de routes verplaatst moeten worden. Het beheer van de natuurlijke oevers kan toelaten dat de routes blijven bestaan.

De scheepvaartmaatregelen hebben primair tot doel de vaarweg beter geschikt te maken voor grotere schepen. Deze maatregelen zijn in principe ook positief voor de recreatievaart: door vergroting van de sluizen worden de wachttijden minder, verbreden van een aantal bochten bevordert de doorstroming evenals de verbreding van een deel van het Julianakanaal.

Belevingswaarde
Het realiseren van natuurvriendelijke oevers zal een meer natuurlijk beheer van die stroken bevorderen. Het landschappelijke beeld zal daardoor veranderen en mogelijk ook wel verbeteren, hetgeen in algemene zin gunstig is voor toerisme en recreatie. In het bijzonder geldt dit voor de recreatietoervaart, de gebiedsgebonden recreatievaart en de extensieve vormen van oeverrecreatie (fietsen, wandelen, paardrijden, sportvissen)

De verontdieping van de Maasplassen heeft onder meer tot doel scherpe overgangen tussen water en land te veranderen in geleidelijker overgangen. Als gevolg hiervan krijgen de oevers een meer natuurlijk beeld. De belevingswaarde voor met name de gebiedsgebonden recreatievaart zal er door toenemen.

De aankoop van oeverstroken zal leiden tot een meer natuurlijk beheer van deze oeverstroken. De belevingswaarde voor de recreatievaart en zal er door toenemen. Dit geldt ook voor extensieve vormen van oeverrecreatie mits de gebieden door deze recreanten bereikbaar zijn en daadwerkelijk beleefd kunnen worden. Ook is voor deze categorie van belang dat het uitzicht op het water goeddeels blijft behouden.

Peilopzet zal er toe leiden dat de hoogteverschillen tussen het bestaande maaiveld en het wateroppervlak zullen verminderen. Voor de belevingswaarde kan dit als licht positief worden beoordeeld.

Toekomstwaarde

De maatregelen ten behoeve van de natuur beogen de rivier een duurzaam natuurlijk karakter mee te geven. Voor toerisme en recreatie kan dat als een positieve ontwikkeling worden beschouwd. Daar staat tegenover dat een te sterke nadruk op de natuur, zonder rekening te houden met de mogelijkheden voor recreatief medegebruik de flexibiliteit om in te spelen op de recreatieve vraag beperkt, hetgeen als negatief wordt beschouwd. Een juist evenwicht is hierbij gewenst.
De scheepvaartmaatregelen hebben tot doel de economische groei door de beroepsvaart te bevorderen. Groei van de economie op een milieuvriendelijke manier is gunstig voor de instandhouding van de streek en daarmee ook voor toerisme en recreatie.

Recreatie aan de Maas

15.3.2 Effecten Basisalternatief 2

Gebruikswaarde
De verbreding van de rivier zorgt voor een capaciteitsvergroting voor zowel de recreatietoervaart als de gebiedsgebonden recreatievaart. De voorzieningen hiervoor zullen met name in de recreatiekerngebieden en de recreatieve ontwikkelingszones worden ondergebracht. De verbreding van de rivier zorgt aldus tevens voor een versterking van de positie van de recreatiekerngebieden en de recreatieve ontwikkelingszones.

Verbreding van de rivier kan gunstig uitwerken voor de recreatievaart, zowel de recreatietoervaart als de gebiedsgebonden recreatievaart. Door de verbreding ontstaat er een verruiming van de rivier, waardoor de capaciteit van de rivier voor de scheepvaart toeneemt en de veiligheid op het water wordt bevorderd. Een grotere capaciteit betekent dat meer recreatievaartuigen gelijktijdig van de rivier gebruik kunnen maken. Omdat de capaciteit van de vaarweg wordt vergroot, wordt ook de capaciteit van het vaargebied als geheel vergroot (rivier + aanliggende plassen). Dit houdt in dat het aantal vaste ligplaatsen zonder grote bezwaren kan worden uitgebreid.
Overigens geldt deze situatie niet voor het Maasplassengebied omdat juist in dit gedeelte geen mogelijkheden voor verbreding aanwezig zijn. Hier moet de Maas worden verdiept.

De aanleg van natuurvriendelijke oevers zal naar alle waarschijnlijkheid een beperking in houden van de bereikbaarheid van de oevers voor recreatie. Dit is met name van belang voor extensieve vormen van oeverrecreatie en de sportvisserij. De aanleg van recreatieve paden langs de natuurvriendelijke oevers (langs de landkant) blijft mogelijk. De daadwerkelijke uitvoering zal bepalen in hoeverre de effecten negatief zijn voor de oeverrecreatie. Verwacht wordt dat de natuurvriendelijke oevers tot beperkingen van het recreatief medegebruik zullen leiden.
Achter de golfbrekers en tussen de waterplanten zal een luw milieu ontstaan dat gunstige condities bevat voor de aanwezigheid van paaiplaatsen en voedselgebieden. Voor de visstand in de Maas zijn de natuurvriendelijke oevers als gunstig te beschouwen.

Bij verschillende maatregelen als verdieping en verbreding komt onverkoopbare grond vrij. Deze grond kan gebruikt worden voor het verontdiepen van een aantal Maasplassen teneinde de natuurlijke kwaliteit van de plassen te verhogen. De gedachten gaan hierbij uit naar plassen die een overwegende natuurfunctie hebben gekregen, zoals de Rijkelse Bemden, de Asseltse Plassen, de Gerelingsplas en de Spoorplas. Ook de Oolerplas biedt hiertoe wellicht mogelijkheden. Aangezien een intensief recreatief gebruik niet goed kan samengaan met de natuurfunctie kan worden overwogen de genoemde plassen ontoegankelijk te maken voor intensief recreatief gebruik.

Een inrichting van de Maasplassen die rekening houdt met zowel het recreatief gebruik als de natuurfunctie zou voor toerisme en recreatie als een positieve ontwikkeling worden gezien.
Het natuurlijker maken van (een deel van) de oevers is voor de recreatievaart ook gunstig.
Een te eenzijdige benadering van de natuurfunctie evenwel is voor de recreatievaart niet positief. Watergebieden die ontoegankelijk worden gemaakt zijn voor de recreatievaart niet meer bruikbaar. Verwacht mag worden dat het gebruik van de bovengenoemde plassen aan beperkingen onderhevig zal zijn door deze maatregel.

De effecten van de aankoop van oeverstroken zijn afhankelijk van de uitvoering. Voor de meer extensieve vormen van oeverrecreatie, zoals wandelen, fietsen en sportvissen wordt het wenselijk gevonden bij de inrichting van de oeverstroken reeds in een vroegtijdig stadium rekening te houden met recreatief medegebruik. De kansen voor een aantrekkelijk samengaan van natuur en recreatie zijn

aanwezig maar een stringente beperking van de recreatieve mogelijkheden van de oeverstroken (door alleen rekening te houden met een beheer als natuurgebied) zou de recreatieve mogelijkheden aanzienlijk beperken. Voor de beoordeling van de effecten is er vanuit gegaan dat de kansen voor recreatief medegebruik zullen worden benut.

Door verschillende maatregelen, zoals de verbreding van de rivier, de aanleg van natuurvriendelijke oevers en de aankoop van oeverstroken worden recreatieve routes doorsneden. In Basisalternatief 2 worden in totaal 10 routes doorsneden. Door de verbreding van het Julianakanaal worden 5 regionale fietsroutes en 1 recreatieve autoroute doorsneden. Overigens zijn de effecten van de doorsnijdingen van recreatieve routes van tijdelijke aard omdat de routes weer hersteld zullen worden.
De scheepvaartmaatregelen hebben primair tot doel de vaarweg beter geschikt te maken voor grotere schepen. Deze maatregelen zijn in principe ook positief voor de recreatievaart: door vergroting van de sluizen worden de wachttijden minder, verbreden van een aantal bochten bevordert de doorstroming evenals de verbreding van een deel van het Julianakanaal.

Belevingswaarde
Een bredere rivier heeft invloed op het landschapsbeeld en daarmee op de belevingswaarde van de rivier. Het landschapsbeeld verandert wel, maar het is niet mogelijk hier een positieve of negatieve waarde aan toe te kennen. Een brede rivier kan als aantrekkelijk worden beoordeeld, maar dat kan een smallere rivier ook.

Het realiseren van natuurvriendelijke oevers zal een meer natuurlijk beheer van die stroken bevorderen. Het landschappelijke beeld zal daardoor veranderen en mogelijk ook wel verbeteren, hetgeen in algemene zin gunstig is voor toerisme en recreatie. In het bijzonder geldt dit voor de recreatietoervaart, de gebiedsgebonden recreatievaart en de extensieve vormen van oeverrecreatie (fietsen, wandelen, paardrijden, sportvissen).

De verontdieping van de Maasplassen heeft onder meer tot doel scherpe overgangen tussen water en land te veranderen in geleidelijker overgangen. Als gevolg hiervan krijgen de oevers een meer natuurlijk beeld. De belevingswaarde voor met name de gebiedsgebonden recreatievaart zal er door toenemen.

De aankoop van oeverstroken zal leiden tot een meer natuurlijk beheer van deze oeverstroken.
De belevingswaarde voor de recreatievaart en zal er door toenemen. Dit geldt ook voor extensieve vormen van oeverrecreatie mits de gebieden door deze recreanten bereikbaar zijn en daadwerkelijk beleefd kunnen worden. Ook is voor deze categorie van belang dat het uitzicht op het water goeddeels blijft behouden.

Peilopzet zal er toe leiden dat de hoogteverschillen tussen het bestaande maaiveld en het wateroppervlak zullen verminderen. Voor de belevingswaarde kan dit als licht positief worden beoordeeld.

Toekomstwaarde
Verbreding van de rivier draagt bij aan een versterking van de toekomstwaarde. Het water kan voor langere tijd een verbeterde functie vervullen voor zowel de beroepsvaart als de recreatievaart.

De maatregelen ten behoeve van de natuur beogen de rivier een duurzaam natuurlijk karakter mee te geven. Voor toerisme en recreatie kan dat als een positieve ontwikkeling worden beschouwd.
Daar staat tegenover dat een te sterke nadruk op de natuur, zonder rekening te houden met de mogelijkheden voor recreatief medegebruik de flexibiliteit om in te spelen op de recreatieve vraag beperkt, hetgeen als negatief wordt beschouwd. Een juist evenwicht is hierbij gewenst.

De scheepvaartmaatregelen hebben tot doel de economische groei door de beroepsvaart te bevorderen. Groei van de economie op een milieuvriendelijke manier is gunstig voor de instandhouding van de streek en daarmee ook voor toerisme en recreatie.

15.3.3 Effecten Basisalternatief 3

Gebruikswaarde
De verdieping van het zomerbed in Basisalternatief 3 is vergelijkbaar met Basisalternatief 1, zij het dat de verdieping in Basisalternatief 3 minder groot is. Voor toerisme en recreatie heeft verdieping van het zomerbed geen effecten. Baggerwerkzaamheden zouden tijdelijk eventueel enige hinder kunnen opleveren voor de recreatievaart, maar dit is van ondergeschikt belang.

Verbreding van de rivier kan gunstig uitwerken voor de recreatievaart, zowel de recreatietoervaart als de gebiedsgebonden recreatievaart. Door de verbreding ontstaat er een verruiming van de rivier, waardoor de capaciteit van de rivier voor de scheepvaart toeneemt en de veiligheid op het water wordt bevorderd. Een grotere capaciteit betekent dat meer recreatievaartuigen gelijktijdig van de rivier gebruik kunnen maken. Omdat de capaciteit van de vaarweg wordt vergroot, wordt ook de capaciteit van het vaargebied als geheel vergroot (rivier + aanliggende plassen). Dit houdt in dat het aantal vaste ligplaatsen zonder grote bezwaren kan worden uitgebreid.
Overigens geldt deze situatie niet voor het Maasplassengebied omdat juist in dit gedeelte geen mogelijkheden voor verbreding aanwezig zijn.
Door de verbreding van de vaarweg worden 6 verschillende regionale fietsroutes en 2 wandelroutes doorsneden. Omdat de routes hersteld zullen worden (door verplaatsing van de paden en wegen) zijn de effecten tijdelijk van aard.
Hetzelfde geldt voor de 3 fietsroutes die worden doorsneden als gevolg van de verbreding van het Julianakanaal.

De aanleg van natuurvriendelijke oevers zal naar alle waarschijnlijkheid een beperking in houden van de bereikbaarheid van de oevers voor recreatie. Dit is met name van belang voor extensieve vormen van oeverrecreatie en de sportvisserij. De aanleg van recreatieve paden langs de natuurvriendelijke oevers (langs de landkant) blijft mogelijk. De daadwerkelijke uitvoering zal bepalen in hoeverre de effecten negatief zijn voor de oeverrecreatie. Vooralsnog is er hier vanuit gegaan dat kansen voor recreatief medegebruik zullen worden benut. Achter de golfbrekers en tussen de waterplanten zal een luw milieu ontstaan dat gunstige condities bevat voor de aanwezigheid van paaiplaatsen en voedselgebieden. Voor de visstand in de Maas zijn de natuurvriendelijke oevers als gunstig te beschouwen.

Door de verbreding en de aanleg van natuurvriendelijke oevers worden in totaal 10 recreatieve routes doorsneden waaronder 6 als gevolg van de verbreding van het Julianakanaal. Drie fietsroutes, die vlak langs het kanaal lopen zijn tijdelijk buiten gebruik door de verbreding. Omdat aanpassingen zullen worden verricht is hier sprake van tijdelijke effecten.

De scheepvaartmaatregelen in Basisalternatief 3 hebben onder meer betrekking op sluisaanpassingen, bochtaanpassingen, aanpassingen aan bruggen, aanpassingen aan stuwen en verbreding van het Julianakanaal. De scheepvaartmaatregelen kunnen met name van betekenis zijn voor de recreatietoervaart. Door grotere sluizen bijvoorbeeld zullen de wachttijden bekort kunnen worden. Bij renovatie en vernieuwing is het mogelijk ook rekening te houden met de functie van de sluis voor de recreatietoervaart. De toename van tweebaksduwvaart zou mogelijk negatieve gevolgen kunnen hebben voor wat betreft de veiligheid en de golfslag. De noodzaak om veilige en rustige passantenhavens aan te leggen worden er door versterkt.

Belevingswaarde
Een bredere rivier heeft invloed op het landschapsbeeld en daarmee op de belevingswaarde van de rivier. Het landschapsbeeld verandert wel, maar het is niet mogelijk hier een positieve of negatieve waarde aan toe te kennen. Een brede rivier kan als aantrekkelijk worden beoordeeld, maar dat kan een smallere rivier ook.
Het realiseren van natuurvriendelijke oevers zal een meer natuurlijk beheer van die stroken bevorderen. Het landschappelijke beeld zal daardoor veranderen en mogelijk ook wel verbeteren, hetgeen in algemene zin gunstig is voor toerisme en recreatie. In het bijzonder geldt dit voor de recreatietoervaart, de gebiedsgebonden recreatievaart en de extensieve vormen van oeverrecreatie (fietsen, wandelen, paardrijden, sportvissen)

Peilopzet zal er toe leiden dat de hoogteverschillen tussen het bestaande maaiveld en het wateroppervlak zullen verminderen. Voor de belevingswaarde kan dit als licht positief worden beoordeeld.

Toekomstwaarde
Verbreding van de rivier draagt bij aan een versterking van de toekomstwaarde. Het water kan voor langere tijd een verbeterde functie vervullen voor zowel de beroepsvaart als de recreatievaart.

In Basisalternatief 3 wordt uitgegaan van een Va-vaarweg met een diepgang van 3,5 m. Ten opzichte van de huidige diepgang (3,00 m) betekent dit een lichte verbetering en daarmee een beperkte bijdrage aan de toekomstwaarde.

15.3.4 Beoordeling van de effecten

De directe effecten van maatregelen als peilopzet, verbreding, aankoop van oevers, het maken van natuurvriendelijke oevers op bijvoorbeeld doorsnijdingen van routes, het onder water lopen van oevers, problemen met steigers en dergelijke zijn tijdelijk van aard omdat ze binnen het project hersteld zullen worden. Dit betekent dat de effecten op toerisme en recreatie vooral betrekking hebben op de kansen die ontstaan na uitvoering van de maatregelen. Ten behoeve van de beoordeling is er bij de meeste maatregelen vanuit gegaan dat de kansen naderhand inderdaad worden benut.

In tabel 15.8 t/m 15.10 is voor respectievelijk Basisalternatief 1, 2 en 3 de beoordeling per maatregel gegeven. De beoordeling is gebaseerd op de voorgaande beschrijving van de effecten. Er is voor de beoordeling in principe uitgegaan van een 7-puntsschaal, in plussen en minnen uitgedrukt van – – – tot +++ en in getallen uitgedrukt van -3 tot +3. Maatregelen die niet in het alternatief voorkomen worden op 0 gewaardeerd. De maatregelen zijn beoordeeld naar de gebruikswaarde, de belevingswaarde en de toekomstwaarde.

De effectbeoordeling wordt gecompliceerd doordat niet alle maatregelen in alle alternatieven voorkomen, terwijl ook de reikwijdte of het belang van de maatregel verschillend is. Zo is er sprake van 37 km natuurvriendelijke oevers en 6 km eroderende oevers. De natuurvriendelijke oevers hebben daarom een grotere reikwijdte dan de eroderende oevers. Om ook de alternatieven onderling met elkaar te kunnen vergelijken is per maatregel in een percentage de reikwijdte vastgelegd. Omvangrijke maatregelen krijgen daarbij een hoger percentage. Alle maatregelen tezamen komen uit op 100%.

De totaal beoordeling ontstaat door de waarderingen te vermenigvuldigen met het percentage en dit te relateren aan een categorie-indeling voor de totaalscore. Deze categorie-indeling ontstaat door het traject van -3 naar +3 in 7 gelijke delen te verdelen.

Tabel 15.8 Waardering van de effecten per maatregel bij Basisalternatief 1

Maatregelen	Percentage	Gebruikswaarde	Belevingswaarde	Toekomstwaarde
Verdieping	10	0	0	1
Verbreding	10	0	0	0
Retentie	5	0	0	0
Hoogwatergeul	10	0	0	0
Weerdverlaging	10	0	0	0
Natuurvriendelijke oevers	10	0	1	1
Eroderende oevers	5	0	0	0
Verontdieping Maasplassen	5	-1	1	1
Aankoop oeverstroken	15	1	1	1
Nevengeulen	5	0	0	0
Scheepvaartmaatregelen	15	1	0	1
Totaal in getal gemiddeld		0.25	0,30	0,55
Totaal in 7-puntschaal		0	0	1
Totaal in 7-puntschaal		0	0	+

Tabel 15.9 Waardering van de effecten per maatregel bij Basisalternatief 2

Maatregelen	Percentage	Gebruikswaarde	Belevingswaarde	Toekomstwaarde
Verdieping	10	0	0	1
Verbreding	10	0	0	0
Retentie	5	0	0	0
Hoogwatergeul	10	0	0	0
Weerdverlaging	10	0	0	0
Natuurvriendelijke oevers	10	0	1	1
Eroderende oevers	5	0	0	0
Verontdieping Maasplassen	5	-1	1	1
Aankoop oeverstroken	15	1	1	1
Nevengeulen	5	0	0	0
Scheepvaartmaatregelen	15	1	0	1
Totaal in getal gemiddeld		0.35	0,30	0,55
Totaal in 7-puntschaal		0	0	1
Totaal in 7-puntschaal		0	0	+

Tabel 15.10 Waardering van de effecten per maatregel bij Basisalternatief 3

Maatregelen	Percentage	Gebruikswaarde	Belevingswaarde	Toekomstwaarde
Verdieping	10	0	0	1
Verbreding	10	1	0	0
Retentie	5	0	0	0
Hoogwatergeul	10	0	0	0
Weerdverlaging	10	0	0	0
Natuurvriendelijke oevers	10	0	1	1
Eroderende oevers	5	0	0	0
Verontdieping Maasplassen	5	0	0	0
Aankoop oeverstroken	15	0	0	0
Nevengeulen	5	0	0	0
Scheepvaartmaatregelen	15	1	0	1
Totaal in getal gemiddeld		0,25	0,10	0,45
Totaal in 7-puntschaal		0	0	0
Totaal in 7-puntschaal		0	0	0

Om de totaalscore per alternatief te kunnen bepalen is tevens de zwaarte aangegeven van de gebruikswaarde, de belevingswaarde en de toekomstwaarde. Deze is gesteld op respectievelijk 40%, 40% en 20%. De gebruikswaarde en de belevingswaarde worden beide van groot belang geacht voor toerisme en recreatie. Het betreft hier de waarde op relatief korte termijn. De toekomstwaarde heeft meer betrekking op de lange termijn. Het lange-termijn effect is niet onbelangrijk maar is hier iets minder belangrijk gevonden dan de effecten op de kortere termijn.

Tabel 15.11 Overzicht beoordeling van effecten Basisalternatief 1 op toerisme en recreatie

Criteria	Beoordeling Basisalternatief 1			
	criteriumscore	gewicht	gestandaardiseerde	beoordeling score
Gebruikswaarde	0,25	40 %	0,10	0
Belevingswaarde	0,30	40 %	0,12	0
Toekomstwaarde	0,55	20 %	0,11	+
Totaal				**0**

Hoewel een aantal afzonderlijke maatregelen enige positieve effecten voor toerisme en recreatie opleveren zijn ze gezamenlijk te gering van omvang om voor het alternatief als geheel op een postitieve eindscore te komen.

Tabel 15.12 Overzicht beoordeling van effecten Basisalternatief 2 op toerisme en recreatie

Criteria	Beoordeling Basisalternatief 2 criteriumscore	gewicht	gestandaardiseerde	beoordeling score
Gebruikswaarde	0,35	40 %	0,14	0
Belevingswaarde	0,30	40 %	0,12	0
Toekomstwaarde	0,55	20 %	0,11	+
Totaal				**0**

Hoewel de verbreding van de rivier, de aankoop van oeverstroken, de aanleg van natuurvriendelijke oevers en de scheepvaartmaatregelen ten dele positieve effecten voor toerisme en recreatie met zich meebrengen levert dit in totaal te weinig voordelen op om tot een positief effect voor het alternatief als geheel te kunnen leiden.

Tabel 15.13 Overzicht beoordeling van effecten Basisalternatief 3 op toerisme en recreatie

Criteria	Beoordeling Basisalternatief 3 criteriumscore	gewicht	gestandaardiseerde	beoordeling score
Gebruikswaarde	0,25	40 %	0,10	0
Belevingswaarde	0,10	40 %	0,04	0
Toekomstwaarde	0,45	20 %	0,09	0
Totaal				**0**

Hoewel een aantal maatregelen van Basisalternatief 3 een positief effect heeft op de toekomstwaarde voor toerisme en recreatie is dit te beperkt om de totaalscore voor dit alternatief positief te verkrijgen.

15.4 Wonen, werken en infrastructuur

Bij het aspect wonen, werken en infrastructuur wordt in de eerste plaats gekeken naar het amoveren van woningen en bedrijven. Tevens wordt (ter illustratie) gekeken naar de verwachtingswaarde van de schade voor particulieren en bedrijven. Deze (monetaire) effecten zijn eveneens opgenomen bij het thema economie. Binnen dat thema zullen de monetaire effecten gescoord worden. Voor infrastructuur wordt gekeken naar het verplaatsen of amoveren van wegen.
Allereerst worden voor de verschillende aspecten de effecten op hoofdlijnen samengevat.
Daarna worden per aspect de effecten verder toegelicht en per traject besproken.

Effecten op hoofdlijnen

De effecten voor wonen, werken en infrastructuur zijn in het algemeen gering van omvang.
Deze effecten zijn tijdelijk van aard. Ten aanzien van het vervallen of het verleggen van wegen kan geconcludeerd worden dat de effecten marginaal zijn. Het gaat in de meeste gevallen om wegen waaraan geen objecten liggen of waarvoor goede alternatieve routes bestaan. In het algemeen kan worden gesteld dat de bereikbaarheid niet zal worden aangetast.

Gezien de omvang van het studiegebied kan ook voor wonen en werken geconcludeerd worden dat de effecten gering van omvang zijn. Echter het amoveren van woningen of bedrijven kan voor de enkele individueel betrokkenen toch als groot (emotioneel) effect worden beschouwd. Bij de voorbereiding van de uitvoering zal hiermee zorgvuldig om moeten worden gegaan.

In tabel 15.14 wordt een overzicht gegeven van de effecten voor wonen/werken. Tabel 15.15 bevat de effecten als gevolg van overstromingsschade.

Tabel 15.14 Effecten wonen en werken en infrastructuur

	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Verdwijnen woningen	14 woningen	16 woningen	16 woningen
Verdwijnen bedrijven	2 bedrijven	2 bedrijven	2 bedrijven
Verplaatsen of amoveren wegen	Bij alle alternatieven zal de bereikbaarheid gehandhaafd worden		

Tabel 15.15 effecten overstromingsschade alternatief 1 t/m 3

	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	particulieren	bedrijven	particulieren	bedrijven	particulieren	bedrijven
schade overstromingen (fl mln.)	0,976	1,009	0,853	0,907	0,287	0,358

Hierna worden per beoordelingscriterium de effecten beschreven per traject.

Wonen en werken

Het beoordelingscriterium voor wonen en werken betreft het verdwijnen van woningen en bedrijven. De amovering van woningen en bedrijven wordt uitgedrukt in aantallen. De effecten worden per traject behandeld. Uitzondering hierop vormt de alinea waar wordt ingegaan op de schade door overstroming. Deze schade is namelijk berekend per gemeente zodat een onderscheid naar trajecten niet zinvol is. Hieronder wordt aangegeven per traject waar sprake is van verdwijnen woningen/bedrijven. Er worden slechts effecten geconstateerd in Traject 3, 8 en 9.

Traject 3: Limmel-Born
Basisalternatief 1 t/m Basisalternatief 3: De voorgenomen verbreding van het Julianakanaal leidt tot het verlies van 2 bedrijven en 2 woningen ter noorden van Urmond, 1 woning ten zuiden van Geulle en 11 woningen ter hoogte van Geulle.

Traject 8: Roermond-Belfeld
Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3: In dit traject leidt de voorgenomen zomerbedverbreding tot het verlies van 1 woning ter hoogte van Reuver.

Traject 9: Belfeld-Sambeek
Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3: De voorgenomen zomerbedverbreding leidt tot het verlies van 1 bedrijf ter hoogte van Blitterswijck.

Schade door overstroming

De schade door overstroming voor particulieren en bedrijven is vastgesteld met behulp van het overstromings- en schademodel maasgis. De te verwachten schade is per gemeente uitgerekend en alleen voor het traject Maasbracht-Mook. Omdat een uitsplitsing naar trajecten niet mogelijk is, zijn de resultaten per gemeente gepresenteerd.

Tabel 15.16 Jaarlijkse verwachtingswaarde van de schade (ƒ mln) voor particulieren en bedrijven.

Gemeente	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	particulieren	bedrijven	particulieren	bedrijven	particulieren	bedrijven
Mook en Middelaar	0,014	0,020	0,012	0,019	0,010	0,013
Cuijk	0,022	0,000	0,022	0,000	0,021	0,000
Gennep	0,152	0,184	0,136	0,163	0,040	0,058
Boxmeer	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001
Vierlingsbeek	0,001	0,003	0,001	0,003	0,001	0,002
Bergen	0,015	0,012	0,014	0,011	0,007	0,004
Meerlo-Wanssum	0,015	0,024	0,013	0,022	0,007	0,011
Broekhuizen	0,016	0,021	0,014	0,021	0,009	0,019
Grubbenvorst	0,009	0,001	0,012	0,002	0,002	0,000
Arcen en Velden	0,042	0,043	0,038	0,041	0,013	0,023
Venlo	0,262	0,456	0,251	0,391	0,070	0,108
Tegelen	0,052	0,019	0,043	0,015	0,008	0,003
Maasbree	0,252	0,018	0,174	0,013	0,019	0,001
Belfeld	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
Kessel	0,020	0,019	0,020	0,019	0,017	0,012
Beesel	0,003	0,002	0,003	0,001	0,001	0,000
Roggel en Neer	0,011	0,004	0,011	0,004	0,006	0,002
Haelen	0,010	0,004	0,009	0,004	0,003	0,001
Swalmen	0,004	0,000	0,004	0,000	0,001	0,000
Roermond	0,056	0,121	0,055	0,120	0,035	0,055
Thorn	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,000
Maasbracht	0,014	0,041	0,014	0,041	0,013	0,009
Heel	0,001	0,013	0,001	0,013	0,001	0,009
Totaal	**0,976**	**1,009**	**0,853**	**0, 907**	**0,287**	**0,358**

Uit het overzicht is af te leiden dat de resterende schade bij een beschermingsniveau van de kaden van 1/250 klein is. Alleen in de gemeenten Venlo, Gennep en Roermond is de jaarlijkse verwachtingswaarde van de schade nog van enige betekenis. Bij Basisalternatief 3 valt de schade in vergelijking laag uit.

Infrastructuur

De effecten op de infrastructuur zijn beschreven aan de hand het verplaatsen of amovering van wegen.

Trajecten 1, 4, 5, 6, 11 en 13:
Geen effecten geconstateerd.

Traject 3: Limmel-Born
Basisalternatief 1 t/m Basisalternatief 3: Een aantal (delen van) wegen vervallen geheel of gedeeltelijk of worden doorsneden. Meestal zijn er alternatieve verbindingen aanwezig en liggen er geen objecten aan deze wegen.

Traject 8: Roermond-Belfeld
Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3: Door zomerbedverbreding is enige aanpassing van de toegangsweg (Kesselseweg) van de veerpont Kessel-Reuver (km 94,8) mogelijk noodzakelijk. Daarnaast vervalt een halfverharde weg langs de Maasoever (km 87,6 - 88,2) ten zuiden van de monding van de Swalm.
Een aantal (delen van) wegen vervallen geheel of gedeeltelijk of worden doorsneden. Meestal zijn er alternatieve verbindingen aanwezig en liggen er geen objecten aan.

Traject 9: Belfeld-Sambeek
Basisalternatief 1 t/m Basisalternatief 3: Een aantal (delen van) wegen vervallen geheel of gedeeltelijk of worden doorsneden. Meestal zijn er alternatieve verbindingen aanwezig en liggen er geen objecten aan.

Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3: Aanpassing van de toegangswegen van enkele veerponten zijn waarschijnlijk noodzakelijk; dit geldt voor de veerponten:
- Baarlo - Tegelen (km 102,5): De Vegelt te Baarlo;
- Lottum - N271 (km 118,8): Veerweg te Lottum;
- Broekhuizen - Arcen (km 122,2): Veerweg te Broekhuizen.

Traject 10: Sambeek-Grave
Basisalternatief 1 t/m Basisalternatief 3: Een aantal (delen van) wegen vervallen geheel of gedeeltelijk of worden doorsneden. Meestal zijn er alternatieve verbindingen aanwezig en liggen er geen objecten aan deze wegen.
In de volgende gevallen echter hebben de ingrepen wèl gevolgen voor verbindingen en/of objecten:
- de verbinding tussen Heijen en de Regtersteegse Weiden wordt doorsneden (km 151,6 - 152,1); de verbinding over het droge deel van een oude Maasarm verdwijnt. Hierdoor zou één agrarisch veeteeltbedrijf geïsoleerd komen te liggen evenals camping 'De Mazenburg'. De bereikbaarheid wordt echter niet aangetast, omdat er eerst een nieuwe aansluiting wordt gecreëerd. Hierover wordt een weg aangelegd die verbonden wordt met de Boxmeerse weg;
- een verbinding tussen Middelaar en Mook, buitenom langs de Maas, vervalt (km 161,2 en 162,0) en 162,4 - 163,7; een nieuwe aansluiting is voorzien. Het enige object is een trafostation, dat bereikbaar blijft.

De weg vormt ook een verbinding met de veerpont tussen Cuijk en Middelaar. Voor verkeer uit de richting van Mook wordt de rijafstand tot het veer iets langer.

Traject 12: Grave-Lith
Basisalternatief 2 en Basisalternatief 3: Een aantal (delen van) wegen vervallen geheel of gedeeltelijk of worden doorsneden. Meestal zijn er alternatieve verbindingen aanwezig en liggen er geen objecten aan.

16 Economie

In het onderdeel Economie wordt het project beoordeeld op de bijdrage aan de regionale economie. Deze beoordeling vindt plaats op basis van monetaire en werkgelegenheids-effecten. De monetaire aspecten die aan de orde komen zijn de financiële gevolgen van hoogwaterschade, vervoerskosten en de blijvende en tijdelijke verandering van de bijdrage aan de regionale economie (toegevoegde waarde) van diverse sectoren. De toegevoegde waarde kan ook in werkgelegenheid worden omgezet.

Monetaire effecten (uitgedrukt in guldens)
Reduktie hoogwaterschade
Verandering vervoerskosten
Toegevoegde waarde (blijvend effect):
- landbouw
- recreatie

Toegevoegde waarde (tijdelijk effect):
- delfstoffen
- overige projectuitvoering.

Werkgelegenheid (uitgedrukt in arbeidsjaren)
Blijvende effecten:
- landbouw
- recreatie

Tijdelijke effecten:
- delfstoffen
- overige projectuitvoering.

In tabel 16.1 worden de effecten samengevat weergegeven. Voor het thema economie wordt uiteindelijk een totaalscore (MCA) per basisalternatief gepresenteerd.

Tabel 16.1 Beoordeling economie

Aspect		Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Monetaire effecten				
• hoogwaterschade	33,3%	199	206	252
• vervoerskosten	33,3%	351	336	336
• toegevoegde waarde	33,3%	464	350	598
MCA subscore	70%			
Werkgelegenheid				
• landbouw	25%	-3813	-3875	-3889
• recreatie	25%	61	61	61
• delfstoffen	25%	804	216	716
• project	25%	5300	6150	7480
MCA-subscore	30%			
Totaalscore (MCA)	**100**			

Economie

De conclusies omtrent de verwachte economische effecten kunnen op hoofdlijnen worden samengevat.

Effecten op hoofdlijnen

De voornaamste conclusies omtrent de economische effecten van de Basisalternatieven 1 tot en met 3 worden hierna puntsgewijs besproken. De belangrijkste kwantitatieve gegevens zijn samengevat in tabel 16.2

Tabel 16.2 Overzicht economische effecten, 1995-2040

Beoordelingscriterium	Zandmaas			Maasroute	Totaal		
	Ba 1	Ba 2	Ba 3		Ba 1	Ba 2	Ba 3
reductie hoogwaterschade (ƒ mln)	199	206	252	-	199	206	252
wijziging vervoerskosten (ƒ mln)	102	87	87	249	351	336	336
• grotere aflaaddiepte	104	104	104	101	205	205	205
• sluizen, Julianakanaal	-	-	-	62	62	62	62
• verschuiving vervoerswijze	-	-	-	90	90	90	90
• vertragingskosten door uitvoering project	-2	-17	-17	-4	-6	-21	-21
toegevoegde waarde (ƒ mln)	326	212	460	138	464	350	598
• landbouwareaal	-195	-213	-213	-2	-197	-215	-215
• landbouwopbrengstdepressies	3	3	3	-	3	3	3
• recreatie	7	7	7	-	7	7	7
• delfstoffenwinning, inclusief prijseffecten	224	60	200	-	224	60	200
• overige projectuitvoering	287	356	463	140	427	495	603
Totaal monetaire effecten (ƒ mln)	**627**	**506**	**799**	**387**	**1014**	**892**	**1186**
werkgelegenheid (arbeidsjaren)							
• landbouw	-3770	-3832	-3846	-	-3813	-3875	-3889
• recreatie	61	61	61	-	61	61	61
• delfstoffenwinning	804	216	716	-	804	216	716
• overige projectuitvoering	3517	4371	5697	1778	5295	6148	7474
Totaal werkgelegenheidseffecten (arbeidsjaren)	**612**	**516**	**2628**	**1735**	**2347**	**2550**	**4362**

Overzicht van de belangrijkste conclusies

- De reductie van hoogwaterschade door Zandmaas bedraagt ongeveer 200 miljoen gulden bij de Basisalternatieven 1 en 2 die op verhanglijn 2 zijn gebaseerd. Bij Basisalternatief 3, met verhanglijn 1 bedraagt de schadereductie 250 miljoen gulden. Deze reductie wordt met name gerealiseerd in het stuwpand Belfeld-Sambeek.
- De daling van de vervoerskosten door Zandmaas/Maasroute bedraagt per saldo circa 340 miljoen gulden. Hiervan wordt circa 200 miljoen gulden gerealiseerd door diepgangvergroting en ongeveer 150 miljoen gulden door verbetering en/of uitbreiding van sluizen en door modal-splitverschuivingen. Daar staat tegenover dat met name bij de Basisalternatieven 2 en 3 tijdelijk de vaarkosten toenemen door vertragingen tijdens de projectuitvoering (extra transport van zand en grind).

- De blijvende negatieve effecten voor de regionale economie in de landbouw worden in alle drie de alternatieven gecompenseerd door de positieve blijvende effecten in de recreatie en de effecten tijdens uitvoering van het project.
- De basisalternatieven onderscheiden zich met name voor wat betreft het effect op de toegevoegde waarde in de Maasregio. De inkomsten zijn voor Basisalternatief 3 het grootst, vooral door de extra delfstofwinning en overige projectuitvoering.
- Gekoppeld aan de toegevoegde waarde daalt ook de werkgelegenheid in de landbouw. Dit wordt echter ruimschoots gecompenseerd door de projectwerkgelegenheid en, met name bij de Basisalternatieven 1 en 3, de extra werkgelegenheid in de delfstoffenwinning. De werkgelegenheidsgroei voor de recreatieve sector is beperkt.
- In alle drie de basisalternatieven is in de periode 1995-2020 sprake van een netto toename van de werkgelegenheid. Deze is volledig te danken aan de projectuitvoering, waarbij het gaat om tijdelijke werkgelegenheid. Na afronding van het project resteren alleen positieve werkgelegenheidseffecten voor de recreatieve sector van een beperkte omvang. Daar tegenover staan forse werkgelegenheidsverliezen in de landbouw. Meer dan de helft van deze verliezen kan worden aangemerkt als consequentie van natuurontwikkeling. De onttrekking van landbouwareaal door het Maasrouteproject is marginaal en betreft alleen de verbreding van het Julianakanaal.

16.1 Monetaire effecten

16.1.1 Hoogwaterschade

Basisalternatief 2 van Zandmaas/Maasroute voorziet in een hoogwaterbescherming door verbreding, gebaseerd op verhanglijn 2. De schade na realisatie van dit alternatief zal in deze paragraaf het meest uitgebreid aan bod komen. De beide andere basisalternatieven, waarbij Basisalternatief 1 eveneens uitgaat van verhanglijn 2, maar Basisalternatief 3 van verhanglijn 1, worden beschreven voorzover zij afwijken van 2. In tabelvorm komen echter alle drie de basisalternatieven integraal aan bod.
De methodiek voor berekening van hoogwaterschades ziet er in het kort als volgt uit. Voor de hoogwaterafvoeren met de frequenties 1/50, 1/90, 1/250, 1/1.250 en 1/10.000 zijn zowel overstromings- als schadeberekeningen gemaakt met behulp van MAASGIS. Voor de kaden die volgens de autonome ontwikkeling zijn aangelegd, is uitgegaan van een beschermingsniveau van 1/250.
De schades bij de diverse afvoeren zijn vermenigvuldigd met de kans op het optreden van die betreffende afvoer.

De verwachtingswaarde van de resterende schade na realisatie van Basisalternatief 2 bedraagt 2,8 miljoen gulden op jaarbasis (tabel 16.3), waarvan voor particulieren en bedrijven elk ongeveer 0,9 miljoen gulden. Tabel 16.4 geeft de resultaten voor de Basisalternatieven 1 en 3. De resterende schade bij 1 wijkt nauwelijks af van die bij 2, omdat beiden uitgaan van verhanglijn 2. Basisalternatief 3 resulteert in een aanmerkelijk lagere resterende schade.

Tabel 16.3 Jaarlijkse verwachtingswaarde schade, Basisalternatief 2

	jaarlijkse verwachtingswaarde schade (mln gld)				
gemeente	**overheid**	**particulier**	**bedrijven**	**landbouw**	**totaal**
Mook en Midd.	0.016	0.014	0.019	0.039	0.088
Cuijck	0.001	0.022	0	0.002	0.025
Gennep	0.123	0.136	0.163	0.016	0.438
Boxmeer	0	0.002	0.001	0.017	0.020
Vierlingsbeek	0	0.001	0.003	0.004	0.008
Bergen	0.033	0.014	0.011	0.051	0.109
Meerlo-W.	0.024	0.013	0.022	0.031	0.090
Broekhuizen	0.006	0.014	0.021	0.017	0.058
Grubbenvorst	0.007	0.012	0.002	0.035	0.056
Arcen & V.	0.022	0.038	0.041	0.046	0.147
Venlo	0.105	0.251	0.391	0.004	0.751
Tegelen	0.030	0.043	0.015	0.017	0.105
Maasbree	0.071	0.174	0.013	0.027	0.285
Belfeld	0.002	0.001	0.001	0.006	0.010
Kessel	0.012	0.020	0.019	0.008	0.059
Beesel	0.003	0.003	0.001	0.053	0.060
Roggel & Neer	0.004	0.011	0.004	0.028	0.047
Haelen	0.005	0.009	0.004	0.006	0.024
Swalmen	0.005	0.004	0	0.010	0.019
Roermond	0.059	0.055	0.120	0.046	0.280
Thorn	0	0.001	0.002	0.001	0.004
Maasbracht	0.018	0.014	0.041	0.025	0.098
Heel	0.004	0.001	0.013	0.006	0.024
Totaal	**0.550**	**0.853**	**0.907**	**0.495**	**2.805**

Tabel 16.5 geeft inzicht in het verschil in schade tussen de autonome ontwikkeling en na realisatie van de basisalternatieven, of met andere woorden de gerealiseerde schadereductie door uitvoering van het Zandmaasproject. De contante waarde van deze schadereductie bedraagt over de periode 1995-2040 bij Basisalternatief 2 ruim 206 miljoen gulden, welke met name wordt gerealiseerd in het stuwpand Sambeek (135 miljoen gulden). In vergelijking met Basisalternatief 2 is de resterende schade na realisatie van Basisalternatief 1 iets hoger en de schadereductie ten opzichte van de autonome ontwikkeling dus iets lager. Dit verschil is met name geconcentreerd in de stuwpanden 9 en 10. Daarentegen is er een veel forser verschil tussen Basisalternatief 2 enerzijds en Basisalternatief 3 anderzijds, omdat laatstgenoemde alternatief is gebaseerd op verhanglijn 1. De contante waarde van de schadereductie bedraagt bij Basisalternatief 3 ruim 250 miljoen gulden. In relatieve zin profiteren alle vijf betrokken stuwpanden hiervan, in absolute zin met name stuwpand 9 met een schadereductie van 166 miljoen gulden.

Tabel 16.4 Jaarlijkse verwachtingswaarde schade, Basisalternatieven 1 en 3

jaarlijkse verwachtingswaarde schade Ba 1 mln gld)						jaarlijkse verwachtingswaarde schade Ba 3 (mln gld)					
gemeente	over-heid	parti-culier	bedrij-ven	land-bouw	totaal	gemeente	over-heid	parti-culier	bedrij-ven	land-bouw	totaal
Mook en Midd.	0.016	0.014	0.020	0.038	0.088	Mook en Midd.	0.011	0.010	0.013	0.025	0.059
Cuijck	0.001	0.022	0	0.002	0.025	Cuijk	0.001	0.021	0	0.001	0.023
Gennep	0.134	0.152	0.184	0.016	0.486	Gennep	0.047	0.040	0.058	0.013	0.158
Boxmeer	0	0.002	0.001	0.016	0.019	Boxmeer	0	0.001	0.001	0.014	0.016
Vierlingsbeek	0	0.001	0.003	0.004	0.008	Vierlingsbeek	0	0.001	0.002	0.003	0.006
Bergen	0.028	0.015	0.012	0.046	0.101	Bergen	0.016	0.007	0.004	0.030	0.057
Meerlo-W.	0.024	0.015	0.024	0.028	0.091	Meerlow-W.	0.010	0.007	0.011	0.012	0.040
Broekhuizen	0.007	0.016	0.021	0.017	0.061	Broekhuizen	0.003	0.009	0.019	0.005	0.036
Grubbenvorst	0.005	0.009	0.001	0.034	0.049	Grubbenvorst	0.002	0.002	0	0.010	0.014
Arcen & V.	0.023	0.042	0.043	0.051	0.159	Arcen & V.	0.007	0.013	0.023	0.014	0.057
Venlo	0.108	0.262	0.456	0.005	0.831	Venlo	0.025	0.070	0.108	0.001	0.204
Tegelen	0.032	0.052	0.019	0.016	0.119	Tegelen	0.011	0.008	0.003	0.008	0.030
Maasbree	0.094	0.252	0.018	0.027	0.391	Maasbree	0.008	0.019	0.001	0.005	0.033
Belfeld	0.002	0.002	0.001	0.006	0.011	Belfeld	0	0.001	0	0.002	0.003
Kessel	0.012	0.020	0.019	0.007	0.058	Kessel	0.009	0.017	0.012	0.004	0.042
Beesel	0.004	0.003	0.002	0.056	0.065	Beesel	0.001	0.001	0	0.039	0.041
Roggel & Neer	0.004	0.011	0.004	0.027	0.046	Roggel & Neer	0.002	0.006	0.002	0.019	0.029
Haelen	0.006	0.010	0.004	0.007	0.027	Haelen	0.002	0.003	0.001	0.003	0.009
Swalmen	0.005	0.004	0	0.010	0.019	Swalmen	0.001	0.001	0	0.007	0.009
Roermond	0.058	0.056	0.121	0.046	0.281	Roermond	0.032	0.035	0.055	0.030	0.152
Thorn	0	0.001	0.002	0.001	0.004	Thorn	0.032	0.035	0.055	0.030	0.152
Maasbracht	0.018	0.014	0.041	0.025	0.098	Maasbracht	0.016	0.013	0.036	0.020	0.085
Heel	0.004	0.001	0.013	0.006	0.024	Heel	0.002	0.001	0.009	0.004	0.016
Totaal	**0.585**	**0.976**	**1.009**	**0.491**	**3.061**	**Totaal**	**0.206**	**0.287**	**0.358**	**0.269**	**1.120**

Tabel 16.5 Overstromingsschade na uitvoering basisalternatieven in 1995, 2005 en 2010 en contante waarde 1995-2040 per stuwpand, absoluut en ten opzichte van de autonome ontwikkeling

	Hoogwaterschade autonome ontwikkeling	Ba 1	verschil	Ba 2	verschil	Ba 3	verschil
1995	11,3	11,3	0	11,3	0	11,3	0
2005	13,3	3,9	9,4	3,6	9,7	1,4	11,9
2010	15,0	4,4	10,6	4,0	11,0	1,6	13,4
Contante waarde							
1 Eijsden-Borgharen	0	0	0	0	0	0	0
3 Borgharen-Born	0	0	0	0	0	0	0
4 Born-Maasbracht	0	0	0	0	0	0	0
5 Maasbracht-Linne	5	4	1	4	1	4	1
6 Linne-Roermond	41	18	23	18	23	14	27
7 Lateraalkanaal	0	0	0	0	0	0	0
8 Roermond-Belfeld	18	9	9	9	9	7	11
9 Belfeld-Sambeek	210	80	130	75	135	44	166
10 Sambeek-Grave	61	25	36	24	37	15	46
11 Maas-Waalkanaal	0	0	0	0	0	0	0
12 Grave-Lith	0	0	0	0	0	0	0
13 Lith-Hedel	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	**336**	**137**	**199**	**130**	**206**	**84**	**252**

1. De jaarlijkse verwachtingswaarde wordt geïndexeerd met 2,4% (de verondersteide welvaartsstijging, zie Nederland in drievoud). De achterliggende gedachte is dat de waarde van de getroffen goederen/diensten op de te overstromen locaties navenant zal stijgen.
2. De verwachtingswaarde volgens Basisalternatief 1 (3 miljoen gulden op jaarbasis) zal zich pas voordoen met ingang van 2005, na afronding van het project. In de jaren daarvoor zal de situatie zich naar verwachting lineair naar deze verwachtingswaarde ontwikkelen.

Naast de financiële betekenis van overstromingsschade is ook gekeken naar het aantal objecten dat schade door overstroming zal ondervinden. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen verschillende categorieën objecten zoals: boerderijen of tuinderijen, flats met meer of minder dan 4 woonlagen, etagewoningen, rijtjeshuizen, twee onder een kap woningen of vrijstaande woningen, bejaardenwoningen en nog een categorie divers. Hoeveel objecten te maken kunnen krijgen met schade is afhankelijk van de afvoer. In tabel 16.6 is voor de afvoeren 1/250 en 1/1250 aangegeven hoeveel objecten te maken zullen hebben met schade. Het totaal aantal beschouwde objecten die door hun ligging potentieel te maken kunnen krijgen met schade bedraagt 30.000.

Tabel 16.6 Objecten met overstromingsschade bij afvoeren 1/250 en 1/1250

Afvoer	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
1/250	819	618	389
1/1250	10.768	9.976	5.185

16.1.2 Wijziging vervoerskosten

Het project Zandmaas/Maasroute heeft als een der hoofddoelstellingen het verhogen van de veiligheid, de vlotheid en de toegankelijkheid van de Maas voor de scheepvaart. Dit gebeurt door de diepgang te vergroten, waar nodig de vaarweg te verbreden en sluizen aan te passen. Realisatie hiervan betekent dat de Maas toegankelijk wordt voor grotere en/of zwaarder beladen schepen, wat resulteert in een daling van de vervoerskosten. Deze kostendalingen vormen de vervoersbaten van het project Zandmaas/Maasroute, welke worden onderverdeeld in:

1. de baten van een grotere aflaaddiepte (3,50 meter) en van verruiming van de vaarweg tot CEMT-klasse Vb;
2. de baten van de verbetering van de sluizen (kortere passeertijden) en verbreding van het Julianakanaal;
3. de baten als gevolg van een verschuiving in vervoerswijze van weg naar water (modal-splitbaten). De sluispassage- en modal-splitbaten kunnen worden toegerekend aan de ingreep Maasroute, de diepgangsbaten aan de gecombineerde ingreep Zandmaas/Maasroute. Concreet wordt de diepgangvergroting ten zuiden van Linne als een Maasroute-effect beschouwd en ten noorden van Linne als een Zandmaaseffect (zie hierna bij diepgangsbaten). Naast deze positieve baten treden tijdens de projectuitvoering van Zandmaas/Maasroute negatieve baten op. Bij Zandmaas gaat het hierbij om het extra transport van delfstoffen en vervuilde grond, wat leidt tot extra drukte op de vaarweg en om verdiepings- en verbredingswerkzaamheden die tot vertragingen kunnen leiden. Bij Maasroute gaat het om reisvertragingen tijdens de werkzaamheden aan de te verlengen sluizen. Deze kunnen dan immers maar ten dele worden benut (één in plaats van twee kolken dan wel twee in plaats van drie).

In tabel 16.7 worden de vervoersbaten van Zandmaas/Maasroute gepresenteerd in 2010 en over de periode 1995-2040 en 1995-2050 (contante waarde). Doordat een indeling van vervoersbaten naar stuwpand niet mogelijk en niet zinvol is, zullen de vervoersbaten alleen voor het gehele tracé gepresenteerd worden. Bij het berekenen van de contante waarde is verondersteld dat de vervoersbaten pas na beëindiging van de ingreep zullen optreden, i.c. vanaf 2010. Dit betekent dat sprake is van een conservatieve inschatting. Immers, een deel van de maatregelen kan al voor 2010 zijn uitgevoerd en dus dan reeds baten genereren.

Onbekend is echter in welke mate dit het geval zal zijn. Na 2010 zullen de vervoersbaten op jaarbasis toenemen, omdat het vervoer over de Maas dankzij het project zal toenemen. Verondersteld wordt dat dankzij het project er een extra jaarlijkse vervoersgroei zal zijn van ruim 1%. Met deze vervoersgroei is rekening gehouden bij de berekening van de contante waarde over de periode 1995-2040 en de periode 1995-2050. Eerstgenoemde periode wordt gehanteerd om in deze effectrapportage de vervoersbaten optelbaar te maken met de andere gemonetariseerde effecten, die immers ook tot 2040 zijn gekapitaliseerd. Laatstgenoemde periode wordt alleen in deze paragraaf gepresenteerd en in het Achtergronddocument Scheepvaart. Deze periode doet meer recht aan de verwachtingen, zoals die uit het BEA-onderzoek 'Lange termijn effecten Maasroute' naar voren komen.

Diepgangsbaten

De diepgangsbaten van ruim 11 miljoen gulden in 2010 treden op, doordat de gehele Maasroute geschikt zal zijn gemaakt voor klasse Vb-schepen. Niet bekend is welk deel van genoemde bedrag aan Zandmaas dan wel aan Maasroute moet worden toegeschreven. Wel ligt het voor de hand een groter deel van de baten toe te rekenen aan de Zandmaasingrepen (diepgangvergroting ten noorden van Linne) en een kleiner deel aan de Maasroute-ingrepen (diepgangvergroting ten zuiden van Linne).

Ten noorden van Linne wordt immers meer extra diepgang gecreëerd dan ten zuiden van Linne en bovendien is er daar meer scheepvaart. Als vuistregel wordt daarom 40% van de diepgangsbaten (4,6 miljoen gulden) aan Maasroute toegekend en 60% (6,9 miljoen gulden) aan Zandmaas.

Sluispassagebaten

De sluispassagebaten worden gerealiseerd doordat er bij Grave en Heel een extra kolk komt, terwijl de sluizen Born, Maasbracht en Sambeek verlengd worden. Ook bij Belfeld treden sluispassagebaten op, omdat dankzij peilverhoging (Zandmaasingreep) de oude kolk gebruikt kan gaan worden door Vb-schepen (in de huidige situatie is de sluisdrempel van deze lange sluis te hoog).

Tabel 16.7 Vervoersbaten als gevolg van Zandmaas (ZM) en Maasroute (MR) voor Basisalternatieven 1, 2 en 3 (mln gld, prijspeil 1995)

	grotere aflaaddiepte		sluizen en Julianakanaal	verschuiving vervoerswijze	totaal		
	ZM	MR	MR	MR	ZM	MR	TOT
Jaarlijkse baten							
1995	0	0	0	0	0	0	0
2010	6,9	4,6	6,9	3,5	6,9	15,0	21,9
Contante waarde							
(1995-2040)	104	101	62	90	104	253	357
(1995-2050)	166	110	85	137	166	332	498

Modal-splitbaten

De modal-splitbaten treden op doordat in de huidige situatie coasters en containers nog niet volledig kunnen afladen als gevolg van een te beperkte diepgang. Door diepgangvergroting naar 3,50 meter is dit wel mogelijk, waardoor de vervoerprijs kan dalen en meer transport zal gaan plaatsvinden over het water in plaats van over de weg (huidige situatie).

Vertragingen door werkzaamheden

Zoals aangegeven zullen tijdens de uitvoering van Zandmaas/Maasroute reistijdverliezen ontstaan als gevolg van het binnenvaarttransport van delfstoffen en vervuilde grond, van verdiepings- en verbredingswerkzaamheden en als gevolg van werkzaamheden aan sluizen. In het hoofdstuk scheepvaart worden de aard en omvang van deze vertragingen beschreven. Deze paragraaf beperkt zich tot een indicatieve inschatting van de kosten van deze vertragingen. Deze dienen immers op de vervoersbaten in mindering te worden gebracht. In tegenstelling tot de vervoersbaten variëren de vertragingskosten wel tussen de basisalternatieven, omdat de transporthoeveelheden (delfstoffen en vervuilde grond) variëren.

Omdat voor berekening van de contante waarde van deze kosten van belang is in welke jaren de uitvoering plaatsvindt, is de volgende aanname gemaakt. Extra transporten als gevolg van Zandmaas vinden plaats in de periode 2000 tot en met 2005 en sluisaanpassingen (Maasroute) in de periode 2006-2007. Uit tabel 16.8 blijkt dat de vertragingskosten als gevolg van Zandmaas uiteenlopen van 2,4 miljoen gulden bij Basisalternatief 1 tot 18 miljoen bij de Basisalternatief 3. Dit grote verschil komt met name voor rekening van de extra vertragingen van 15 tot 20 minuten bij de sluizen Roermond en Grave en dat gedurende een periode van 6 jaar. De vertragingen als gevolg van Maasroute corresponderen met een contante waarde van 3,9 miljoen gulden.

Dit betreffen vertragingen als gevolg van sluisverlengingen bij Born, Maasbracht en Sambeek, de sluisaanpassingen bij Limmel en de verbreding van het Julianakanaal. Bij Heel en Grave worden extra kolken aangelegd. Verondersteld wordt dat de scheepvaart daarvan geen vertragingen ondervindt.

Tabel 16.8 Monetaire waardering van tijdelijke reistijdverliezen (mln gld, prijspeil 1995)

	Zandmaas			Maasroute
	Ba 1	Ba 2	Ba 3	
2002	-0,6	-4,0	-4,1	n.v.t.
contante waarde 1995-2040	-2	-17	-18	-4

16.1.3 Blijvende effecten voor de regionale economie (toegevoegde waarde)

Verwacht wordt dat uitvoering van het project Zandmaas/Maasroute gevolgen zal hebben voor de landbouw en de recreatie langs de Maas. In eerste instantie zijn ook de gevolgen voor de nutsbedrijven (waterkrachtcentrales) bepaald. Het relatieve belang in de regionale economie en de effecten van de ingreep bleek er dusdanig gering dat van een beschrijving van deze sector is afgezien.

Landbouw
Het project Zandmaas/Maasroute beïnvloedt de toegevoegde waarde van de landbouwsector op twee manieren: door onttrekking van hectares landbouwareaal en door beïnvloeding van de grondwaterstanden en daarmee de opbrengsten per ha. Beide effecten komen hier achtereenvolgens aan de orde.

Areaalverlies in de landbouw
Voor wat betreft het verlies aan landbouwareaal zijn er geen verschillen tussen de Basisalternatieven 2 en 3, omdat in beide gevallen sprake is van rivierverbreding en natuurontwikkeling. Bij Basisalternatief 1 vindt verdieping en natuurontwikkeling plaats, waardoor alleen landbouwarealen verloren gaan door de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Daarnaast betekent verbreding van het Julianakanaal in alle alternatieven verlies van landbouwgrond.

De ingreep Zandmaas volgens de Basisalternatieven 2 en 3 leidt ertoe dat 1895 ha landbouwgrond verloren gaat. Bij Basisalternatief 1 gaat het om 1850 ha landbouwgrond.
Hierbij dient te worden opgemerkt dat in de autonome ontwikkeling bij Basisalternatief 1 146 ha en bij de andere alternatieven al 433 ha landbouwgrond aan het gebied wordt onttrokken waardoor een gedeelte van de effecten niet aan het Zandmaas/Maasroute-project kan worden toegerekend.

In tabel 16.9 wordt weergegeven wat de consequenties hiervan zijn in termen van toegevoegde waarde. De contante waarde van dit effect over de periode 1995-2040 bedraagt 255 miljoen gulden voor Basisalternatieven 2 en 3 en 291 miljoen gulden voor Basisalternatief 1.

Tabel 16.9 Toegevoegde waarde-verlies in de landbouw door areaalverlies

	Toegevoegde waarde landbouw				
	Autonoom	Ba 1	verschil	Ba 2, 3	verschil
Contante Waarde 1995-2040					
Zandmaas	25.091	24.896	-195	24.878	-213
Maasroute	1451	1449	-2	1449	-2
Zandmaas/Maasroute	26.542	26.345	-197	26.327	-215

Verandering in het grondwaterpeil

De wijziging van het waterpeil als gevolg van het project Zandmaas/Maasroute resulteert in andere landbouwopbrengsten per hectare en daarmee ook in een wijziging van de toegevoegde waarde voor de sector. Om een indicatie te krijgen van de gevolgen van de verandering van het waterpeil voor de landbouwopbrengsten zijn twee situaties in kaart gebracht, zijnde 30% en 70% situaties. De eerste geeft een relatief droge situatie weer, de tweede een relatief natte. Omdat de economische effecten voor een lange reeks van jaren (1995-2040) worden vastgesteld, zijn de berekende opbrengsten voor de 30% en 70% situatie gemiddeld. De verkregen waarden zijn vervolgens omgerekend van omzet naar toegevoegde waarde.

In tegenstelling tot het verlies aan landbouwareaal worden de gevolgen van veranderingen in het waterpeil tussen de alternatieven alleen relatief gepresenteerd. De reden hiervan is dat de autonome ontwikkeling voor dit beoordelingscriterium niet berekend kan worden. De toe- of afname van de opbrengst per hectare landbouwareaal als gevolg van verandering in waterpeil, is met behulp van specifieke ratio's voor bouwland (ƒ 50 per hectare per jaar), grasland (ƒ 26) en tuinbouw (ƒ 340) omgezet in miljoenen guldens opbrengstverlies of -toename per jaar.

De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van kengetallen voor het jaar 1996. De verandering van het waterpeil en daarmee het effect voor de landbouw zal pas optreden na afronding van de Zandmaasingreep, dat wil zeggen vanaf 2005. Het effect wordt volledig toegerekend aan de ingreep Zandmaas en niet aan Maasroute. De verandering van het waterpeil heeft op sommige locaties een positief effect, op andere locaties een negatief effect. In tabel 16.10 wordt in het bovenste deel het saldo van deze effecten per stuwpand gepresenteerd. Een positieve waarde duidt op baten (toenemende opbrengsten door het project), een negatieve waarde op schade (afnemende opbrengsten door het project). Uit de tabel blijkt dat de peilveranderingen per saldo positief uitwerken op de landbouw. De contante waarde van de toegevoegde waarde neemt toe met ongeveer 3 miljoen gulden, waarvan met name de akkerbouw profiteert. De veeteelt wordt per saldo met een lichte daling van de toegevoegde waarde geconfronteerd.

De saldi van opbrengsttoenames en opbrengstafnames kunnen weliswaar als economisch effect worden opgevoerd, maar kunnen door de overheid niet gekapitaliseerd worden. Voor de overheid is daarom de omvang van de opbrengstafnames van belang in verband met eventuele schadeloosstellingen. Daarom worden in tabel 16.10 ook de afnamen apart vermeld. Daaruit blijkt dat de negatieve effecten, ondanks een per saldo positief resultaat, toch nog 8 tot 10 miljoen gulden bedragen (contante waarde over 1995-2040) en met name de akkerbouw treffen.

Tabel 16.10 Toegevoegde waarde-effect in de landbouw door verandering in het waterpeil, contante waarde 1995-2040

in miljoen gulden	Ba 1	Ba 2	Ba 3
Saldo van toe- en afnamen			
• akkerbouw	3,1	3,3	2,7
• veeteelt	-0,1	-0,1	-0,0
• tuinbouw	0,2	0,1	0,1
Totaal	**3,2**	**3,4**	**2,7**
Alleen afnamen			
• akkerbouw	-6,5	-5,7	-7,4
• veeteelt	-2,4	-2,2	-2,4
• tuinbouw	-0,3	-0,3	-0,3
Totaal	**-9,1**	**-8,2**	**-10,1**

Recreatie

Door de ingreep Zandmaas/Maasroute in combinatie met natuurontwikkeling verbetert de toeristisch-recreatieve kwaliteit van de Maasregio. Hierdoor kunnen de recreatieve bezoeken (dagtochten en korte verblijven) toenemen en daardoor de toegevoegde waarde en de werkgelegenheid in de toeristisch-recreatieve sector. Het is niet bekend hoe groot dit effect is. Wel kan een zeer grove berekening worden gemaakt, welke nader is toegelicht in het Achtergronddocument Methodiek.

Een ander mogelijk effect van Zandmaas/Maasroute voor de sector toerisme en recreatie is het aan de sector onttrekken van ruimte voor recreatieve doeleinden. Bij een tweetal campings ontstaan wat dit betreft knelpunten. De omvang van deze aantasting is nog niet bekend. Deze effecten zijn niet monetair meegenomen. Eventuele aantasting van recreatieve routes wordt gecompenseerd, zodat deze negatieve effecten niet optreden. Een uitzondering hierop vormt de tijdelijke doorsnijding van recreatieve routes tijdens de uitvoering. Vanwege dit tijdelijke karakter blijft dit effect bij economie buiten beschouwing. De effectbeschrijving beperkt zich tot eerstgenoemde effect, de verbetering van de toeristische kwaliteit.

Door uitvoering van de basisalternatieven neemt de belevingswaarde van de (water-) recreatie op en langs de Maas toe. Hierdoor neemt naar verwachting ook het aantal recreatieve bezoeken aan het gebied toe. Omdat de drie basisalternatieven zich niet onderscheiden voor wat betreft de omvang van natuurontwikkeling, wordt verondersteld dat er evenmin onderscheid is in het aantal recreatieve bezoeken en in de economische effecten daarvan.

Zoals uit tabel 16.11 blijkt, zal de toegevoegde waarde van de sector toerisme en recreatie toenemen met 7 miljoen gulden (contante waarde over de periode 2005-2040). Deze effecten worden toegerekend aan de deelingreep Zandmaas.

Tabel 16.11 Extra toegevoegde waarde (mln gld) voor toerisme en recreatie door verhoging van de recreatieve waarde door Zandmaas

	autonoom	Ba 1, 2, 3	verschil
contante waarde (1995-2040)	11.613	11.620	7

16.1.4 Tijdelijke effecten voor de regionale economie (toegevoegde waarde)

Het project Zandmaas/Maasroute genereert tijdelijke effecten tijdens de uitvoering. Er zullen meer delfstoffen worden gewonnen en de overige projectuitvoering levert eveneens inkomsten op. Het betreft hier met name de bedrijven in de grond, weg en waterbouw (GWW) voor de uitvoering van de rivierverruimings- en scheepvaartmaatregelen, de transportsector (vervoer van delfstoffen en schone en vervuilde grond) en de overheid en ingenieursbureaus (projectvoorbereiding en -begeleiding).

Delfstoffenwinning

In fase 1 van de studie heeft de analyse van de autonome ontwikkeling van de sector delfstoffenwinning zich gericht op prijs- en volume-ontwikkelingen van grind en beton- en metselzand. Daarnaast wordt er bij uitvoering van het Zandmaasproject nog ophoogzand gewonnen. In de autonome ontwikkeling is alleen de Limburgse winning in kaart gebracht, dus zonder uitsplitsing naar stuwpand. Een vergelijking tussen autonome ontwikkeling en basisalternatieven is daarom op stuwpandniveau niet mogelijk. Tabel 16.12 geeft daarom per stuwpand alleen het effect van de extra winning op de toegevoegde waarde van de delfstoffenwinning en de volumes van de winning. Het effect op de toegevoegde waarde bedraagt bij de Basisalternatieven 1, 2 en 3 respectievelijk 234, 63 en 209 miljoen gulden. Ongeveer de helft hiervan komt voor rekening van zowel grind als van beton- en metselzand en slechts 1 à 3 miljoen gulden voor rekening van ophoogzand (contante waarden 1995-20062).

Indien grote hoeveelheden delfstoffen in relatief korte tijd op de markt komen, kan dat tevens leiden tot een daling van de marktprijzen voor die delfstoffen. Door de delfstoffen gefaseerd op de markt te brengen kan dit voorkomen worden. Bij uitvoering van de basisalternatieven zal voor de grindprijzen vermoedelijk een daling optreden. Daardoor neemt ook de waarde van de autonoom te winnen grindhoeveelheden af. Zoals uit tabel 16.12 blijkt, zal dit ertoe leiden dat de toegevoegde waarde van de sector afneemt met 3 (Basisalternatief 2) tot 10 miljoen gulden (Basisalternatief 1, contante waarde over de periode 1995-2006).

Tabel 16.12 Effect van Zandmaas op de toegevoegde waarde van de sector delfstoffenwinning per stuwpand, contante waarde 1995-2006

	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2		Basisalternatief 3	
	m³ x 1.000	Toegevoegde waarde (mln gld)	m³ x 1.000	Toegevoegde waarde (mln gld)	m³ x 1.000	Toegevoegde waarde (mln gld)
Grind	5.974	106	1.975	35	5.651	101
Beton- en metselzand	12.050	126	2.613	27	10.117	106
Ophoogzand	3.216	2,9	974	0,9	3.043	2,7
Totaal	21.240	234	5.561	63	18.811	209
Grindprijseffecten		-10		-3		-9
Totaaleffect		**224**		**60**		**200**

Overige projectuitvoering

De uitvoering van het project Zandmaas/Maasroute zorgt, behalve in de delfstoffenwinning, ook voor extra inkomsten in de grond-, weg- en waterbouw (GWW) en de transportsector.

Daarnaast zijn de effecten bij de overheid en de ingehuurde adviesbureaus voor de voorbereiding en begeleiding van het project meegenomen.

De toegevoegde waarde in de GWW-sector is geschat middels de omvang van de fysieke investeringen. Fysiek wil hier zeggen, dat niet zijn meegenomen de kosten van grondaankoop en evenmin de vergoedingen voor landbouwschade. Wat resteert zijn grosso mode de GWW-werken die uitbesteed gaan worden. De toegevoegde waarde in de transportsector als gevolg van Zandmaas wordt berekend aan de hand van de vervoerde tonnen delfstoffen en vervuilde grond vermenigvuldigd met de vervoersafstand en de vervoerprijs per tonkm. Daarnaast is de toegevoegde waarde bij de overheid en de ingehuurde adviesbureaus voor de voorbereiding en begeleiding van het project meegenomen.

De totale extra toegevoegde waarde varieert van ruim *f*400 mln contante waarde over de periode 1995-2040 tot *f*600 mln. In Basisalternatief 3 wordt het meest verdient aan de uitvoering gedurende het project, vooral in de GWW-sector.

Tabel 16.13 Extra toegevoegde waarde als gevolg van overige projectuitvoering (contante waarde 1995-2040)

In *f* mln	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
GWW-sector	373	435	531
Transportsector	24	30	42
Overheid	30	30	30
Totaal	**427**	**495**	**603**

16.2 Werkgelegenheid

In de sectoren landbouw en recreatie betekenen de ingrepen die effect hebben op de toegevoegde waarde tevens dat de werkgelegenheid blijvend verandert. Aan het einde van de paragraaf wordt een inschatting gemaakt van de tijdelijke werkgelegenheid die direct voortvloeit uit de uitvoering van het project.

16.2.1 Blijvende effecten

Landbouw

Het areaalverlies in de landbouw leidt behalve tot daling van de toegevoegde waarde ook tot verlies aan werkgelegenheid. Door een stijging van de arbeidsproductiviteit neemt het verlies aan werkgelegenheid bij een gelijkblijvende productie op jaarbasis af. Hiermee is rekening gehouden bij de berekening van het werkgelegenheidseffect in de periode 1995-2020.

Tabel 16.14 Verlies aan werkgelegenheid in de landbouw door areaalverlies, 1995-2020

			Arbeidsjaren landbouw		
	autonoom	Ba 1	Verschil	Ba 2, 3	Verschil
Arbeidsjaren 1995-2020					
Zandmaas	524.940	521.105	-3.835	521.041	-3.899
Maasroute	30.180	30.137	-43	30.137	-43
Totaal	**555.120**	**551.242**	**-3.878**	**551.178**	**-3.942**

In de voorafgaande paragraaf is vastgesteld dat de verandering van het waterpeil tot hogere opbrengsten en toegevoegde waarde zal leiden. Per saldo zal dit ook tot extra werkgelegenheid leiden, welke evenals de toegevoegde waarde volledig aan de Zandmaasingrepen wordt toegerekend. Uit tabel 16.15 blijkt, dat het extra arbeidsvolume 53 tot 67 arbeidsjaren zal bedragen.

Tabel 16.15 Werkgelegenheidseffect in de landbouw door verandering in het waterpeil (saldo van toe- en afnames), arbeidsvolume 1995-2020

	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Zandmaas	65	67	53
Maasroute	-	-	-
Totaal	**65**	**67**	**53**

Recreatie

De verhoging van de recreatieve waarden op en langs de Maas als gevolg van Zandmaas leidt tot meer toeristisch-recreatieve bestedingen. De werkgelegenheid in deze sector neemt daardoor met ingang van 2005 structureel toe. Over de gehele periode komt dit overeen met 61 arbeidsjaren.

Tabel 16.16 Extra werkgelegenheid (arbeidsjaren) voor toerisme en recreatie door verhoging van de recreatieve waarde door Zandmaas, 1995-2020

	autonoom	Ba 1, 2, 3	Verschil
1995-2020	81.473	81.534	61

Tijdelijke effecten

Delfstoffenwinning

Door de extra delfstoffenwinning als gevolg van Zandmaas wordt er in de periode 1998-2005 aanvullende werkgelegenheid gecreëerd ter grootte van 216 arbeidsjaren bij Basisalternatief 2 tot 804 arbeidsjaren bij Basisalternatief 1 (tabel 16.17). Evenals bij de toegevoegde waarde nemen de grind- en beton- en metselzandwinning hiervan elk ongeveer de helft voor hun rekening en de winning van ophoogzand een verwaarloosbaar deel (hoogstens 10 arbeidsjaren in genoemde periode).

Tabel 16.17 Effect van Zandmaas op de werkgelegenheid in de delfstoffenwinning, arbeidsjaren 1995-2005

Arbeidsjaren	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
• grind	364	120	346
• b&m-zand	430	93	361
• ophoogzand	10	3	9
Totaal	**804**	**216**	**716**

Projectwerkgelegenheid

De feitelijke uitvoering van het project Zandmaas/Maasroute levert behalve in de delfstoffenwinning ook een niet onaanzienlijke hoeveelheid werkgelegenheid op in de grond-, weg- en waterbouw (GWW) en de transportsector. Hoewel het hier een tijdelijk effect betreft, wordt daaraan toch aandacht besteed, vanwege de omvang van het effect en het maatschappelijk belang.

GWW-sector

Uit tabel 16.18 blijkt dat uitvoering van Maasroute (opwaardering tot een Vb-vaarweg met 3,50 meter diepgang) 1680 arbeidsjaren werkgelegenheid genereert. Uitgaande van een uitvoeringsperiode van 11 jaar (2000-2010) komt dit overeen met gemiddeld 150 volledige arbeidsplaatsen per jaar.
De arbeidsjaren in 2002 en 2010 zijn geraamd onder de veronderstelling dat de werkzaamheden gelijkmatig over de jaren zijn gespreid. Door een toenemende arbeidsproductiviteit zijn voor dat werk in 2010 minder arbeidskrachten nodig dan in 2002.

Uitvoering van het project Zandmaas levert, afhankelijk van het gekozen basisalternatief 2900 tot 4800 arbeidsjaren werkgelegenheid op. Uitgaande van een uitvoeringsperiode van 7 jaar komt dit overeen met 400 tot 700 volledige arbeidsplaatsen per jaar.

Tabel 16.18 Werkgelegenheid in de GWW-sector als gevolg van de uitvoering van Zandmaas/Maasroute (arbeidsjaren)

	Zandmaas			Maasroute	Totaal		
	Ba 1	Ba 2	Ba 3		Ba 1	Ba 2	Ba 3
Totaal	**2910**	**3670**	**4830**	**1680**	**4590**	**5350**	**6510**

Transport van zand en grind en vervuilde grond

Behalve door delfstoffenwinning en GWW-werken treden door het project Zandmaas/Maasroute ook tijdelijke economische effecten op in de transportsector en wel als gevolg van het transport van delfstoffen en vervuilde grond. Dit effect wordt volledig toegerekend aan de ingreep Zandmaas. Omdat dit transport over de gehele of delen van de Maasroute plaatsvindt en ook natransport over de weg plaatsvindt, wordt de werkgelegenheid niet uitgesplitst naar stuwpanden.

Het vervoer van delfstoffen en vervuilde grond als gevolg van Zandmaas levert in de binnenvaart in de periode 1999-2005 230 (Basisalternatief 1) tot 500 (Basisalternatief 3) arbeidsjaren additionele werkgelegenheid op, ofwel gemiddeld 40-80 volledige arbeidsplaatsen per jaar. Basisalternatief 3 genereert dus de meeste vervoersstromen (delfstoffen en schone en vervuilde grond) voor de binnenvaart. Voor het wegtransport is dit echter Basisalternatief 1, omdat wegtransport alleen plaatsvindt voor delfstoffen. Bij Basisalternatief 1 komen de grootste hoeveelheden delfstoffen vrij.

Over de hele periode levert dit 80 arbeidsjaren werkgelegenheid op tegenover 20 en 70 arbeidsjaren bij de Basisalternatieven 2 en 3. In totaal genereren de basisalternatieven 310 tot 570 arbeidsjaren werkgelegenheid in de transportsector.

Tabel 16.19 Werkgelegenheid in arbeidsjaren als gevolg van delfstoffenvervoer door binnenvaart en wegtransport

	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Arbeidsjaren 1995-2005			
Binnenvaart	230	380	500
Wegtransport	80	20	70
Totaal	**310**	**400**	**570**

Overheid

De werkgelegenheid ten behoeve van de voorbereiding en begeleiding van het project Zandmaas/Maasroute door de overheid (inclusief inhuur van derden) bedraagt op jaarbasis 40 arbeidsjaren gedurende de periode 1996-2005. De totale werkgelegenheid bedraagt derhalve 400 arbeidsjaren. Omdat het project Zandmaas meer studie en voorbereiding blijkt te vergen, wordt hieraan een groter aandeel werkgelegenheid toegerekend, gemakshalve driekwart tegenover één kwart voor Maasroute. Omdat deze werkgelegenheid vrijwel niet is gesitueerd op de feitelijke uitvoeringslocatie, is een uitsplitsing naar stuwpand niet zinvol.

Tabel 16.20 Totale projectwerkgelegenheid in arbeidsjaren

	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
GWW-sector			
• Zandmaas	2910	3670	4830
• Maasroute	1680	1680	1680
Transportsector			
• Zandmaas	310	400	570
Overheid			
• Zandmaas	300	300	300
• Maasroute	5300	6150	7480
Totaal			
• Zandmaas	3520	4370	5700
• Maasroute	1780	1780	1780

*) *Volgens het scenario 'Tarieven en incentives', zie ook paragraaf 9.1.3.*

*) *Bij andere monetaire effecten wordt in deze effectbeschrijving de periode 1995-2040 als tijdshorizon voor contante waardeberekeningen gehanteerd. Omdat voor de sector delfstoffenwinning na uitvoering van het Zandmaasproject, zijnde 2005, geen effecten meer optreden, behalve prijseffecten in 2006, behoeft de contante waardeberekening slechts over de periode 1995-2006 te worden berekend. Latere jaren hebben geen invloed op de uitkomst.*

17 Kosten

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de raming van de kosten van de basisalternatieven 1,2 en 3. Een alternatief is onderverdeeld in de deelraming Zandmaas en de deelraming Maasroute. In het hier onderstaande schema is aangegeven hoe de raming van de kosten van een deelraming is opgebouwd.

Directe kosten	
Indirecte kosten	+
Primaire kosten	
Bijkomende kosten	
Diversen	+
Basisraming	
Onvoorzien	+
Subtotaal	
B.T.W.	+
Raming van de kosten	
(marge voor de onzekerheid)	

De genoemde kosten zijn investeringskosten en hebben het prijspeil van januari 1998. Voor het alternatief zijn voor twee strategieën de kosten geraamd;

Strategie A: waarbij de niet vermarktbare grond gescheiden wordt ontgraven, getransporteerd en gestort;

Strategie C: actief bodembeheer-spoor, waarbij de niet vermarktbare grond toutvenant (ongescheiden) wordt ontgraven, getransporteerd en gestort.

De raming van de kosten is in onderstaande tabel weergegeven. De marge voor de onzekerheid bedraagt, afhankelijk van het alternatief en de deelraming, 20 tot 35%, met een trefzekerheid van 68%.

Kosten

Tabel 17.1 Raming van de kosten Zandmaas en Maasroute (bedragen in miljoenen guldens)

Alternatief	Ba 1		Ba 2		Ba 3	
Variant (Separaat of Toutvenant behandeling niet vermarktbare grond)	A	C	A	C	A	C
Deelraming Zandmaas						
Subdeelraming verdiepingen	16	6	-8	-8	32	102
Subdeelraming verbredingen			911	644	918	651
Subdeelraming natuurvriendelijke oevers	374	311	409	321	374	331
Subdeelraming hoogwatergeulen						
Subdeelraming weerdverlagingen						
Subdeelraming steilranden						
Subdeelraming nevengeulen						
Subdeelraming natuurlijke oevers	183	183	159	159	159	159
Subdeelraming afdekken zomerbedlagen	57	57	10	10	57	57
Subdeelraming benedenstroomse & bovenstroomse effecten	51	51	101	101	101	101
Subdeelraming kabels & leidingen kruisende verdiepingen/verbredingen	27	27	30	30	32	32
Subdeelraming peilopzetten	210	210	189	189	246	246
Subdeelraming meestromen Lateraalkanaal						
Subdeelraming retentiegebied Lateraalkanaal West						
Subdeelraming verdraste gebieden						
Subdeelraming algemeen	86	65	98	75	98	75
Raming v/d kosten deelraming Zandmaas	**1.004**	**910**	**1.899**	**1.521**	**2.017**	**1.754**
Deelraming Maasroute						
Subdeelraming verbredingsmaatregelen Julianakanaal	209	209	209	209	209	209
Subdeelraming verbredingsmaatregelen bocht Elsloo	82	82	82	82	82	82
Subdeelraming verbredingsmaatregelen bocht Neer	3	3	3	3	3	3
Subdeelraming verbredingsmaatregelen bocht Steijl	2	2	2	2	2	2
Subdeelraming diepgangsmaatregelen Limmel-Born	58	58	58	58	58	58
Subdeelraming diepgangsmaatregelen Born-Maasbracht	22	22	22	22	22	22
Subdeelraming diepgangsmaatregelen Maasbracht-Linne	190	190	190	190	190	190
Subdeelraming diepgangsmaatregelen Heel-Belfeld	4*	4	4	4	4	4
Subdeelraming diepgangsmaatregelen Belfeld-Sambeek	4	4	4	4	4	4
Subdeelraming diepgangsmaatregelen Sambeek-Grave	35	35	35	35	35	35
Subdeelraming diepgangsmaatregelen Heumen-Weurt	59	59	59	59	59	59
Subdeelraming diepgangsmaatregelen Grave-Lith	169	169	169	169	169	169
Raming v/d kosten deelraming Maasroute	**837**	**837**	**837**	**837**	**837**	**837**
Raming v/d kosten Zandmaas/Maasroute	**1.841**	**1.747**	**2.736**	**2.358**	**2.854**	**2.591**

Begrippenlijst

A

Aandachtssoorten:	nationaal/regionaal bedreigde en/of kwetsbare soorten waarvoor binnen het natuur- en landschapsgebied speciale beschermingsmaatregelen getroffen worden
Abiotisch:	tot de niet-levende natuur behorend (lucht, water en bodem)
Adsorptie:	het verbonden worden van gas of opgeloste stof aan het oppervlak van vaste stof
Aflaaddiepte:	actuele diepte van een beladen schip. Deze wordt bepaald door de hoeveelheid lading en wordt begrensd door de vaarwegdiepte of maximale capaciteit van het schip.
Afvoer:	zie Rivierwaterafvoer
Afvoercapaciteit:	maximale hoeveelheid water die de rivier kan afvoeren per tijdseenheid
Afvoergolf:	de meer dan gewone hoeveelheid water die de rivier afvoert tijdens een hoogwaterperiode
Afvoerregime:	wijze waarop water in een gebied wordt afgevoerd
Afwateringsstelsel:	stelsel van sloten, rivieren en andere waterwegen die water uit een gebied afvoeren
ALARA:	As Low As Reasonable Achievable; ofwel, zo laag als redelijkerwijs mogelijk. In de Wet Milieubeheer is vastgelegd dat bij vergunningverleningen moet worden voldaan aan het beginsel dat de milieubelasting zo laag als redelijkerwijs mogelijk is
Amovering:	verwijdering
Aquatisch:	tot het water behorend, bij of aangepast in het water levend
Arbeidsproductiviteit:	staat normaliter gelijk aan de productiewaarde per werkzaam persoon, maar de in deze studie gepresenteerde waarden hebben betrekking op de toegevoegde waarde per persoon
Arbeidsvolumina:	werkgelegenheid uitgedrukt in arbeidsjaren
Archeologie:	wetenschap van oude historie op grond van bodemvondsten en opgravingen
Areaal:	verspreidingsgebied van een planten- of diersoort
Autonome ontwikkeling:	ontwikkelingen op basis van vastgesteld beleid. De ontwikkelingen treden op los van de als onderdeel van het project Zandmaas/Maasroute te nemen maatregelen. Daarbij wordt alleen rekening gehouden met de uitvoering van beleidsvoornemens waarover al besluitvorming heeft plaatsgevonden.

B

Bakprofiel:	rechthoekig profiel van een rivier of kanaal, waar bij de uitvoering vaak damwanden worden gebruikt
Begrazing:	beheersmaatregel om een natuurgebied tot ontwikkeling te brengen, door het laten grazen van primitieve paard- en runderrassen in natuurlijk kuddeverband en in natuurgetrouwe dichtheden
Benedenhoofd:	toegang tot de sluis aan de benedenstroomse, stroomafwaartse zijde van de sluis; zie ook bovenhoofd

Begrippenlijst

Benedenstrooms:	kant waarheen de stroom vloeit, het stroomafwaartse gebied
Bescherming:	deze term wordt in dit MER gebruikt voor de bescherming tegen wateroverlast. Kades bieden deze bescherming. Beleidsmatig staat bescherming tegenover veiligheid die wordt geboden door dijken. Deze veiligheid is vastgelegd in de Wet op de waterkering, bescherming niet.
Beschermingsniveau:	niveau tot waar bescherming tegen schade door wateroverlast wordt bereikt, uitgedrukt in kans per jaar
Beschermingsniveau 1/250 per jaar:	een dergelijk beschermingsniveau betekent dat een rivierwaterstand als gevolg van een afvoer die voorkomt met een kans van gemiddeld eens in de 250 jaar nog net geen wateroverlast veroorzaakt. Overigens is deze kans ongeveer gelijk aan 27% in een mensenleven van 80 jaar.
Bestortingen:	kunstmatige verstevigingen van oevers en kusten
Beunschepen:	schepen met bakken voor diverse doeleinden, bijvoorbeeld voor de afvoer van slib en zand
Biotisch:	tot de levende natuur behorend (planten, dieren)
Biotoop:	leefgebied. De woorden habitat en biotoop worden vaak door elkaar gebruikt. Het is een ruimtelijke eenheid met een karakteristieke homogeniteit, beschouwd vanuit de daarin levende organismen. Ook wel: levensruimte, d.w.z. het gebied dat wordt bewoond door een groep van organismen, die met elkaar een levensgemeenschap vormen.
Bodemsanering:	herstellen van de kwaliteit van de bodem om het gewenste maatschappelijke gebruik mogelijk te maken
Bovenhoofd:	toegang tot de sluis aan de bovenstroomse zijde van de sluis. Zie ook benedenhoofd
Bovenstrooms:	kant waar de stroom vandaan komt; stroomopwaarts
Breuklijnen:	lijnen op kaarten die de ligging van geologische breuken weergeven
Bronbos:	bos dat voorkomt op plekken met uittredend grondwater van goede kwaliteit
Brongebied:	herkomstgebied
BRTN:	Beleidsvisie recreatietoervaart in Nederland

C

CBS:	Centraal Bureau voor de Statistiek
CEMT-klasse:	klasse-indeling van vaarwegen volgens het klassenstelsel van de 'Conference of European Ministers of Transport'
Chlorofyl:	stof die is opgeslagen in de bladgroenkorrels van planten; zorgt voor de groene kleur en is van essentieel belang bij het opzetten van lichtenergie in chemische energie tijdens de fotosynthese
Combinatie-alternatief:	alternatief dat onder andere ontwerpelementen van de basisalternatieven en het MMA integreert
Commissie Boertien II:	commissie ingesteld in 1993 om te adviseren over de mogelijkheden om toekomstige wateroverlast te beperken (oorspronkelijk Commissie Watersnood Maas)

Compensatie beginsel: het uitgangspunt om geen netto verlies aan bos, natuur en recreatiewaarden te laten ontstaan en de effecten van een ingreep te vereffenen door herstel van bos, natuur en recreatie elders. Hydraulische of rivierkundige compensatie: indien bepaalde ingrepen in het gebied dat tot de rivier behoort elders waterstandverhogend uitwerken, dienen volgens de Rivierenwet extra maatregelen te worden getroffen om deze waterstandeffecten teniet te doen.

Constante waarde: waarde van toekomstige kosten en opbrengsten in een referentiejaar, waarbij rekening is gehouden met een tijdvoorkeur

Cultuurlandschap: landschap dat voor een belangrijk deel onder invloed van menselijke activiteiten is ontstaan

CWM: Commissie Watersnood Maas (Commissie Boertien II)

D

Dagrecreatie: het verblijf buiten de woning – voor recreatieve doeleinden – zonder dat er een overnachting elders mee gepaard gaat

dB(A): maat voor geluidsniveau. Meetmethode waarbij d.m.v. meetinstrumenten het geluid zoals dat door het menselijk oor wordt waargenomen, wordt geregistreerd. De waarde die hierbij wordt aangegeven geeft het geluidsdrukniveau in decibel aan; eenheid voor het uitdrukken van geluidsbelasting (gemeten of berekend).

Damwand: aangesloten rij van ingeheide damplanken of stalen of betonnen platen, dienend voor grond- of waterkering in bijvoorbeeld een kanaal

Debiet: hoeveelheid water die per tijdseenheid wordt afgevoerd (m^3/s)

Deklaag: bovenste laag van de bodem in het winterbed, die voornamelijk bestaat uit een mengsel van zand en klei

Dekzand: fijnzandige afzettingen die gedurende de laatste ijstijden door de wind verspreid zijn

Delfstof: uit de bodem te winnen grondstoffen zoals klei, zand en grind

Denitrificatie: omzetting in de bodem van nitraat en nitriet tot stikstof en stikstofoxyde (onderdeel van de stikstofkringloop)

Depositie: hoeveelheid (van een stof) die neerslaat per tijdseenheid en per oppervlakte-eenheid

Diepgang: diepte waarmee een schip onder de waterspiegel ligt

Diepteklasse: indeling van schepen naar diepgang

Diepwand: in de grond gevormde betonnen wanden, veelal tientallen meters diep

Diffuus: verspreid. Gebruikt in de term diffuse verontreiniging; een verontreiniging die zich verspreidt over een groot gebied en waarvoor meestal niet één bron is aan te wijzen. In het bovenstroomse gebied zorgen lozingen van industrieën, meststoffen en bestrijdingsmiddelen uit de landbouw voor verontreiniging van de waterbodem en het winterbed van de Maas.

Dijk: grondlichaam dat dient om hoge waterstanden tegen te houden en veiligheid biedt aan het achterliggende gebied. In deze milieueffectrapportage wordt deze term vaak gebruikt als betiteling voor een primaire waterkering die, anders dan kades, valt onder de Wet op de waterkering.

Doelsoort:	soort die vanuit het natuurbeleid bijzondere aandacht heeft en die als toetssteen dient voor realisatie van de ecologische hoofdstructuur
Doorlatendheid:	het vermogen van de grond om een vloeistof door te laten
Doorstroomprofiel:	beeld van de dwarsdoorsnede van een rivier
Drielaagscontainervaart:	containerschepen geladen met drie op elkaar gestapelde lagen containers met een vereiste doorvaarthoogte van 7,0 m (zie ook vierlaagscontainervaart.)
Dwarsraai:	denkbeeldige lijn loodrecht op de rivier waarop meetpunten liggen, t.b.v. grondwaterstandmeting of vegetatiekartering

E

Ecohydrologie:	wetenschap die gericht is op het verwerven en toepassen van kennis van grondwater in de ecologie
Ecologie:	wetenschap die de relaties tussen levende organismen bestudeert en de niet levenden elementen in hun omgeving
Ecosysteem:	samenhangend systeem van dieren en planten en de abiotische omgeving
Ecotoop:	homogene gebiedseenheid met een eigen ecosysteem of een complex van ecosystemen; de grootte van dergelijke gebieden varieert gewoonlijk van enkele vierkante meters tot enkele hectaren
Ecotoxicologie:	wetenschap die de invloed van giftige (toxische) stoffen op flora en fauna bestudeert
Effluent:	water uit een afvalwaterzuiveringsinrichting dat wordt geloosd op het oppervlaktewater
EHS:	Ecologische Hoofdstructuur; netwerk van kerngebieden, natuurontwikkelingsgebieden en verbindingszones waarbinnen flora en fauna zich kunnen handhaven en uitbreiden
EOW-index:	Ecosysteem ontwikkelings-index
Erosie:	het uitschuren van de bodem en/of oevers onder invloed van stromend water, of afwisselend kou en warmte
Eroderen:	term die binnen het project in verband wordt gebracht met het laten ontwikkelen van natuurlijke oevers. Het rivierwater vormt de natuurlijke oever na verwijdering van de harde oeverbeschoeiing.
Eutrofiëring:	het verrijken van een watersysteem met bemeste stoffen (o.a. stikstof en fosfaat)
Extensivering:	verlaging van de produktiviteit in de landbouw, waardoor natuur en milieu meer kansen krijgen
Eénbakkers:	duwschepen gekoppeld met één bak; lengte tot 137 meter

F

Filterlaag:	laag in de bodem die als filter fungeert (bijv. een zandlaag bij infiltrerend water)
Fluviatiel:	door stromend water ontstaan
Flux:	hoeveelheid verontreiniging die per tijdseenheid uit de kleischermen treedt
Fourageerhabitat:	verblijfplaats van een planten- of diersoort voor het zoeken van voedsel

Freatisch:	ondiep grondwater
Freatisch vlak:	vrije grondwaterspiegel (lijn)

G

GEA-object:	in nationaal/regionaal opzicht zeer waardevol geologisch, geomorfologisch en/of bodemkundig object
Gebiedsgebonden recreatievaart:	recreatievaart die wordt bedreven binnen het vaargebied van de thuishaven
Geluidbelasting:	etmaalwaarde van het gemiddelde geluidsniveau in dB(A) op een bepaalde plaats, veroorzaakt door bepaalde geluidbronnen
Geohydrologie:	wetenschap die de samenhang tussen de bodem van een gebied en het voorkomen van grondwaterstroming bestudeert
Geologie:	wetenschap die de aardkorst en haar ontstaan bestudeert
Geomorfologie:	wetenschap die de natuurlijke vorm van het landschap bestudeert, zoals die is ontstaan door geologische processen
Getijdenmaas:	deel van de Maas stroomafwaarts van de stuw bij Lith, waarbij waterstand in de rivier beïnvloed wordt door het tij. Dit i.t.t. de gestuwde Maas, daar wordt de waterstand geregeld door stuwen.
GHG:	Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand.
GLG:	Gemiddelde Laagste Grondwaterstand
Griend:	vegetatie van vooral houtige gewassen (meestal wilgen) die vlak boven de grond geknot zijn
Grindbanken:	ondiepe gedeelten (eilanden) in een rivier (banken) die uit grind bestaan
Grindgat:	gat langs de rivier dat ontstaan is door afgraving/uitbaggeren van grind
Groen Netwerk:	samenhangend netwerk van fiets-, wandel- en ruiterpaden
Grondverzet:	verzetten of verplaatsen van aarde door graven en kruien
Grondwaterpeil:	hoogte van het water dat zich onder of in de grond bevindt
Grondwaterregime:	wisseling van de grondwaterstand
Grondwaterspiegel:	(= freatisch vlak) oppervlak door de punten, waar het grondwater een waterdruk heeft die gelijk is aan de atmosferische druk
Grondwatersysteem:	verbinding tussen infiltratiegebieden (plaatsen waar regen- of oppervlaktewater in de bodem wegzakt) en kwelgebieden
Grondwatertrap:	diepteklasse-indeling van de grondwaterstanden
GVG:	Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand
GWW:	Grond-, weg- en waterbouwsector

H

Habitat:	typische woon- of verblijfplaats van een planten- of diersoort
Halfbakprofiel:	profiel van een kanaal waarbij een oever uit een dijk met een talud bestaat en de andere oever uit een damwand
Hardhoutooibos:	een gevarieerd, gelaagd rivierbos, dat minder dan 50 dagen per jaar overstroomt. Karakteristieke soorten voor de boomlaag zijn zomereik en es.
Hardhoutstruweel:	tussenstadium in spontane bosontwikkeling dat onder invloed van begrazing ontstaat; kenmerkende soorten zijn meidoorn, sleedoorn en de kardinaalsmuts

Hellingbos:	bos wat op een helling groeit
Hindercirkel:	cirkel rond een hinderbron waarbinnen een bepaalde hinderbelasting voorkomt. Buiten de cirkel is de hinder aanvaardbaar of zelfs nihil.
Hindercontour:	lijn getrokken door een aantal punten van gelijke geluidbelasting
Hindermensdagen:	gecumuleerd aantal dagen waarbij mensen enige vorm van hinder ondervinden
Holoceen:	jongste geologische periode in de aardgeschiedenis (10.000 jaar geleden tot nu)
Hoogwaterbed:	zie winterbed
Hoogwatergeul:	eenzijdig aangetakte geul (meestal aan de benedenstroomse zijde), waar water alleen bij hoge afvoeren meestroomt
Hoogwatergolf:	piek in de waterstand die zich stroomafwaarts verplaatst tijdens hoogwater
Horst:	relatief hoog gelegen gedeelte van een terrein, ontstaan door verschuivingen in de aardkorst (zie ook slenk)

I

ICBM:	Internationale Commissie voor de Bescherming van de Maas
Infiltratie:	naar beneden gerichte vertikale grondwaterstroming als gevolg van potentiaalverschillen; het indringen van water in de bodem
Ingreep-effectrelatie:	relatie tussen de aard en grootte van een ingreep en de aard en de grootte van effecten op specifieke aspecten
Intermodaal vervoer:	vervoer van goederen in eenzelfde verpakkingseenheid (bijv. container of wisselbak), waarbij achter elkaar verschillende vervoerswijzen worden gebruikt (trein, schip, vrachtwagen)
Interventiewaarde:	waarde waarbij een norm (in dit geval met betrekking tot de veiligheid) wordt overschreden, zodat er ingegrepen moet worden
Intrekgebied:	infiltratiegebied; gebied waar het water het grondoppervlak van de grond binnentreedt (zie ook kwelgebied)
Inundatie:	overstroming
Invloedsgebied:	gebied dat de reikwijdte van een effect behelst
IBC:	depot voor verontreinigde stoffen moet voldoen aan de uitgangspunten isoleren, beheersen, controleren
IVB:	Integrale Verkenning Benedenrivieren
IVM:	Integrale Verkenning Maas
IVR:	Integrale Verkenning Rijntakken

K

Kade:	grondlichaam dat dient om het achterliggende gebied te beschermen tegen wateroverlast door hoge rivierstanden. In Limburg zijn door nieuwe aanleg na 1995 veel nieuwe bekade gebieden ontstaan. Deze kades hebben een andere wettelijke status dan dijken, omdat de gevolgen van falen kleiner zijn dan in bedijkte gebieden.
Kadeplan:	plan voor aanleg van kades om overstroming van woonkernen te vermijden (n.a.v. Commissie Boertien II)
Kanaalpand:	deel van het kanaal tussen twee sluizen; stuwpand
Keersluis:	sluis die hoogwater tegen houdt

Kielspeling:	kleinste afstand tussen de onderkant van een schip en de vloer van een sluis of de bodem van de vaarweg (bijv. 0,5 meter)
Kielvlak:	(horizontale) onderzijde van een schip
Kleischerm:	ontgronding waarin het kleidek dat aan de oppervlakte van de Maasoevers ligt, wordt opgeborgen en dat een grondwateropstuwend effect heeft.
Kolkverlenging:	verlenging van de ruimte in een sluis tussen de sluisdeuren, om grotere, langere schepen te kunnen toelaten
Kribben:	dammen in een rivier die loodrecht op de stroomrichting zijn geplaatst ter voorkoming van bodem- en oevererosie
Kruinhoogte:	hoogteligging van de top van een dijk of een kade
Kwel:	opwaarts gerichte grondwaterstroming, waarbij grondwater aan het oppervlakte uittreedt.
Kwelgebied:	gebied waar (de kans bestaat dat) grondwater uittreedt
Kwelsloot:	sloot aan de binnenzijde van de dijk die tot doel heeft de kans op piping – doordrenking en daarmee destabilisering van het dijklichaam – te verminderen en de macrostabiliteit te verhogen

L

Laagwaterbed:	zie zomerbed
Leefgebied:	Gebied waar een individu, populatie of soort leeft (zie ook habitat, biotoop)

M

Maaiveld:	oppervlakte van het natuurlijke of aangelegde terrein
MAASGIS:	inundatie- en schaalmodel ontwikkeld in het Onderzoek Watersnood Maas (Commissie Boertien II)
Maasregio:	regionale afbakening ten behoeve van deze studie, bestaande uit de agglomeraties Arnhem en Nijmegen, oost-Noord Brabant en Limburg
Maasroute:	benaming van het deel van de Maas, dat als vaarweg wordt gebruikt en dat deel uitmaakt van de Maas dat als vaarweg wordt gebruikt alsmede het Julianakanaal, Lateraalkanaal Linne-Buggenum en Maas-Waalkanaal. De Maasroute bestaat uit 13 deeltrajecten.
Marina:	drijvende woning
MCA:	Multicriteria-analyse: een methode voor het afwegen van alternatieven op basis van criteria (natuur, landschap, hinder etc.), waarbij het relatieve belang van een criterium bij de vergelijking wordt betrokken door verschillende wegingsfactoren te hanteren
Meanderen:	zich bochtig door het landschap slingeren van een rivier of beek. Meestal verplaatst een meander zich langzaam door de erosie- en sedimentatieprocessen, die ontstaan door het stromende rivierwater.
m.e.r.:	milieu-effectrapportage (de procedure)
MER:	milieueffectrapport: het rapport dat als hulpmiddel dient bij de besluitvorming over ingrepen die grote gevolgen voor het milieu kunnen hebben
MHW:	Maatgevende Hoogwaterstand
Mioceen:	op één na jongste formatie van het Tertiair (24 tot 5 miljoen jaar geleden, geologisch tijdvak voor het Pleistoceen)

Mitigeren:	verzachten, matigen of verlichten van de negatieve gevolgen (milieu-effecten) van een ingreep
MMA:	Meest Milieuvriendelijke Alternatief; het alternatief waarbij de best bestaande mogelijkheden ter bescherming van het milieu worden toegepast. Het MMA moet verplicht in iedere m.e.r. onderzocht worden.
Modaliteit:	wijze van transport (wegtransport, spoor, water, lucht, pijpleiding etc.)
Modal-shift:	verschuiving van een goederenstroom van de ene naar de andere modaliteit
Modal-split:	de verdeling over de vervoerswijze (auto, trein, binnenvaartschip etc.); zie intermodaal vervoer
Morfologie:	wetenschap die vormeigenschappen van het landschap bestudeert (zie ook Riviermorfologie)
Morfodynamiek:	het proces van sedimentatie en erosie dat veroorzaakt wordt door het stromend water van de rivier
Monitoring:	het geregeld meten van één of meer factoren of grootheden, zodat een eventueel verloop daarin zichtbaar wordt. Daarbij wordt gebruik gemaakt van vergelijkbare en reproduceerbare methoden voor het beschrijven van de factoren en het verzamelen van gegevens.

N

NAP:	Normaal Amsterdams Peil
Natuurkerngebied:	gebieden die hun natuurwaarden ontlenen aan het vóórkomen van planten en/of diersoorten die (inter)nationaal zeldzaam of bedreigd zijn
Natuurlijke oever:	aangekochte (Maas)oever die wordt gereserveerd voor toekomstige rivierverruiming en natuurontwikkeling (op termijn)
Natuurvriendelijke oever:	aangelegde oever, (eventueel met beschermingscontructie) om flora en fauna op de rand van water en land te laten ontwikkelen; resultaat van een inrichtingsconcept
NEI:	Nederlands Economisch Instituut
NER:	Nederlands Emissie Richtlijn
Nevengeul:	parallel aan de hoofdgeul lopende, aan twee kanten aangetakte, geul in het winterbed, veelal stroomvoerend
NGE:	Nederlandse Grootte Eenheid (een landbouw-economisch kental voor de omvang van een agrarisch bedrijf)
Normalisatie:	dient om ook bij lage afvoeren een goede vaarweg met voldoende vaardiepte te houden. Voor Nederlandse rivieren komt dit neer op realisatie van bochtafsnijdingen, het opruimen van drempels en de aanleg van kribben en strekdammen.
Nulalternatief:	het alternatief waarbij er geen ingreep wordt gepleegd. Dit alternatief wordt als referentiekader voor de effectbeschrijvingen van de alternatieven gebruikt.
Nutriënten:	meststoffen (fosfaten en nitraten)

O

Oeverafslag:	eroderen van de oever
Oeverbescherming:	bescherming van de oever tegen oeverafslag
Oeverrecreatie:	die vormen van recreatie, welke in hoofdzaak gericht zijn op het gebruik van de oeverzone van land en water
Oeverwallen:	door de rivier afgezette (zandige) ruggen direct langs de rivierloop
Omzet:	monetair gewaardeerde productie, vanuit bedrijfseconomische optiek (zie productiewaarde)
Onderhoudsbaggeren:	baggerwerkzaamheden om havens en vaarwegen op diepte te houden t.b.v. de scheepvaart
Ontwerpcriteria:	voorwaarden waaraan het plan-ontwerp tenminste moet voldoen
Ontwerpgolf:	waterhoogte op basis waarvan de dijkhoogte en -dikte worden bepaald
Ontwerpwaterstand:	gewenste waterstand op basis waarvan de aanpassing van het rivierprofiel ontworpen is
Ontgronding:	winning van delfstoffen als klei, zand en grind
Ooibos:	bos dat groeit op waterrijke plekken, zoals rivieroevers
Ophoogzand:	zand dat niet geschikt is voor hoogwaardige toepassingen en daarom als ophoging wordt toegepast bij de aanleg van infrastructurele werken
Oploopmanoeuvre:	inhaalmanoeuvre door schip
Opbrengstdepressie:	produktievermindering ten opzichte van de in de gemiddelde landbouwkundige praktijk haalbare produktie van gewassen, als gevolg van te natte en te droge omstandigheden
Overhoogte:	extra veiligheidshoogte bij de dijk, bovenop de berekende hoogte
Overschrijdingsfrequentie:	het gemiddeld aantal keren per jaar dat de rivierwaterstand hoger kan komen dan een bepaalde normwaterstand (de MHW). Deze frequentie is gesteld op 1/1250 jaar, ofwel gemiddeld eens per 1250 jaar; dit begrip is zeer verwant met de overschrijdingskans.
Overschrijdingskans:	de kans dat een hoogwater hoger komt dan een bepaalde kritische waterstand, bijvoorbeeld kritiek voor de sterkte van een kade of een dijk. Een kans van gemiddeld 1/50 per jaar betekent een kans van ongeveer 80% in een mensenleven van 80 jaar. Een kans van gemiddeld 1/250 per jaar betekent een kans van ongeveer 27% in een mensenleven van 80 jaar. Een kans van gemiddeld 1/1250 betekent een kans van ongeveer 6% in een mensenleven van 80 jaar.

P

Paaien:	voortplanting bij vissen. Dit gebeurt in zogenaamde paaihabitats, een voor de soort geschikte omgeving om te paaien.
Paaisubstraat:	ondergrond voor vissen op eieren op af te zetten
PAK's:	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen;groep van chemische stoffen (o.a benzenen) die één van de belangrijke verontreinigingen vormt in de waterbodem
Passeertijd:	totale extra tijd voor het afzonderlijke schip die de passage van een sluis vergt t.o.v. de denkbeeldige toestand zonder dit kunstwerk, waarbij het schip zonder snelheidsvermindering zou hebben kunnen doorvaren
PCB:	Polychloorbifenyl
Peelhorst:	het geomorfologische en landschapstraject tussen Neer en Arcen

Peilbeheer:	monitoring, beheersing en controle van het waterpeil in de rivier met behulp van stuwen
Peilopzet:	waterpeil verhogen door middel van een aangepast stuwbeheer
Piekafvoer:	hoogwaterafvoer
PKB:	Planologische kernbeslissing
Pleistoceen:	geologische periode tussen 2,5 miljoen en 10.000 jaar geleden gekenmerkt door het voorkomen van ijstijden
Poireeschuiven:	stuwgedeelte dat voor de grofregeling van een stuw zorgt
Productie:	hoeveelheid geproduceerde goederen/diensten in fysieke eenheden (tonnen, tonkilometers, etc.)
Productiewaarde:	productie monetair gewaardeerd, vanuit macro-economische optiek
Profielverruiming:	verruiming van de dwarsdoorsnede van de rivier
Puntverontreiniging:	verontreiniging geconcentreerd op een plaats (bijv. een lozingspijp), in tegenstelling tot een diffuse verontreiniging (bijv. mest van de landbouw)

R

RBN:	Regeling Begrenzing Natuurontwikkelingsprojecten
RBO:	Regeling Beheersovereenkomsten
RBON:	Regelingen Beheersovereenkomsten en begrenzing Natuurontwikkelingsprojecten
Recreatiekerngebieden:	gebieden waar de functie recreatie als een van de hoofdfuncties te beschouwen is
Recreatieve ontwikkelingszones:	gebieden die in principe geschikt zijn voor een verdere ontwikkeling van toerisme en recreatie
Recreatieve verbindingszone:	smalle en bredere groenzones met recreatieve voorzieningen (met name paden), die de recreatieve recreatiekerngebieden en de recreatieve ontwikkelingszones met elkaar verbinden
Recreatietoervaart:	het maken van een tocht van één of meer dagen met een pleziervaartuig waarbij het vaargebied in de omgeving van de thuishaven wordt verlaten
Referentiesituatie:	situatie die gebruikt wordt als vergelijkingsbasis ter beschrijving van effecten
Relatienota:	nota, uitgebracht in 1975, waarin maatregelen worden voorgesteld die kunnen leiden tot een verbetering van de relatie tussen landbouw en natuur- en landschapsbehoud
Restruimte:	de nog resterende gereserveerde ruimte voor natuurontwikkeling in de Zandmaas alternatieven
Retentie:	het vasthouden of bufferen van water in een bepaald gebied, hetgeen leidt tot afvlakking van een hoogwatergolf en dus tot lagere waterstanden benedenstrooms van het retentiegebied
Rheofiel:	stroming minnend. Sommige organismen zijn afhankelijk van stroming, omdat stroming de omstandigheden creëert voor hun habitat, hun voedsel aanvoert en voor de juiste zuurstofhuishouding zorgt.
Riooloverstort:	overstort van (ongezuiverd) rioolwater; treedt op bij hevige regenval en wateroverlast om terugstroming van ongezuiverd rioolwater naar de huizen en putten te vermijden
Rivierduin:	onder invloed van de wind uit rivierzand ontstane duin

Rivierdynamiek: breed begrip, omvat aspecten als overstromingsdynamiek (overstromingsduur, waterstandsschommelingen) en erosie- en sedimentatieprocessen

Riviermorfologie: beweging en afzetting van sediment (voornamelijk zand, klei en slib) door de krachten van het rivierwater

Rivierpeil: waterstand in de rivier

Rivierwaterafvoer: de hoeveelheid water per tijdseenheid die op een bepaald punt van de rivier passeert, zowel het afvoerend deel als het bergend deel. Voor de Limburgse Maas wordt als kenmerkende afvoer vaak het aantal kubiek meter per seconde bij Borgharen aangegeven.

RIZA: Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling

RPD: Rijksplanologische Dienst

Ruigte: vegetatie; bestaande uit hoge twee- of meerjarige grassen en kruiden, soms met klimplanten en lage stuiken

RWS: Rijkswaterstaat

RWZI: RioolwaterZuiveringsInstallatie

S

Schadeverwachting: toekomstverwachting voor schade die men kan oplopen door hoge waterstanden. Deze schade kan worden uitgedrukt in guldens voor een bepaalde periode. Dat kan zijn een bedrag dat men nu apart moet zetten of sparen om, rekening houdende met rente en prijsstijgingen, in de eerst komende tientallen jaren alle schade door hoogwaters te kunnen betalen.

Schutsluis: kunstwerk dat tot functie heeft om de scheepvaart een waterstandsverschil te laten overwinnen. Uitgerust als een nivelleerbak die door twee deurstellen van de aansluitende vaarwegen is afgesloten.

Sedimentatie: uitzakken en op de (water)bodem terechtkomen van gesuspendeerde deeltjes (zand en slib)

Sedimenttransport: transport van sediment door het water of door wind.

SGR: Structuurschema Groene Ruimte

Shift en share: methode waarbij de werkgelegenheidsontwikkeling ontleend wordt in een tweetal componenten. De 'share' geeft een indicatie van de nationale ontwikkeling van de werkgelegenheid in een bepaalde sector, terwijl de 'shift' een weerspiegeling van de regionale afwijking vormt.

Slenk: relatief laag gelegen gedeelte van het terrein, ontstaan door verschuivingen in de aardkorst (zie horst)

Sluisbelasting: het aantal schepen dat in een bepaalde tijdsperiode van een sluis gebruik maakt

Sluisdrempel: vloer ter plaatse van de invaart van de sluis

Sluishoofd: het verzwaarde gedeelte van een schutsluis, waarin de sluisdeuren hangen

Sluiskolk: ruimte tussen binnen de sluisdeuren

Specie: door afgraving verkregen en/of opgebaggerde grond

Speciedepot: opslagplaats voor grondstoffen, bagger of slib afkomstig uit de rivier

Stand-stillbeginsel: beleidsbeginsel waarin het uitgangspunt is, dat er in ieder geval geen verslechtering van de milieukwaliteit (nationaal, regionaal) mag optreden

Steilrand: steile oever die ontstaan is door stroming en golfslag

Stijghoogte:	het niveau dat het grondwater inneemt in een open peilbuis, gemeten ten opzichte van een referentieniveau
Stoney:	stuwgedeelte dat zorgt voor de fijnregeling van een stuw
Stoorlagen:	fijnere afzettingen in de vorm van lenzen, in zand- en grindpakketten
Strang:	niet stromende oude rivierloop, gelegen in de uiterwaard
Streefwaarde:	waarde die correspondeert met een kwaliteitsdoelstelling op korte of lange termijn
Stroomdalflora:	planten uit de bovenloop van een rivier die meegevoerd worden en door windverstuiving zich over het stroomgebied hebben verspreid. Ze vestigen zich meestal op de drogere plaatsen in de uiterwaarden zoals oeverwallen, rivierduinen en dijken.
Stroomgebied:	gebied dat afwatert op eenzelfde oppervlaktewater; het gebied van waaruit een rivier water afvoert.
Stroomgeulverbreding:	verbreding van de hoofdgeul (het zomerbed) van de Maas door het weggraven van de oevers
Struweel:	vegetatie gedomineerd door struiken, soms met klimplanten en een zoom van kruiden
Studiegebied:	gebied waar relevante effecten op kunnen treden. De omvang van dit gebied kan verschillen per milieuaspect (zie ook invloedsgebied).
Stuwdrempels:	vloerconstructie waarop de schuiven van een stuw rusten
Stuwpand:	deel van de rivier tussen twee stuwen
Stuwpeil:	hoogte waartoe het water door een stuw wordt opgestuwd
Stuwregime:	wijze waarop de waterstanden in een rivierpand beheerst en geregeld worden
Stuwwal:	door landijs gestuwde heuvelrug, bestaande uit materiaal van de ondergrond
Substraat:	onderlaag, de onderliggende laag
SVV II:	Structuurschema Verkeer en Vervoer II; hierin wordt door het kabinet het landelijke beleid verwoord omtrent verkeer en vervoer

T

Talud:	helling of glooiing van een weg, dijk of oever
TAW:	Technische Adviescommissie Waterkeringen
Terrasrand:	geologische eenheid gevormd door rivierinsnijding
Terrestrisch:	op de grond voorkomend, in tegenstelling tot soorten op bomen of in het water
Topafvoer:	maximale waterafvoer tijdens hoogwater
Topvervlakking:	het vlakker worden van de hoogwatergolf in stroomafwaartse richting door weerstand en berging
Toutvenant:	het ongesorteerde mengsel van opgebaggerde of afgegraven delfstoffen (klei, zand en/of grind), bagger en slib
Transportmodaliteit:	wijze van transport (over weg, spoor of water)
Tweebaksduwvaart:	schepen met twee bakken, totale lengte tot 190 m, waarvoor een Vb-vaarweg vereist is

U

Uiterwaard: grond buitendijks, tussen bandijk en zomerkade van de rivier gelegen, dat in de winter onderloopt

Uitslagwater: water dat afkomstig is uit een polder en door een gemaal wordt weggepompt

V

Vaarwegklasse: uniforme, internationale indeling die duidelijkheid verschaft over de toegankelijkheid van een vaarweg voor typen schepen. Bijvoorbeeld vaarwegklasse Va: vaarweg geschikt voor schepen tot 110 meter lang en maximaal 11,4 meter breed. Voor de diepgang van deze schepen wordt een streefwaarde van 3,5 meter gehanteerd. Vaarwegklasse Vb: vaarweg geschikt voor schepen tot 190 meter en hooguit 11,4 meter breed. Meestal wordt deze klasse aangeduid als tweebaksduwvaart. De streefwaarde voor de diepgang is daarbij 4 meter.

Vegetatiesuccessie: spontane ontwikkeling van de vegetatie. Die begint met de pionier-begroeing en via grasland-, ruigte-, en struweelstadium eindigt in bos.

Vegetatietype: ruimtelijke groepering van elkaar beïnvloedende planten, die in een zeker evenwicht verkeert, en een bepaalde, min of meer eenvormige, standplaats bevolkt

Veiligheidsniveau: het niveau van veiligheid wordt uitgedrukt in een overschrijdingskans van een maximale waterstand. De veiligheid van dijkringgebieden in Nederland is vastgelegd in de wet op de waterkering. De waterkeringen rondom het dijkringgebied moeten onder invloed van de genoemde maximale waterstanden, tezamen met de invloeden van wind en dergelijke, niet falen.

Venloslenk: het geomorfologische en landschapstraject tussen Arcen en Mook

Verblijfsrecreatie: het verblijf buiten de eerste woning – voor recreatie doeleinden – waarbij tenminste één overnachting wordt gemaakt, met uitzondering van overnachtingen bij familie of kennissen, hostels of pensions

Verbindingszone: Zone die deel uitmaakt van de ecologische hoofdstructuur. Ze doet dienst als migratieroute voor flora en fauna tussen kerngebieden en natuurontwikkelingsgebieden.

Verdroging: alle ongewenste effecten als gevolg van vocht tekort, toename van de mineralisatie en verandering van invloed van kwel en neerslag. Vocht tekort en toename van mineralisatie treden onder andere op bij structurele verlaging van de grondwaterstand.

Verhang: hoogteverschil per lengte-eenheid van de rivier (bijv. 10 cm/km)

Verhanglijn: lijn die op een bepaald riviertraject in theorie getrokken kan worden tussen de maximale waterstanden die optreden op verschillende plaatsen langs dat traject bij een bepaalde rivierafvoer. In de praktijk wordt deze lijn weergegeven in een tabel met de hoogste waterstanden tijdens hoogwater.

Verlader: ondernemer die zich bezighoudt met het overhevelen van goederen tijdens het transport

Vermarktbaar: materiaal (grond) dat op de markt afzetbaar is

Vermesting: alle ongewenste effecten als gevolg van de toevoeging van meststoffen aan bodem en water ten gevolge van maatschappelijke activiteiten

Vernatting:	alle ongewenste effecten als gevolg van een verhoging van de grondwaterstand, waardoor vernatting van de grond optreedt
Vervoersbaten:	opbrengsten uit vervoer en transport
Verwachtingswaarde:	wordt verkregen door de breedte van een kansinterval voor een afvoer te vermenigvuldigen met de overstromingsschade die bij die afvoer wordt berekend, en vervolgens de resultaten over het volledige kansinterval (van 0 tot 100%) op te tellen
Verwerkingsinstallatie:	installatie waarmee het toutvenant wordt verwerkt tot bruikbaar zand, grind en klei
Verzuring:	alle ongewenste effecten als gevolg van stijging van de zuurgraad in het milieu, onder meer door zure regen
Vierlaagscontainervaart:	containerschepen geladen met vier lagen containers, met een vereiste doorvaarthoogte van 9,1 m
VINEX:	Vierde Nota Ruimtelijk Ordening-extra
Vistrap:	constructie waardoor vissen een stuw redelijk ongehinderd kunnen passeren, in de vorm van een waterval
Voorhavens:	toegang tot sluiscomplex
Voorjaarsgrondwaterstand:	grondwaterstand in het voorjaar
Vooroeververdediging:	waterbouwkundige constructie op enige afstand tot de oever om deze tegen erosie te beschermen
Voortplantingshabitat:	een gebied dat geschikt is voor een soort om zich voort te kunnen planten
VROM:	Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
VVM:	Verkenning Verruiming Maas

W

Waterfront:	aaneengesloten bebouwing aan de rivieroever; ook wel stadsfront
Waterrecreatie:	die vormen van recreatie die in hoofdzaak op het gebruik van water zijn gericht
Weerd:	winterbed
Weerdverlaging:	winterbedverlaging
Werkgelegenheid:	wanneer het om steekjaren gaat, wordt de werkgelegenheid in werkzame personen uitgedrukt. In geval van periodes wordt de werkgelegenheid in arbeidsjaren uitgedrukt.
Werkzame personen:	alle personen (werknemers, zelfstandigen en meewerkende gezinsleden) die 15 uur of meer per week werken
WHM:	Werkgroep Hoogwater Maas
Winterbed:	ook wel hoogwaterbed. De term winterbed is ontstaan doordat hoogwaters meestal in de winterperiode optreden: de oppervlakte die onderloopt als de rivier buiten de oevers van het zomerbed treedt. Juridisch wordt de begrenzing van het winterbed van de Limburgse Maas bepaald door het oppervlak dat onderloopt bij een rivierwaterafvoer die voorkomt met een kans van 1/1250 per jaar te Borgharen.
Winterdijk:	hoogste dijk die het verst van de rivier verwijderd is, om de hoge waterafvoeren in de winter te keren
Winterpeil:	waterstand in de rivier in de winter, welke hoger is dan het zomerpeil
WSV:	Water Systeem Verkenning
Wwk:	Wet op waterverkenning

Z

Zachthoutooibos:	rivierbos dat gemiddeld 100 tot 150 dagen per jaar overstroomt; karakteristieke soorten zijn: zwarte populier en schietwilg
Zandmaas(traject):	gebied benedenstrooms van de stuw te Linne
Zinker:	buis of koker die onder water, dammen of dijken doorgaat
Zomerbed:	dat deel van de rivierbedding waar het water in de normale situatie stroomt. In zeldzame situaties kan ook in de zomer het water zo hoog worden dat de rivier buiten het zomerbed komt. De term laagwaterbed zou dus eigenlijk beter zijn.
Zoöplankton:	dierlijke, in het water zwevende organismen
ZWENDL:	model voor beschrijving van waterbewegingen
ZWENDL-vakken:	plaatsaanduidingen langs de rivieras (Eijsden=0 km)

Bijlagen

Bijlagen

Bijlage A Verdrogingsgevoelige natuur

Tabel A1 De effecten op de verdrogingsgevoelige natuur voor de drie basisalternatieven per traject. De getallen geven een index aan voor een positieve (+) c.q. negatieve (-) verandering van de standplaats aan voor de vegetatiecomplexen.

Traject	lengte (km)	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1. Eijsden-Borgharen	13	0.489	0.489	0.489
3. Sluis Limmel-sluis Born	21	0.002	-0.005	-0.005
4. Sluis Born-sluis Maasbracht	13	0.135	0.117	0.100
5. Maasbracht-stuw Linne	5	0.028	0.052	0.051
6. Stuw Linne-stuw Roermond	6	0.396	0.394	0.570
8. Stuw Roermond-stuw Belfeld	16	0.320	0.297	0.312
9. Stuw Belfeld-stuw Sambeek	41	0.316	0.337	0.285
10. Stuw Sambeek-stuw Grave	24	0.427	0.391	0.397
11. Maas-Waalkanaal	11	0.496	0.496	0.496
12. Stuw Grave-stuw Lith	22	0.011	-0.133	-0.195
13. Stuw Lith-Hedel	17	0	0	0
Totaal		**0.275**	**0.265**	**0.256**
Totaal zonder vergraving		**0.275**	**0.274**	**0.265**

Tabel A2 De effecten op aandachtsgebieden samengevat per basisalternatief met vermelding van de belangrijkste oorzaak van het effect.

Traject	Aandachtsgebied	Ba 1	Ba 2	Ba 3
1	Eijsderweiden	positief effect: stijging glg en gvg: >10 cm.	positief effect: stijging glg en gvg: >10 cm.	positief effect: stijging glg en gvg: >10 cm.
3	Bunderbos	geen of marginaal effect	idem Ba 1	idem Ba 1
	Bruuk (bronbos bij Stein)	geen of marginaal effect	idem Ba 1	idem Ba 1
	Dal van de Kingbeek	geen of marginaal effect	idem Ba 1	idem Ba 1
4	De Doort	geen effect	een effect	geen effect
5	Haegenbroek	positief en negatief effect: resp. toename en afname kwelflux	positief effect: toename van de kwelflux	idem Ba 2
6	Beegderheide	neutraal tot matig positief effect: lichte stijging van de glg en de gvg	positief effect: een grotere verhoging van de glg en gvg dan voor Ba 1	idem Ba 2
	Landgoed Hoosden	geen effect	geen effect	positief effect voor vegetatietype nat bos met elzenzegge: verbetering chemische samenstelling water
8	Vuilbemden	positief effect: verhoging glg en gvg	positief effect: verhoging glg en afname inundatieduur	idem Ba 2
	Swalmdal	positief effect: verhoging glg, toename kwelflux en afname inundatieduur	idem Ba 1	idem Ba 1
	Haelense beek	(matig) positief effect: verhoging glg, gvg en toename kwelflux	matig positief effect: verhoging van de glg	matig positief effect: verhoging van de glg, gvg en toename kwelflux
	Leudal (Tungelroyse beek)	matig positief effect: toename van de kwelflux	idem Ba 1	idem Ba 1
	Weerdbeemden	plaatselijk positief effect: verhoging van de glg plaatselijk negatief effect: afname kwelflux en verslechtering van de chemische watersamenstelling	idem Ba 1	idem Ba 1
	Schellekensbeekdal	geen effect	neutraal tot (matig) positief effect: verhoging van de glg	idem Ba 2
9	Holtmuhle	geen effect	geen effect	geen effect
	Dubbroek	geen effect	geen effect	geen effect
	Schuitwater	geen effect	geen effect	geen effect
	Koelbroek	neutraal tot matig positief effect: lichte toename kwelflux	idem Ba 1	idem Ba 1
	Zwartwater	matig positief effect: lichte verhoging van glg, gvg en lichte toename kwelflux	neutraal tot negatief effect: toename kwelflux (Berkenbroek)	idem Ba 2
	Kaldenbroek	(matig) positief effect: toename kwelflux	idem Ba 1	idem Ba 1

Traject	Aandachtsgebied	Ba 1	Ba 2	Ba 3
	Lommerheide	matig positief effect: lichte verhoging glg en gvg (circa 10 cm)	idem Ba 1	idem Ba 1
	Ravenvennen	matig positief effect: lichte verhoging glg en gvg (circa 10 cm)	idem Ba 1	idem Ba 1
	Lommerbroek	matig positief effect: verhoging van glg	matig positief tot positief effect: verhoging van glg soms in combinatie met toename gvg	idem Ba 2
	Landgoed de Hamert	neutraal tot matig positief effect: verhoging van glg	matig negatief tot matig positief effect: resp. toename kwelflux en verhoging glg en gvg	positief effect: verhoging van glg en gvg
	Heulorbroek	zeer negatief effect: verhogingen glg, gvg en toename kwelflux (te groot)	negatief effect en positief effect: resp. toename kwelflux (te groot) en toename kwelflux	zeer negatief effect: verhogingen glg, gvg en toename kwelflux (te groot)
	Geysterse ven	matig positief effect: lichte erhoging glg en gvg	matig positief effect: verhoging glg	geen effect
10	Het Quin	neutraal tot matig positief effect: verhoging van de glg (en soms van de gvg)	matig positief effect: verhoging van de glg	idem Ba 2
	Dal van de Niers	matig positief effect: verhoging van glg en gvg	idem Ba 1	idem Ba 1
	St. Jansberg	matig positief effect: verhoging van de glg en gvg	matig positief tot positief effect: verhoging van de glg en gvg	positief effect: verhoging van de glg en gvg
	Overasseltsche weerd	negatief effect: vegetatie zal verdwijnen als gevolg van verhoging van de glg en gvg en door een afname van de kwelflux	matig positief tot positief effect: verhoging van de glg en soms van de gvg negatief effect: vegetatie verdwijnt als gevolg van vergraving of daling van de kwelflux, verhoging van de glg of een verandering van de chemische water-samenstelling	idem Ba 2
11	Overasseltsche en Hatertse vennen	neutraal tot matig positief effect: lichte stijging van de glg (circa 5 cm)	idem Ba 1	idem Ba 1
12	Loonsche uiterwaarden	geen effect	matig negatief effect: verlaging van de gvg (circa 6 cm.)	matig negatief effect: verlaging van glg en gvg (circa 7 cm)

Effecten op verdrogingsgevoelige vegetaties: beschrijving per traject.
In deze bijlage worden de effecten van de basisalternatieven op de aandachtsgebieden met verdrogingsgevoelige vegetaties beschreven.

Traject 1: Eijsden-Borgharen
In dit traject liggen een aantal hellingbossen en weerden met verdrogingsgevoelige natuur. Het weerdengebied De Eijsderweiden (ten noorden van Eijsden) bestaat voornamelijk uit glanshaverhooilanden. Het is een vrij groot weilandcomplex met plassen en vochtige laagten. Een lichte stijging van de GLG en GVG (>10cm), die is berekend voor de drie basisalternatieven, heeft naar verwachting een matig positieve invloed op de vegetatie-ontwikkeling in Eijsderweiden.

Traject 3: Julianakanaal Limmel-Born
Geen van de drie alternatieven heeft effect op de bronbossen in dit traject: Bunderbos (incl. Elsloorbos), Bruuk (bronbos bij Stein) en het bos in het dal van de Kingbeek.

Traject 4: Julianakanaal Born-Maasbracht
Ten zuiden van Echt ligt De Doort. Dit is een gebied waar goed ontwikkelde glanshavergraslanden, moerassen en bossen naast elkaar voorkomen en dat deels sterk verdroogd is. Geen van de basisalternatieven heeft effect op de in de Doort aanwezige vegetatiecomplexen.

Traject 5: Maasbracht-Linne
In dit traject vormt het Haegenbroek (ten noordwesten van Wessem) een 'hotspot' van natte ecologische diversiteit. In Basisalternatief 1 zullen delen van de in het Haegenbroek aanwezige vegetaties verdwijnen en overgaan in andere vegetaties, doordat de kwelflux in sommige delen van het Haegenbroek toeneemt en op andere plaatsen afneemt. In de Basisalternatieven 2 en 3 stijgt de kwelflux in Haegenbroek met 0.3 mm/etmaal, hetgeen een matig positief effect heeft op nat bos met elzenzegge.

Traject 6: Linne-Roermond
De Beegderheide wordt gekenmerkt door talloze kleine vennetjes en veentjes en een groot boscomplex van onder andere Berkenbroek. In Basisalternatief 1 stijgt in dit boscomplex de grondwaterstand (GLG en GVG), hetgeen een matig positief effect heeft. Basisalternatieven 2 en 3 hebben voor dit gebied een groter positief effect, vanwege een grotere stijging van de GLG en GVG.

Het Landgoed Hoosden bestaat deels uit natte bossen. Vooral het elzenbroekboscomplex is van grote waarde doordat het één van de best ontwikkelde broekboscomplexen in Limburg is. Indien er in de ondergrond onder het landgoed ondoorlatende lagen aanwezig zijn, zoals door sommigen verondersteld wordt, is er geen enkel effect te verwachten. Vooralsnog is uitgegaan van een 'worst-case scenario' zonder ondoorlatende lagen. Voor het Landgoed Hoosden worden voor de Basisalternatieven 1 en 2 geen effecten berekend. Basisalternatief 3 heeft voor het vegetatietype nat bos met elzenzegge op het landgoed een positief effect, als gevolg van een verbetering van de chemische watersamenstelling.

Traject 8: Roermond-Belfeld
De drie basisalternatieven hebben een positief effect op de vegetatiecomplexen in de Vuilbemden, vanwege een toename van de GLG en GVG. Bij de Basisalternatieven 2 en 3 resulteert alleen de stijging van de glg tot een positief effect. Voor de kamgrasweiden heeft bij deze laatste basisalternatieven een daling van de inundatieduur met meer dan vijf dagen per jaar een positief effect.

Voor de vochtige en natte bostypen van het Swalmdal hebben de drie basisalternatieven hoofdzakelijk een matig positief effect. Dit effect wordt veroorzaakt door een toename van de GLG, een toename van kwelflux en een afname van de inundatieduur.

In Basisalternatief 1 worden voor de Haelense Beek (matig) positieve effecten berekend als gevolg van een toename van de GLG, GVG en kwelflux. In Basisalternatieven 2 en 3 veranderen deze positieve effecten in matig positieve effecten. De oorzaken van de berekende effecten voor Basisalternatief 3 zijn dezelfde als die voor Basisalternatief 1. De matig positieve effecten op de verdrogingsgevoelige natuur voor Basisalternatief 2 zijn geheel het gevolg van een stijging van de GLG.

De drie Basisalternatieven 1, 2 en 3 hebben voor de bossen langs de Tungelroyse Beek (Leudal) een matig positieve effect. De oorzaak is een toename van de kwelflux. Wanneer dit effect in ogenschouw wordt genomen, zal herstel van soortenrijke vegetaties in het kader van het herstelbeleid (prioritair gebied voor verdrogingsbestrijding) kansrijk worden. Voor het gebied tussen de Leubeek en de Zelsterbeek (Leudal) worden voor geen van de basisalternatieven effecten op de vegetatie berekend.

De drie basisalternatieven vertonen dezelfde effecten op de verdrogingsgevoelige vegetatie in de Weerdbeemden. In dit gebied treden als gevolg van hydrologische veranderingen voornamelijk positieve effecten op. Voor de vegetatietypen meidoornstruweel, rietvegetatie en nat bos met elzenzegge worden positieve effecten berekend als gevolg van een toename van de GLG. Voor een deelgebied van dit laatste vegetatietype worden eveneens negatieve effecten berekend door een kwelfluxdaling en verandering van de chemische water-samenstelling (daling van de alkaliniteit).

Voor het Schellekensbeekdal worden voor de basisalternatieven uiteenlopende effecten berekend. Basisalternatief 1 heeft geen effect. Basisalternatieven 2 en 3 laten voor een deel van het beekdal geen en voor een deel (matig) positieve effecten zien. De oorzaak van deze positieve effecten is een toename van de GLG. De matig positieve effecten treden op als gevolg van een toename van de kwelflux.

Traject 9: Belfeld-Sambeek
Voor Holtmuhle, Dubbroek en Schuitwater resulteren geen van de basisalternatieven in een effect op de daar aanwezige vegetatiecomplexen.

De drie basisalternatieven hebben door een lichte toename van de kwelflux een licht positief effect op de verdrogingsgevoelige vegetaties in het Koelbroek.

Voor Zwartwater worden voor de drie basisalternatieven duidelijk verschillende effecten berekend. Basisalternatief 1 resulteert in een matig positief effect, voor de Basisalternatieven 2 en 3 is het effect negatief. In Basisalternatief 1 vindt een lichte verhoging van de GLG en de GVG en een lichte toename van de kwelflux plaats. De (matig) negatieve effecten treden in de Basisalternatieven 2 en 3 voor een belangrijk deel in het Berkenbroekbos op als gevolg van een toename van de kwelflux. Basisalternatief 1 betekent voor Zwartwater, dat is aangewezen als prioritair gebied voor verdrogingsbestrijding, een mogelijkheid tot herstel van de verdrogingsgevoelige vegetaties.

De effecten van de basisalternatieven op het gebied de Kaldenbroek komen overeen, namelijk deels matig positief en deels positief. Voor Kaldenbroek resulteert eenzelfde toename van de kwelflux voor grasland met Grote vossenstaart in een matig positief effect en voor nat bos met Elzenzegge in een positief effect. Als prioritair gebied voor verdrogingsbestrijding zal Kaldenbroek zich door de ingrepen van alle drie de basisalternatieven kunnen herstellen, hetgeen betekent dat de verdrogingsgevoelige vegetaties zich beter zullen kunnen ontwikkelen.

Voor de Lommerheide en de Ravenvennen wordt voor de drie basisalternatieven een matig positief effect berekend als gevolg van een lichte verhoging van de GLG en GVG (+10 cm). De verdroging die Ravenvennen momenteel parten speelt, zal door de basisalternatieven enigszins worden tegengegaan.

Een kanttekening die hierbij geplaatst moet worden, is dat de lokale slecht doorlatende lagen niet in het hydrologische model zijn meegenomen. De aanwezigheid van een slecht doorlatende laag kan betekenen dat de werkelijke stijging van de grondwaterstand lokaal lager uitvalt dan de berekende stijgingen. In dat geval is het effect van de basisalternatieven op de vegetatie minder positief dan het voorspelde effect.

Voor Lommerbroek wordt in Basisalternatief 1 een matig positief effect berekend, dat vooral wordt veroorzaakt door verhoging van de GLG. De Basisalternatieven 2 en 3 resulteren in (matig) positief effect door een verhoging van de GLG, soms in combinatie met een matige toename van de GVG.

De effecten van de basisalternatieven op de vegetatie van Landgoed de Hamert zijn uiteenlopend. De meest gunstige effecten worden bepaald voor Basisalternatief 3. In Basisalternatief 1 treden geen tot (matig) positieve effecten door verhoging van de GLG op. In Basisalternatief 2 treden er zowel matig positieve, positieve als matig negatieve effecten op. Deze effecten worden veroorzaakt door een toename van respectievelijk een combinatie van de GLG en de GVG, de glg en de kwelflux. In Basisalternatief 3 treden er voor het landgoed hoofdzakelijk positieve effecten op als gevolg van een toename van de GLG en GVG.

Voor het Heuloërbroek worden voor Basisalternatieven 1 en 3 zeer negatieve effecten berekend; de aanwezige vegetatie zal zich grotendeels niet kunnen handhaven. Dit wordt veroorzaakt door verhogingen van de GLG, GVG en door een toename van de kwelflux. Gezien de sterke verdroging die inmiddels is opgetreden in dit gebied, is de actuele vegetatie ver verwijderd van de ecohydrologische potentie. De veroorzaakte stijghoogteverhoging en kwelfluxtoename zal de vegetatieontwikkeling dichter bij deze potentie brengen. Het verdwijnen van de huidige vegetatietypen duidt daarom veeleer een krachtig herstel aan dan een teloorgang van hoge actuele natuurwaarden. Voor Basisalternatief 2 wordt voor ongeveer de helft van het Heuloërbroek eveneens een zeer negatief effect berekend, nu als gevolg van een, voor het aanwezige nat bos met Elzenzegge, te grote toename van de kwelflux. Gelet op de huidige toestand van dit elzenbos geldt hiervoor hetzelfde als hiervoor is opgemerkt: de hydrologische verandering dient veeleer als versterking te worden opgevat. Voor de andere helft van het gebied wordt een iets lagere kwelflux berekend, wat een positieve effectvoorspelling voor de verdrogingsgevoelige natuur oplevert.

Voor de Basisalternatieven 1 en 2 is voor het Geystersche ven een matig positief effect berekend. Bij Basisalternatief 1 wordt dit effect voornamelijk veroorzaakt door een lichte verhoging van de GLG en de GVG; bij Basisalternatief 2 wordt dit effect door alleen een toename van de GLG veroorzaakt. Voor Basisalternatief 3 is voor het Geystersche ven geen effect berekend.

Traject 10: Sambeek-Grave

Voor Basisalternatief 1 worden voor de omgeving van het Quin geen tot matig positieve effecten berekend als gevolg van een verhoging van de GLG en soms van de GVG. Voor de Basisalternatieven 2 en 3 worden voor dit gebied louter matig positieve effecten berekend door de verhoging van de GLG.

In het dal van de Niers worden voor de drie basisalternatieven matig positieve effecten berekend als gevolg van een toename van de GLG en de GVG. Deze vernatting biedt belangrijke kansen voor de natuurontwikkeling die in dit dal gepland is.

Voor de St. Jansberg is voor Basisalternatief 1 een matig positief effect berekend, voor Basisalternatief 2 een matig positief tot positief effect en voor Basisalternatief 3 een positief effect. Verschillen in de effecten zijn het gevolg van de verschillen in de stijging van de GLG en de GVG.

De vegetatie in de Overasseltsche Weerd zal voor Basisalternatief 1 deels wijzigen als gevolg van een verhoging van de GLG en de GVG en een daling van de kwelflux. Voor de Basisalternatieven 2 en 3 treden er hoofdzakelijk matig positieve tot positieve effecten op voor de verdrogingsgevoelige vegetaties als gevolg van toename van de GLG, en soms ook de GVG. Negatieve effecten treden dicht langs de rivier op. De oorzaken zijn vergraving, het dalen van de kwelflux, het te sterk toenemen van de GLG of het veranderen van de chemische water-samenstelling (verlaging van de alkaliniteit).

Traject 11: Maas-Waalkanaal
De drie basisalternatieven hebben op de Overasseltse en Hatertse vennen (ten zuiden van Nijmegen) geen tot matig positief effect als gevolg van een lichte stijging van de GLG (+5cm).

Traject 12: Grave-Lith
In de Loonsche uiterwaarden, waar naast kamgrasweiden en glanshavergraslanden ook graslanden met Geknikte en Grote vossenstaart voorkomen, worden voor Basisalternatief 1 geen effecten berekend. Voor Basisalternatief 2 wordt voor een deel van de Loonsche uiterwaarden een matig negatief effect berekend als gevolg van een daling van de GVG met ongeveer 6 cm. Voor Basisalternatief 3 wordt er voor het gehele gebied een matig negatief effect berekend als gevolg van een vlakdekkende daling van de GLG én GVG met ongeveer 7 cm. Ten westen van deze uiterwaard treden geen effecten meer op.

Traject 13: Lith-Hedel
In dit traject treden in de drie basisalternatieven geen effecten op voor de verdrogings-gevoelige vegetaties.

Bijlage B Landschapsbeeld

Tabel B1 **Kwantitatief overzicht van gevolgen op het landschapsbeeld per landschapstraject, per stuwpanddeel voor de drie basisalternatieven. Daarbij aangegeven de effecten op functionele herkenbaarheid (fh), schaal (s) en de som van beide.**

Landschapstraject	Traject/stuwpanddeel	Ba 1			Ba 2			Ba 3		
		fh	s	tot	fh	s	tot	fh	s	tot
Bovenmaas	1: Eijsden - Borgharen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Julianakanaal	3: Limmel - Born	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4: Born - Maasbracht	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plassenmaas	5: Maasbracht - Linne	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6: Linne - Roermond	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8a: Roermond - Neer	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	-1
Lateraalkanaal	7: Linne - Buggenum	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Middenmaas	8b: Neer - Belfeld	0	0	0	-2	0	-2	-2	-	-2
	9a: Belfeld - Arcen	0	0	0	-6	0	-6	-6	0	-6
Noordelijke Maas	9b: Arcen - Sambeek	+5	0	+5	+5	0	+5	+5	0	+5
	10a: Sambeek - Cuijk	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maas-Waalkanaal	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benedenmaas	10b: Cuijk - Grave	0	0	0	-12	0	-12	-12	0	-12
	12: Grave - Lith	0	0	0	-6	0	-6	-6	0	-6
Getijdenmaas	13: Lith - Hedel	0	0	0	0	0	0	0	0	
Totaal				**+5**			**-22**			**-22**

Bijlage C Historische geografie

Effecten Basisalternatief 1 per landschapstraject, c.q. stuwpand

Landschapstraject Julianakanaal

Tabel C1 Julianakanaal, verbreding oostoever zuid van bocht Elsloo.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
1,9 ha beschermd stad-/dorpsgezicht	4 x 4	1	16
22,3 ha licht veranderd gebied	6 x 4	5	120
0,3 ha bebouwde kom na 1940	0	1	-
0,1 ha bebouwingslocatie 1850-1940	3 x 4	1	12
0,5 ha sterk veranderd gebied	6 x 0	1	-
255 m brug	6 x 4	2	48
Totaal			**196**

Tabel C2 Julianakanaal, verbreding oostoever noord bocht Elsloo.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
11,6 ha licht veranderd gebied	6 x 4	3	72
0,1 ha bebouwde kom na 1940	0	1	-
0,9 ha sterk veranderd gebied	6 x 0	1	-
17 m tracé voormalige weg	3 x 1	1	3
285 m brug	6 x 4	2	48
19 m weg	3 x 1	1	3
Totaal			**126**

Landschapstraject Noordelijke Maas: deeltraject Arcen - Sambeek (9b)

Tabel C3 NVO, km 123,4-128,8 (links).

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
50,8 ha matig veranderd gebied	4 x 2	11	88
119,6 m beek, vergraven waterloop	4 x 4	2	32
8,7 m weg	3 x 4	1	12
Totaal			**132**

Tabel C4 NVO, km 129,1-132,2 links.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
24,3 ha matig veranderd gebied	4 x 2	5	40
3,0 ha bebouwingslocatie vóór 1850	3 x 4	1	12
699 m weg	3 x 4	3	36
Totaal			**88**

Tabel C5 NVO, km 132,4-135 links.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
18,9 ha licht veranderd gebied	4 x 4	4	64
6,0 ha matig veranderd gebied	4 x 2	2	16
152 m heg op perceelgrens	4 x 4	2	32
217 m beek, vergraven waterloop	4 x 4	2	32
Totaal			**144**

Tabel C6 NVO, km 132,7-138,2 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
41,2 ha matig veranderd gebied	4 x 2	9	72
790 m beek, vergraven waterloop	4 x 4	3	48
1150 m heg op perceelgrens	4 x 4	4	64
989 m weg	3 x 4	3	36
Totaal			**220**

Tabel C7 NVO, km 132,7-138,2 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
31 ha matig veranderd gebied	4 x 2	7	56
100 m beek, vergraven waterloop	4 x 4	2	32
546 m heg op perceelgrens	4 x 4	3	48
Totaal			**136**

Tabel C8 NVO, km 137,7-140,1 links.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
23,4 ha matig veranderd gebied	4 x 2	5	40
11 m tracé voormalige weg	4 x 1	1	4
759 m weg	3 x 4	3	36
Totaal			**80**

Tabel C9 NVO, km 139,4-144,9 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
51,3 ha matig veranderd gebied	4 x 2	11	88
179 m beek, vergraven waterloop	4 x 4	2	32
561 m heg op perceelgrens	4 x 4	3	48
79 m weg	3 x 4	1	12
11 m tracé voormalige weg	3 x 1	1	3
Totaal			**183**

Landschapstraject Noordelijke Maas: deeltraject Sambeek - Cuijk (10a)

Tabel C10 NVO, km 149,7-151,3 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
14,7 ha matig veranderd gebied	8 x 2	3	48
246 m heg op perceelgrens	4 x 4	2	32
77 m weg	3 x 4	1	12
Totaal			**92**

Tabel C11 NVO, km 151,4-153,3 rechts/links.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
0,1 ha sterk veranderd gebied	4 x 0	1	-
18,3 ha matig veranderd gebied	4 x 2	4	32
262 m heg op perceelgrens	4 x 4	2	32
95 m weg	3 x 4	1	12
Totaal			**76**

Tabel C12 NVO, km 154,1-156,7 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
4,9 ha licht veranderd gebied	4 x 4	1	16
26,2 ha matig veranderd gebied	4 x 2	6	48
235 m heg op perceelgrens	4 x 4	2	32
68 m (zomer)kade	4 x 4	1	16
114 m weg	3 x 4	2	24
Totaal			**136**

Tabel C13 NVO, km 157,6-159,2 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
5,7 ha matig veranderd gebied	4 x 2	2	16
10,8 ha licht veranderd gebied	4 x 4	3	48
85 m beek, vergraven waterloop	4 x 4	1	16
Totaal			**72**

Landschapstraject Noordelijke Maas/Benedenmaas

Tabel C14 NVO, km 160-164,3 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
25,7 ha licht veranderd gebied	4 x 4	6	96
14,6 ha matig veranderd gebied	4 x 2	3	24
121 m heg op perceelgrens	4 x 4	2	32
2219 m weg	3 x 4	4	48
Totaal			**200**

Effecten Basisalternatieven 2 en 3 per landschapstraject, c.q. stuwpand

Landschapstraject Plassenmaas: deeltraject Roermond - Neer

Tabel C15 Zomerbedverbreding, km 81,2-86,8 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
0,1 ha sterk veranderd gebied	6 x 0	1	-
13,2 ha licht veranderd gebied	6 x 4	3	72
Totaal			**72**

Tabel C16 Zomerbedverbreding, km 87,2-89,2 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
4,3 ha licht veranderd gebied	6 x 4	1	24
3,5 ha matig veranderd gebied	6 x 2	1	12
100 m oude(re) maasloop	8 x 2	2	32
Totaal			**68**

Landschapstraject Plassenmaas/Middenmaas

Tabel C17 Zomerbedverbreding, km 91-99,5 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
circa 8,8 ha licht veranderd gebied (Plm)	6 x 4	2	48
circa 30 ha licht veranderd gebied (Mm)	4 x 4	6	96
0,1 ha bebouwde kom na 1940	0	1	-
28 m beek, vergraven waterloop	4 x 4	1	16
269 m weg	3 x 4	2	24
727 m tracé voormalige weg	3 x 1	3	9
Totaal			**203**

Landschapstraject Middenmaas

Tabel C18 Zomerbedverbreding, km 102/106,8 links.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
23,9 ha licht veranderd gebied	4 x 4	5	80
28 m beek, vergraven waterloop	4 x 4	1	16
Totaal			**96**

Tabel C19 Zomerbedverbreding, km 107,8-112,3 links.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
19,1 ha licht veranderd gebied	4 x 4	4	64
63,9 m beek, vergraven waterloop	4 x 4	1	16
38,3 m weg	3 x 4	1	12
Totaal			**92**

Tabel C20 Zomerbedverbreding, km 113,3-117,4 links.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
17,4 ha licht veranderd gebied	4 x 4	4	64
0,1 ha bebouwde kom na 1940	0	1	-
133 m oude(re) maasloop	8 x 2	2	32
Totaal			**96**

Tabel C21 Zomerbedverbreding, km 117,4-120,3 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
10,5 ha licht veranderd gebied	4 x 4	3	48
1,9 ha matig veranderd gebied	4 x 2	1	8
39 m beek, vergraven waterloop	4 x 4	1	16
Totaal			**72**

Landschapstraject Noordelijke Maas

Tabel C22 Zomerbedverbreding, km 120,9-123,3 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
8,4 ha matig veranderd gebied	4 x 2	2	16
Totaal			**16**

Tabel C23 Zomerbedverbreding en natuurvriendelijke oever, km 123,4-132,1 links.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
85,1 ha matig veranderd gebied	4 x 2	18	144
3,4 ha bebouwingslocatie vóór 1850	3 x 4	1	12
1842 m weg	3 x 4	4	48
151 m beek, vergraven waterloop	4 x 4	2	32
Totaal			**236**

Tabel C24 Zomerbedverbreding en natuurvriendelijke oever, km 132,1-134,5 links.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
23,0 ha licht veranderd gebied	4 x 4	5	80
14,7 ha matig veranderd gebied	4 x 2	3	24
187 m heg op perceelgrens	4 x 4	2	32
310 m beek, vergraven waterloop	4 x 4	2	32
Totaal			**168**

Tabel C25 Zomerbedverbreding en natuurvriendelijke oever, km 134,5-135,1 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
7 ha matig veranderd gebied	4 x 2	2	16
Totaal			**16**

Tabel C26 Zomerbedverbreding en natuurvriendelijke oever, km 135,1-137,9 rechts. De belangrijkste aantastingen in dit vak vormen de mondingen van de Aijense beek (137,7) en van een tweede beek (136,4).

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
76 ha matig veranderd gebied	4 x 2	16	128
1006 m weg	3 x 4	4	48
1901 m heg op perceelgrens	4 x 4	4	64
987 m beek, vergraven waterloop	4 x 4	3	48
Totaal			**288**

Tabel C27 Natuurvriendelijke oever en zomerbedverbreding, km 137,8-139,1 links.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
25,9 ha matig veranderd gebied	4 x 2	6	48
1025 m weg	3 x 4	4	48
Totaal			**96**

Tabel C28 Natuurvriendelijke oever en zomerbedverbreding, km 139-145,8 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
73,5 ha matig veranderd gebied	4 x 2	15	120
291 m beek, vergraven waterloop	4 x 4	2	32
867 m heg op perceelgrens	4 x 4	3	48
230 m weg	3 x 4	2	24
11 m tracé voormalige weg	3 x 1	1	3
Totaal			**227**

Landschapstraject Noordelijke Maas

Tabel C29 Natuurvriendelijke oever en zomerbedverbreding, km 149,7-154,6 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
circa 22 ha matig veranderd gebied	8 x 2	5	80
circa 33,4 ha matig veranderd gebied	4 x 2	7	56
1,2 ha sterk veranderd gebied	4 x 0	1	-
889 m heg op perceelgrens	4 x 4	3	48
259 m weg	3 x 4	2	24
Totaal			**208**

Tabel C30 Natuurvriendelijke oever en zomerbedverbreding, km 154,6-156,7 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
5,9 ha licht veranderd gebied	4 x 4	2	32
20,7 ha matig veranderd gebied	4 x 2	5	40
400 m heg op perceelgrens	4 x 4	2	32
109 m (zomer)kade	4 x 4	2	32
155 m weg	3 x 4	2	24
Totaal			**160**

Tabel C31 Natuurvriendelijke oever en zomerbedverbreding, km 157,7-159,2 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
8,3 ha matig veranderd gebied	4 x 2	2	16
12,3 ha licht veranderd gebied	4 x 4	3	48
124 m beek, vergraven waterloop	4 x 4	2	32
Totaal			**96**

Landschapstraject Noordelijke Maas/Benedenmaas

Tabel C32 Natuurvriendelijke oever en zomerbedverbreding, km 160-164,3 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
circa 14,0 ha licht veranderd gebied (Nm)	4 x 4	3	48
circa 14,0 ha licht veranderd gebied (Bm)	7 x 4	3	84
circa 9,2 ha matig veranderd gebied (Nm)	4 x 2	2	16
circa 9,5 ha matig veranderd gebied (Bm)	7 x 2	2	28
236 m heg op perceelgrens	4 x 4	2	32
2272 m weg	3 x 4	4	48
Totaal			**256**

Landschapstraject Benedenmaas

Tabel C33 Zomerbedverbreding, km 164-166 links.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
7,5 ha licht veranderd gebied	7 x 4	2	56
0,7 ha bebouwde kom na 1940	0	1	-
46 m weg	3 x 4	1	12
97 m oude(re) maasloop	8 x 2	1	16
Totaal			**84**

Tabel C34 Zomerbedverbreding, km 166-167,5 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
8,1 ha licht veranderd gebied	7 x 4	2	56
Totaal			**56**

Tabel C35 Zomerbedverbreding, km 167,7-168,4 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
3,4 ha licht veranderd gebied	7 x 4	1	28
Totaal			**28**

Tabel C36 Zomerbedverbreding, km 168-170,8 links.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
15,7 ha licht veranderd gebied	7 x 4	4	56
17 m winterdijk	1	2	4
Totaal			**80**

Tabel C37 Zomerbedverbreding, km 170,7-174,4 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
18,9 ha licht veranderd gebied	7 x 4	4	56
2 m vestingwerk	7 x 4	1	28
11 m heg op perceelgrens	4 x 4	1	16
Totaal			**100**

Landschapstraject Benedenmaas: traject Grave - Lith

Tabel C38 Zomerbedverbreding, km 176,1-181,4 links.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
28,1 ha licht veranderd gebied	5 x 4	6	120
375 m oude(re) maasloop	8 x 2	2	32
Totaal			**152**

Tabel C39 Zomerbedverbreding, km 181-185,6 rechts.

Omschrijving	Waardering	Aantasting	Totaal
22,4 ha licht veranderd gebied	5 x 4	5	100
74,6 m oude(re) maasloop	8 x 2	1	16
21,8 m beek, vergraven waterloop	4 x 4	1	16
45 m weg	3 x 4	1	12
Totaal			**144**

Bijlage D Archeologie

In tabel D1 zijn de geaggregeerde effecten van de kwantificeerbare ingrepen weergegeven: voor de Zandmaas gaat dit om de effecten van rivierverruimingsingrepen en de aanleg van natuurvriendelijke oevers, voor de Maasroute om de verbreding van het Julianakanaal. De effecten van de aanpassing van sluizen zijn in tabel D2 weergegeven. De waarden in deze tabel mogen niet zonder meer vergeleken worden met tabel D1. Wanneer de effecten van de kwantificeerbare ingrepen vergeleken worden met de aanpassing van sluizen dan zijn de effecten van de in tabel D1 weergeven ingrepen vele malen groter. De effecten van de aanpassing van sluizen zijn in dat geval gering negatief (-). De effecten van verdieping van het zomerbed zijn in D3 weergegeven.

Tabel D1 Geaggregeerde effecten per Stuwpand (traject) en voor het gehele studiegebied voor rivierverbredingsmaatregelen, de aanleg van natuurvriendelijke oevers en de verbreding van het Julianakanaal.

Beoordelingscriterium		**fysieke aantasting van archeologische bodemsporen**		
Stuwpand(traject):	**Landschapstraject :**	**Basisalternatief 1**	**Basisalternatief 2**	**Basisalternatief 3**
1. Eijsden - Borgharen	Bovenmaas	0	0	0
3. Limmel - Born	Julianakanaal (Maasroute)	-	-	-
4. Born - Maasbracht	Julianakanaal	0	0	0
5. Maasbracht -Linne	Plassenmaas	0	0	0
totaal Maasroute		-	-	-
7. Linne - Buggenum	Lateraalkanaal	0	0	0
6. Linne - Roermond	Plassenmaas	0	0	0
8. Roermond - Belfeld	Plassenmaas/Middenmaas	0	-	-
9. Belfeld - Sambeek	Middenmaas/Noordelijke Maas	-	-	-
10. Sambeek - Grave	Noordelijke Maas/Benedenmaas	-	-	-
12. Grave - Lith	Benedenmaas	0	-	-
13. Lith - Hedel	Getijdenmaas	0	0	0
11. Maas-Waalkanaal	Maas-Waalkanaal	0	0	0
totaal Zandmaas		-	-	-

Legenda: 0 = geen effect
- = gering negatief effect
- - = matig negatief effect
- - - = sterk negatief effect

Tabel D2 Effecten bij de aanpassing van sluizen en bochten per stuwpand (Traject).

Beoordelingscriterium		fysieke aantasting van archeologische bodemsporen bij de aanpassing van sluizen		
Stuwpand(traject):	**Landschapstraject :**	**Basisalternatief 1**	**Basisalternatief 2**	**Basisalternatief 3**
3. Limmel - Born	Julianakanaal boven *	- -	- -	- -
4. Born - Maasbracht	Julianakanaal beneden*	-	-	-
5. Maasbracht - Linne	Plassenmaas	- -	- -	- -
8. Roermond - Belfeld	Plassenmaas/Middenmaas	- -	- -	- -
9. Belfeld - Sambeek	Middenmaas/Noordelijke Maas*	-	-	-
11. Maas-Waalkanaal	Maas-Waalkanaal	- -	- -	- -
Totaal		- -	- -	- -

Legenda:
- 0 = geen effect,
- \- = gering negatief effect,
- - - = matig negatief effect,
- - - - = sterk negatief effect
- * = effect van aanpassing sluis onzeker

Tabel D3 Aantasting van gebieden met een verhoogde kans op het aantreffen van archeologische resten in het zomerbed per stuwpand (traject) voor het gehele studiegebied (in km).

Beoordelingscriterium		aantasting van gebieden met een verhoogde kans op archeologische resten in het zomerbed van de Maas		
Stuwpand(traject):	**Landschapstraject :**	**Basisalternatief 1**	**Basisalternatief 2**	**Basisalternatief 3**
6. Linne - Roermond	Plassenmaas	3	3	3
8. Roermond - Belfeld	Plassenmaas/Middenmaas	2,4	0	2,4
9. Belfeld - Sambeek	Middenmaas/Noordelijke Maas	6,7	0	6,7
10. Sambeek - Grave	Noordelijke maas/Benedenmaas	2,9	1,9	2,9
Totaal in kilometers	**Maasroute geheel**	**15,5**	**4,9**	**15,5**

Tabel D4 Plaatsen in het zomerbed van de Maas met een verhoogde kans op de aanwezigheid van archeologische resten. Voor Basisalternatief 1 en 3 zijn alle in de tabel opgenomen trajecten van belang. Voor Basisalternatief 2 zijn alleen de vetgedrukte trajecten van belang.

(Landschaps)traject	kilometrering
Plassenmaas	
• Linne- Roermond	**- km 78,0 - 81,0**
• Roermond- Neer	- km 90,0 - 91,0
Middenmaas	
• Neer- Belfeld	- km 96,0 - 97,0; km 97,8 - 98,7
• Belfeld- Arcen	- km 106,9 - 108,2; km 110,1 - 110,6; km 113,0 - 113,2; km 117,1 - 117,5; km 118,6 - 119,8
Noordelijke Maas	
• Arcen - Sambeek	- km 128,0 - 128,2; km 132,2 - 133,9; km 140,2 - 140,8; km 145,0 - 145,6
• Sambeek - Cuijk	- km 156,8 - 157,8; **km 161,5 - 162,0**
Benedenmaas	
• Cuijk - Grave	**- km 162,0 - 162,5; km 165,1 - 165,8; km 166,9 - 167,1**

Tabel D5 Gewogen effecten van het totaal aan rivierverruimingsmaatregelen in Basisalternatief 1.

Verwachtingskaartwaarden (gewogen)	1	2	3	4	5	totaal
Bovenmaas totaal (1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
• Eijsden - Borgharen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julianakanaal totaal (3 en 4)	0,01	0,05	0,64	0,00	0,36	1,05
• Limmel - Born	0,01	0,05	0,64	0,00	0,36	1,05
• Born-Maasbracht	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plassenmaas totaal (5,6, en 8a)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
• Maasbracht - Linne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
• Linne - Roermond	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
• Roermond - Neer	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Middenmaas totaal (8b en 9a)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
• Neer - Belfeld	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
• Belfeld - Arcen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Noordelijke Maas totaal (9b en 10a)	4,97	0,09	0,41	0,00	0,03	5,50
• Arcen - Sambeek	3,60	0,09	0,41	0,00	0,03	4,13
• Sambeek - Cuijk	1,36	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36
Maas-Waalkanaal totaal (11)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
• Maas-Waalkanaal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Benedenmaas totaal (10b en 12)	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27
• Cuijk - Grave	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27
• Grave - Lith	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Getijde Maas totaal (13)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
• Lith - Hedel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totaal	**5,25**	**0,14**	**1,05**	**0,00**	**0,39**	**6,82**

Legenda:
1 = Lage verwachting
2 = Middelmatige verwachting
3 = Hoge verwachting
4 = Vindplaatsen zonder status
5 = Vindplaatsen met status

Tabel D6 Gewogen effecten van het totaal aan rivierverruimingsmaatregelen voor het gehele studiegebied in Basisalternatief 2 en 3.

Verwachtingskaartwaarden (gewogen)	1	2	3	4	5	totaal
Bovenmaas totaal (1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
• Eijsden -Borgharen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julianakanaal totaal (3 en 4)	0,01	0,05	0,64	0,00	0,36	1,06
• Limmel - Born	0,01	0,05	0,64	0,00	0,36	1,06
• Born - Maasbracht	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plassenmaas totaal (5, 6 en 8a)	0,14	0,03	0,30	0,00	0,00	0,47
• Maasbracht - Linne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
• Linne - Roermond	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
• Roermond - Neer	0,14	0,03	0,30	0,00	0,00	0,47
Middenmaas totaal (8b en 9a)	0,83	0,18	0,84	0,23	0,44	2,52
• Neer - Belfeld	0,12	0,00	0,68	0,21	0,32	1,33
• Belfeld -Arcen	0,71	0,18	0,16	0,02	0,12	1,19
Noordelijke Maas totaal (9b en 10a)	6,19	0,12	0,99	0,00	0,03	7,33
• Arcen - Sambeek	4,49	0,12	0,99	0,00	0,03	5,63
• Sambeek - Cuijk	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70
Maas-Waalkanaal totaal (11	)0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
• Maas-Waalkanaal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Benedenmaas totaal (10b en 12)	1,39	0,00	0,52	0,02	0,03	1,94
• Cuijk - Grave	1,02	0,00	0,00	0,02	0,03	1,07
• Grave - Lith	0,37	0,00	0,52	0,00	0,00	0,89
Getijde Maas totaal (13)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
• Lith -Hedel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totaal	**8,55**	**0,38**	**3,29**	**0,25**	**0,86**	**13,33**

Legenda:
1 = Lage verwachting
2 = Middelmatige verwachting
3 = Hoge verwachting
4 = Vindplaatsen zonder status
5 = Vindplaatsen met status

Effecten per landschapstraject

Landschapstraject Julianakanaal: trajecten Limmel-Born (3) en Born-Maasbracht (4)

Tabel D7 Effecten van de verbreding van het Julianakanaal per verwachtingskaartzone in oppervlakte (ha) voor het Landschapstraject Julianakanaal/Stuwpand Limmel-Born (3).

Verwachtingskaartwaarden	Oppervlakte (ha)		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Lage verwachting	0,00	0,00	0,00
Middelmatige verwachting	1,87	1,87	1,87
Hoge verwachting	110,73	10,73	10,73
Vindplaatsen zonder status	0,00	0,00	0,00
Vindplaatsen met status	0,56	0,56	0,56
Totaal	**13,16**	**13,16**	**13,16**

Tabel D8 Gewogen effecten van de verbreding van het Julianakanaal per verwachtingskaartzone voor het Landschapstraject Julianakanaal/stuwpand Limmel- Born (3).

Verwachtingskaartwaarden	Gewogen waarden		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Lage verwachting	0,00	0,00	0,00
Middelmatige verwachting	0,05	0,05	0,05
Hoge verwachting	0,64	0,64	0,64
Vindplaatsen zonder status	0,00	0,00	0,00
Vindplaatsen met status	0,36	0,36	0,36
Totaal	**0,75**	**0,75**	**0,75**

Landschapstraject Plassenmaas: Stuwpanden Maasbracht - Linne (5), Linne - Roermond (6) en Roermond - Neer (8a)

Tabel D9 Effecten van rivierverruimingsmaatregelen per verwachtingskaartzone in oppervlakte (ha) voor het Landschapstraject Plassenmaas (trajecten 5, 6 en 8a).

Verwachtingskaartwaarden	Oppervlakte (ha)		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Lage verwachting	0,00	8,20	8,20
Middelmatige verwachting	0,00	0,97	0,97
Hoge verwachting	0,00	5,09	5,09
Vindplaatsen zonder status	0,00	0,00	0,00
Vindplaatsen met status	0,00	0,00	0,00
Totaal	**0,00**	**14,26**	**14,26**

Tabel D10 Gewogen effecten van rivierverruimingsmaatregelen per verwachtingskaartzone voor het Landschapstraject Plassenmaas (trajecten 5, 6 en 8a).

Gewogen verwachtingskaartwaarden	Oppervlakte (ha)		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Lage verwachting	0,00	0,14	0,14
Middelmatige verwachting	0,00	0,03	0,03
Hoge verwachting	0,00	0,30	0,30
Vindplaatsen zonder status	0,00	0,00	0,00
Vindplaatsen met status	0,00	0,00	0,00
Totaal	**0,00**	**0,46**	**0,46**

Landschapstraject Middenmaas: traject Neer - Belfeld (8b) en Belfeld - Arcen (9a)

Tabel D11 Effecten van rivierverruimingsmaatregelen per verwachtingskaartzone in oppervlakte (ha) voor het Landschapstraject Middenmaas, deeltraject Neer - Belfeld (8b).

Verwachtingskaartwaarden	Oppervlakte (ha)		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Lage verwachting	0,00	6,94	6,94
Middelmatige verwachting	0,00	0,00	0,00
Hoge verwachting	0,00	11,42	11,42
Vindplaatsen zonder status	0,00	0,83	0,83
Vindplaatsen met status	0,00	0,50	0,50
Totaal	**0,00**	**19,69**	**19,69**

Tabel D12 Gewogen effecten van rivierverruimingsmaatregelen per verwachtingskaartzone voor het Landschapstraject Middenmaas, deeltraject Neer - Belfeld (8b).

Verwachtingskaartwaarden	Oppervlakte (ha)		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Lage verwachting	0,00	0,12	0,12
Middelmatige verwachting	0,00	0,00	0,00
Hoge verwachting	0,00	0,68	0,68
Vindplaatsen zonder status	0,00	0,21	0,21
Vindplaatsen met status	0,00	0,32	0,32
Totaal	**0,00**	**1,33**	**1,33**

Tabel D13 Effecten van rivierverruimingsmaatregelen per verwachtingskaartzone in oppervlakte (ha) voor het Landschapstraject Middenmaas, deeltraject Belfeld-Arcen (9a).

Verwachtingskaartwaarden	Oppervlakte (ha)		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Lage verwachting	0,00	42,25	42,25
Middelmatige verwachting	0,00	6,98	6,98
Hoge verwachting	0,00	2,75	2,75
Vindplaatsen zonder status	0,00	0,07	0,07
Vindplaatsen met status	0,00	0,18	0,18
Totaal	**0,00**	**52,23**	**52,23**

Tabel D14 Gewogen effecten van rivierverruimingsmaatregelen per verwachtingskaartzone voor het Landschapstraject Middenmaas, deeltraject Belfeld-Arcen (9a).

Verwachtingskaartwaarden	Oppervlakte (ha)		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Lage verwachting	0,00	0,71	0,71
Middelmatige verwachting	0,00	0,18	0,18
Hoge verwachting	0,00	0,16	0,16
Vindplaatsen zonder status	0,00	0,02	0,02
Vindplaatsen met status	0,00	0,12	0,12
Totaal	**0,00**	**1,19**	**1,19**

Landschapstraject Noordelijke Maas: deeltrajecten Arcen - Sambeek (9b) en Sambeek - Cuijk (10a)

Tabel D15 Effecten van rivierverruimingsmaatregelen per verwachtingskaartzone in oppervlakte (ha) voor het Landschapstraject Noordelijke Maas, deeltraject Arcen - Sambeek (9b).

Verwachtingskaartwaarden	Oppervlakte (ha)		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Lage verwachting	215,07	267,88	267,88
Middelmatige verwachting	3,39	4,60	4,60
Hoge verwachting	6,91	16,73	16,73
Vindplaatsen zonder status	0,00	0,00	0,00
Vindplaatsen met status	0,05	0,05	0,05
Totaal	**225,42**	**289,26**	**289,26**

Tabel D16 Gewogen effecten van rivierverruimingsmaatregelen per verwachtingskaartzone voor het Landschapstraject Noordelijke Maas, deeltraject Arcen -Sambeek (9b).

Verwachtingskaartwaarden	Gewogen waarden		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Lage verwachting	3,60	4,49	4,49
Middelmatige verwachting	0,00	0,12	0,12
Hoge verwachting	0,41	0,99	0,99
Vindplaatsen zonder status	0,00	0,00	0,00
Vindplaatsen met status	0,03	0,03	0,03
Totaal	**4,13**	**5,63**	**5,63**

Tabel D17 Effecten van rivierverruimingsmaatregelen per verwachtingskaartzone in oppervlakte (ha) voor het Landschapstraject Middenmaas, deeltraject Sambeek - Cuijk (10a).

Verwachtingskaartwaarden	Oppervlakte (ha)		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Lage verwachting	81,43	101,18	101,18
Middelmatige verwachting	0,00	0,00	0,00
Hoge verwachting	0,00	0,00	0,00
Vindplaatsen zonder status	0,00	0,00	0,00
Vindplaatsen met status	0,00	0,00	0,00
Totaal	**81,43**	**101,18**	**101,18**

Tabel D18 Gewogen effecten van rivierverruimingsmaatregelen per verwachtingskaartzone voor het Landschapstraject Noordelijke Maas, deeltraject Sambeek - Cuijk (10a).

Verwachtingskaartwaarden	Oppervlakte (ha)		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Lage verwachting	1,36	1,70	1,70
Middelmatige verwachting	0,00	0,00	0,00
Hoge verwachting	0,00	0,00	0,00
Vindplaatsen zonder status	0,00	0,00	0,00
Vindplaatsen met status	0,00	0,00	0,00
Totaal	**1,36**	**1,70**	**1,70**

Landschapstraject Benedenmaas: traject Cuijk - Grave (10b) en Grave - Lith (12)

Tabel D19 Effecten van rivierverruimingsmaatregelen per verwachtingskaartzone in oppervlakte (ha) voor het Landschapstraject Benedenmaas, deeltraject Cuijk- Grave (10b).

Verwachtingskaartwaarden	Oppervlakte (ha)		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Lage verwachting	16,26	61,09	61,09
Middelmatige verwachting	0,00	0,00	0,00
Hoge verwachting	0,00	0,00	0,00
Vindplaatsen zonder status	0,00	0,08	0,08
Vindplaatsen met status	0,00	0,00	0,00
Totaal	**16,26**	**61,17**	**61,17**

Tabel D20 Gewogen effecten van rivierverruimingsmaatregelen per verwachtingskaartzone voor het Landschapstraject Benedenmaas, deeltraject Cuijk - Grave (10b).

Verwachtingskaartwaarden	Gewogen waarden		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Lage verwachting	0,27	1,02	1,02
Middelmatige verwachting	0,00	0,00	0,00
Hoge verwachting	0,00	0,00	0,00
Vindplaatsen zonder status	0,00	0,02	0,02
Vindplaatsen met status	0,00	0,00	0,00
Totaal	**0,27**	**1,04**	**1,04**

Tabel D21 Effecten van rivierverruimingsmaatregelen per verwachtingskaartzone in oppervlakte (ha) voor het Landschapstraject Benedenmaas, traject Grave - Lith (12).

Verwachtingskaartwaarden	Oppervlakte (ha)		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Lage verwachting	0,00	22,21	22,21
Middelmatige verwachting	0,00	0,00	0,00
Hoge verwachting	0,00	8,72	8,72
Vindplaatsen zonder status	0,00	0,00	0,00
Vindplaatsen met status	0,00	0,00	0,00
Totaal	**0,00**	**30,93**	**30,93**

Tabel D22 Gewogen effecten van rivierverruimingsmaatregelen per verwachtingskaartzone voor het Landschapstraject Benedenmaas, traject Grave - Lith (12).

Verwachtingskaartwaarden	Gewogen waarden		
	Basisalternatief 1	Basisalternatief 2	Basisalternatief 3
Lage verwachting	0,00	0,37	0,37
Middelmatige verwachting	0,00	0,00	0,00
Hoge verwachting	0,00	0,52	0,52
Vindplaatsen zonder status	0,00	0,00	0,00
Vindplaatsen met status	0,00	0,00	0,00
Totaal	**0,00**	**0,89**	**0,89**

Bijlage E Aardkundige waarden

Tabel E1 Effecten van de basisalternatieven op de huidige aardkundige fenomenen langs de Maasroute en de Zandmaas.

	Basisalternatief 1						Basisalternatief 2 en 3					
	aan-tasting waarde	abso-lute grootte v.d. aan-tasting	rela-tieve grootte v.d. aan-tasting	plaats v.d. aan-tasting	door snij-ding	totaal waar-dering	aan-tasting waarde	abso-lute grootte v.d. aan-tasting	rela-tieve grootte v.d. aan-tasting	plaats v.d. aan-tasting	door-snij-ding	totaal waar-dering
Bovenmaas: geen aantasting huidige aardkunidge fenomenen door basisalternatieven												
Julianakanaal, sluis Limmel - sluizen Born												
Hemelbeek	- - -	-	-	0	0	-	- - -	-	-	0	0	-
Hemelbeek-Bunderbos	- -	-	-	-	0	-	- -	-	-	-	0	-
Scharbeek	- -	-	-	-	0	-	- -	-	-	-	0	-
Julianakanaal, sluizen Born - sluizen Maasbracht: geen aantasting huidige aardkundige fenomenen door basisalternatieven												
Plassenmaas, sluizen Maasbracht - stuw Linne: geen aantasting huidige aardkundige fenomenen door basisalternatieven												
Plassenmaas, stuw Linne - stuw Roermond: geen aantasting huidige aardkundige fenomenen door basisalternatieven												
Plassenmaas, stuw Roermond - Neer												
Swalmdal	geen aantasting						- - -	-	- -	- -	-*)	- -
Middenmaas, Neer - stuw Belfeld												
terrasrand de Weerd	geen aantasting						- -	- -	- -	- -	-*)	- -
Schelkensbeek	geen aantasting						- - -	-	- -	- -	-*)	- -
Middenmaas, stuw Belfeld - Arcen												
Kessel - Blerick	geen aantasting						- -	- - -	- -	-	-*)	- -
terrasrand langs diep ingesneden Maas West	geen aantasting						- -	- - -	- - -	-	- -	- - -
terrasrand langs diep ingesneden Maas Oost	geen aantasting						- -	- - -	- - -	-	- -	- - -
Everlosche beek	geen aantasting						- -	-	-	0	0	-
Broekloop - Molenbeek	geen aantasting						- - -	-	-	- -	-*)	0**)
Noordelijke Maas, Arcen - stuw Sambeek												
geul Z Blitterswijck	- -	-	-	0	0	0	- -	-	-	0	0	0**)
terrasrand Galgenberg	- -	- -	-	-	-	-	- -	- -	-	- -	-	-
geul N Blitterswijck	- - -	-	- -	-	0	-	- - -	- -	- -	-	0	- -
terrasrand N Blitterswijck	geen aantasting						- - -	- -	- -	-	0	-
dalvlakteterras NW Wanssum	- -	- -	-	-	0	-	- -	- -	-	-	0	-
terrasrand Z Aijen	- -	- -	-	0	0	-	- -	- -	-	0	0	-
terrasrand Maashees- Boxmeer	- -	- -	-	0	0	-	- -	- -	-	0	0	-
Noordelijke Maas, stuw Sambeek- Cuijk												
Niers	- - -	- -	-	-	0	-	- - -	- -	-	-	0	-
Benedenmaas, Cuijk - stuw Grave: geen aantasting huidige aardkundige fenomenen door basisalternatieven												
Benedenmaas, stuw Grave - stuw Lith												
Keent	geen aantasting											
Getijdenmaas: geen aantasting huidige aardkundige fenomenen door basisalternatieven												

*) *Doorsnijding van de overgang tussen rivier en aardkundig fenomeen*

**) *De grootte van de aantasting is dermate klein, dat de totaalwaardering van de aantasting '0' is*

Tabel E2 Oppervlakte- en lengteafnames huidige aardkundige fenomenen langs de Maasroute en de Zandmaas bij uitvoering van de basisalternatieven.

landschapstraject	oppervlakte polygoon (ha), c.q. lengte steilrand (km)	Basisalternatief 1		Basisalternatief 2 en 3	
		oppervlakte afname polygoon	afname (%) lengteafname steilrand (km)	oppervlakte afname polygoon	afname (%) lengteafname steilrand (km)
Julianakanaal, sluis Limmel - sluizen Born					
Hemelbeek	8,4	0,2	3,0	0,2	3,0
Hemelbeek-Bunderbos	3,2	0,2	7,5	0,2	7,5
Scharberg	16	1,5	9,2	1,5	9,2
Plassenmaas, stuw Roermond - Neer					
Swalmdal	179	geen aantasting		2,3	1,3
Middenmaas, Neer - stuw Belfeld					
terrasrand de Weerd	1,9	geen aantasting		0,3	13,8
Schelkensbeek	6,1	geen aantasting		1,2	20,4
Middenmaas, stuw Belfeld - Arcen					
Kessel - Blerick	825	geen aantasting		20	2,4
terrasrand langs diep ingesneden Maas West	27,4	geen aantasting		134	8,01
terrasrand langs diep ingesneden Maas Oost	25,9	geen aantasting		9,3	35,9
Everlosche beek	19	geen aantasting		0,8	4,7
Broekloop - Molenbeek	140	geen aantasting		0,0022	0,002
Noordelijke Maas, Arcen - stuw Sambeek					
geul Z Blitterswijck	337	0,2	0,05	0,0003	0,00008
terrasrand Galgenberg	4,2	0,2	3,6	0,3	6,0
geul N Blitterswijck	16	1,9	12,0	2,8	17,3
terrasrand N Blitterswijck	2,4	geen aantasting		0,3	11,7
dalvlakteterras NW Wanssum	52	2,0	3,9	3,6	6,9
terrasrand Z Aijen	4,5	0,2	4,3	0,2	4,3
terrasrand Maashees - Boxmeer	9,2	0,1	1,3	0,1	1,3
Noordelijke Maas, stuw Sambeek - Cuijk					
Niers	762	14	1,9	19	2,5
Benedenmaas, stuw Grave - stuw Lith					
Keent	600	geen aantasting		19	3,1

Bijlage F Veranderingen van grondwaterstanden 30%-nat jaar

Bijlage F1 Verandering van grondwaterstand 30%-nat jaar voor Basisalternatief 1

Traject	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand						Gemiddeld Laagste Grondwaterstand					
	Oppervlak met verhoging (ha)			Oppervlak met verlaging (ha)			Oppervlak met verhoging (ha)			Oppervlak met verlaging (ha)		
	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)
Maasroute												
1	0	1118	3792	0	0	0	0	1988	3548	0	0	0
3	0	0	65	0	0	0	0	0	122	0	0	0
4	0	522	2608	0	0	0	0	0	3384	0	0	0
5	0	1155	2893	0	0	0	0	866	3508	0	0	0
Subtotaal	0	2795	9358	0	0	0	0	2854	10.562	0	0	0
Zandmaas												
6	780	3173	1779	0	0	0	907	3195	2086	0	0	0
8	1369	3065	1911	0	0	0	2925	2491	2135	0	0	0
9	8741	7810	4677	0	0	0	12011	8351	5198	0	0	0
10	3729	4306	2890	0	0	0	6372	5263	3085	0	0	0
11	260	2930	1792	0	0	0	289	3884	2121	0	0	0
12	0	14	36	74	0	0	0	92	229	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotaal	14.879	21.298	13.085	74	0	0	22.504	23.276	14.854	0	0	0
Totaal	**14.879**	**24.093**	**22.443**	**74**	**0**	**0**	**22.504**	**26.130**	**25.416**	**0**	**0**	**0**
		61.415			**74**			**74.050**			**0**	

Bijlage F2 Verandering van grondwaterstand 30%-nat jaar voor Basisalternatief 2

Traject	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand						Gemiddeld Laagste Grondwaterstand					
	Oppervlak met verhoging (ha)			Oppervlak met verlaging (ha)			Oppervlak met verhoging (ha)			Oppervlak met verlaging (ha)		
	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)
Maasroute												
1	0	1117	3794	0	0	0	0	1996	3540	0	0	0
3	0	0	65	0	0	0	0	0	122	0	0	0
4	0	470	2618	0	0	0	0	0	3289	0	0	0
5	0	1137	2775	0	0	0	0	932	3443	0	0	0
Subtotaal	0	2724	9252	0	0	0	0	2928	10.394	0	0	0
Zandmaas												
6	616	3167	1893	0	0	0	893	3146	2070	0	0	0
8	442	3235	2323	0	0	0	2862	2384	1952	0	0	0
9	6270	8694	5194	0	0	0	11584	8032	5186	0	0	0
10	2312	4327	3316	0	0	0	6183	5338	2908	0	0	0
11	13	2902	1736	0	0	0	197	3916	2039	0	0	0
12	0	7	8	334	93	0	0	107	173	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotaal	9653	22.332	14.470	334	93	0	21.719	22.923	14.328	0	0	0
Totaal	**9653**	**25.056**	**23.722**	**334**	**93**	**0**	**21.719**	**25.851**	**24.722**	**0**	**0**	**0**
		58.431			**427**			**72.292**			**0**	

Bijlage F3 Verandering van grondwaterstand 30%-nat jaar voor Basisalternatief 3

Traject	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand						Gemiddeld Laagste Grondwaterstand					
	Oppervlak met verhoging (ha)			Oppervlak met verlaging (ha)			Oppervlak met verhoging (ha)			Oppervlak met verlaging (ha)		
	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)
Maasroute												
1	0	1117	3794	0	0	0	0	1996	3540	0	0	0
3	0	0	65	0	0	0	0	0	122	0	0	0
4	0	486	2657	0	0	0	0	0	3367	0	0	0
5	0	1434	2778	0	0	0	0	955	3447	0	0	0
Subtotaal	0	3037	9294	0	0	0	0	2951	10476	0	0	0
Zandmaas												
6	1986	2382	1559	0	0	0	787	3315	2127	0	0	0
8	1661	2914	1843	0	0	0	2911	2599	2190	0	0	0
9	9703	7217	4699	0	0	0	12434	8644	5086	0	0	0
10	3903	4396	2732	0	0	0	6467	5211	3066	0	0	0
11	344	2994	1672	0	0	0	289	3884	2216	0	0	0
12	0	14	24	474	136	0	0	107	238	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotaal	17.597	19.917	12.529	474	136	0	22.888	23.760	14.923	0	0	0
Totaal	**17.597**	**22.954**	**21.823**	**474**	**136**	**0**	**22.888**	**26.711**	**25.399**	**0**	**0**	**0**
		62.374			**610**			**74.998**			**0**	

Bijlage G Veranderingen van grondwaterstanden 70%-nat jaar

Bijlage G1 Verandering van grondwaterstand 70%-nat jaar voor Basisalternatief 1

Traject	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand						Gemiddeld Laagste Grondwaterstand					
	Oppervlak met verhoging (ha)			Oppervlak met verlaging (ha)			Oppervlak met verhoging (ha)			Oppervlak met verlaging (ha)		
	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)
Maasroute												
1	0	781	3772	0	0	0	0	1244	3902	0	0	0
3	0	0	65	0	0	0	0	0	75	0	0	0
4	0	0	2318	0	0	0	0	0	3202	0	0	0
5	0	265	2283	138	349	87	0	841	3157	0	0	0
Subtotaal	0	1046	8438	138	349	87	0	2085	10.336	0	0	0
Zandmaas												
6	0	214	2324	338	1021	68	645	3308	1746	0	0	0
8	271	1137	1966	313	1232	131	2592	2242	1653	0	0	0
9	4645	6494	4621	413	1664	510	10476	7454	4391	0	0	0
10	155	2675	2396	681	1551	842	5816	4889	2746	0	0	0
11	0	2182	2010	0	0	0	269	3619	2121	0	0	0
12	0	2	5	156	179	0	0	53	170	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotaal	5071	12.704	13.322	1901	5647	1551	19.798	21.565	12.827	0	0	0
Totaal	**5071**	**13.750**	**21.760**	**2039**	**5996**	**1638**	**19.798**	**23.650**	**23.163**	**0**	**0**	**0**
		40.581			**9.673**			**66.611**			**0**	

Bijlage G2 Verandering van grondwaterstand 70%-nat jaar voor Basisalternatief 2

Traject	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand						Gemiddeld Laagste Grondwaterstand					
	Oppervlak met verhoging (ha)			Oppervlak met verlaging (ha)			Oppervlak met verhoging (ha)			Oppervlak met verlaging (ha)		
	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)
Maasroute												
1	0	781	3781	0	0	0	0	1253	3885	0	0	0
3	0	0	65	0	0	0	0	0	75	0	0	0
4	0	0	2288	0	0	0	0	0	3171	0	0	0
5	0	252	2305	149	326	87	0	867	3154	0	0	0
Subtotaal	0	1033	8439	149	326	87	0	2120	10285	0	0	0
Zandmaas												
6	0	210	2599	251	869	58	648	3296	1748	0	0	0
8	54	1125	2107	496	528	6	2576	2075	1583	0	0	0
9	2816	7774	5215	422	1560	342	9904	7077	4764	0	0	0
10	22	1939	2336	714	1705	676	5669	4731	2667	0	0	0
11	0	1814	2008	0	0	0	139	3197	2549	0	0	0
12	0	0	2	508	710	0	0	53	155	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotaal	2892	12.862	14.267	2391	5372	1082	18.936	20.429	13.376	0	0	0
Totaal	**2892**	**13.895**	**22.706**	**2540**	**5698**	**1169**	**18.936**	**22.549**	**23.661**	**0**	**0**	**0**
		39.493			**9407**			**65.146**			**0**	

Bijlage G3 Verandering van grondwaterstand 70%-nat jaar voor Basisalternatief 3

Traject	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand						Gemiddeld Laagste Grondwaterstand					
	Oppervlak met verhoging (ha)			Oppervlak met verlaging (ha)			Oppervlak met verhoging (ha)			Oppervlak met verlaging (ha)		
	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)	> 0,25 (m)	0,10-0,25 (m)	0,05-0,10 (m)
Maasroute												
1	0	781	3773	0	0	0	0	1253	3893	0	0	0
3	0	0	65	0	0	0	0	0	75	0	0	0
4	0	81	2315	0	0	0	0	0	3229	0	0	0
5	0	1101	2028	122	358	141	0	822	3237	0	0	0
Subtotaal	0	1963	8181	122	358	141	0	2075	10.434	0	0	0
Zandmaas												
6	111	1413	2518	130	439	75	602	3399	1760	0	0	0
8	381	1185	2044	287	1325	158	2610	2279	1772	0	0	0
9	5700	6396	4347	566	1572	1047	10939	7489	4636	0	0	0
10	165	2742	2495	746	1545	927	5859	4886	2685	0	0	0
11	0	2267	1964	0	0	0	269	3705	2056	0	0	0
12	0	2	5	500	708	0	0	53	178	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotaal	6357	14.005	13.373	2229	5589	2207	20.279	21.811	13.087	0	0	0
Totaal	**6357**	**15.968**	**21.554**	**2351**	**5947**	**2348**	**20.279**	**23.886**	**23.521**	**0**	**0**	**0**
		43.879			**10.646**			**67.686**			**0**	

Bijlage H Verandering van oppervlak kwelgebied

Bijlage H1 Verandering van oppervlak kwelgebied voor Basisalternatief 1

Traject	Totaal oppervlak kwelgebied (ha)	Omslag kwel naar infiltratie (ha)	% met omslag kwel naar infiltratie	omslag infiltratie naar kwel (ha)	% met omslag infiltratie naar kwel
Maasroute					
1 (Eijsden-Borgharen)		0	0,0	47	1,5
3 (Borgharen-Born)		0	0,0	9	0,2
4 (Born-Maasbracht)		0	0,0	4	0,0
5 (Maabracht-Linne)		0	0,0	84	4,5
Subtotaal		0	0,0	144	0,9
Zandmaas					
6 (Linne-Roermond)		30	0,9	48	1,4
8 (Roermond-Belfeld)		9	0,1	95	1,0
9 (Belfeld-Sambeek)		105	0,5	957	4,2
10 (Sambeek-Grave)		0	0,0	853	7,9
11 (Maas-Waalkanaal)		0	0,0	60	3,2
12 (Grave-Lith)		5	0,0	103	0,6
13 (Lith-Hedel)		0	0,0	0	0,0
Subtotaal	0	149	0,2	2116	3,3
Totaal	**0**	**149**	**0,2**	**2260**	**2,8**

Bijlage H2 Verandering van oppervlak kwelgebied voor Basisalternatief 2

Traject	Totaal oppervlak kwelgebied (ha)	Omslag kwel naar infiltratie (ha)	% met omslag kwel naar infiltratie	omslag infiltratie naar kwel (ha)	% met omslag infiltratie naar kwel
Maasroute					
1 (Eijsden-Borgharen)		0	0,0	40	1,3
3 (Borgharen-Born)		0	0,0	0	0,0
4 (Born-Maasbracht)		18	0,2	9	0,1
5 (Maabracht-Linne)		0	0,0	94	5,0
Subtotaal		18	0,1	143	0,9
Zandmaas					
6 (Linne-Roermond)		0	0,0	63	1,8
8 (Roermond-Belfeld)		66	0,7	99	1,0
9 (Belfeld-Sambeek)		110	0,5	872	3,8
10 (Sambeek-Grave)		0	0,0	757	7,0
11 (Maas-Waalkanaal)		0	0,0	54	2,9
12 (Grave-Lith)		32	0,2	61	0,4
13 (Lith-Hedel)		0	0,0	0	0,0
Subtotaal	0	208	0,3	1936	3,0
Totaal	**0**	**226**	**0,3**	**2079**	**2,6**

Bijlage H3 Verandering van oppervlak kwelgebied voor Basisalternatief 3

Traject	Totaal oppervlak kwelgebied (ha)	Omslag kwel naar infiltratie (ha)	% met omslag kwel naar infiltratie	omslag infiltratie naar kwel (ha)	% met omslag infiltratie naar kwel
Maasroute					
1 (Eijsden-Borgharen)		0	0,0	47	1,5
3 (Borgharen-Born)		0	0,0	9	0,2
4 (Born-Maasbracht)		22	0,3	4	0,0
5 (Maabracht-Linne)		4	0,2	84	4,5
Subtotaal		26	0,2	144	0,9
Zandmaas					
6 (Linne-Roermond)		33	0,9	72	2,1
8 (Roermond-Belfeld)		68	0,7	95	1,0
9 (Belfeld-Sambeek)		144	0,6	1018	4,5
10 (Sambeek-Grave)		0	0,0	861	8,0
11 (Maas-Waalkanaal)		0	0,0	60	3,2
12 (Grave-Lith)		67	0,4	113	0,7
13 (Lith-Hedel)		0	0,0	0	0,0
Subtotaal	0	312	0,5	2219	3,5
Totaal	**0**	**338**	**0,4**	**2363**	**2,9**

Bijlage I Verandering van verblijftijden grondwater

Bijlage I1 Verandering van verblijftijden van grondwater voor Basisalternatief 1

Traject	Berekend aantal stroombanen	Aantal stroombanen met verandering	Verandering in %	Samenvattend effect op verblijftijden
Maasroute				
1 (Eijsden-Borgharen)	nvt	-	-	-
3 (Borgharen-Born)	nvt	-	-	-
4 (Born-Maasbracht)	128	1	0,8	toename
5 (Maabracht-Linne)	57	4	7,0	toename
Subtotaal	185	5	2,7	toename
Zandmaas				
6 (Linne-Roermond)	86	2	2,3	afname
8 (Roermond-Belfeld)	240	5	2,1	toename
9 (Belfeld-Sambeek)	332	29	8,7	toename
10 (Sambeek-Grave)	252	11	4,4	gemengd
11 (Maas-Waalkanaal)	43	5	11,6	toename
12 (Grave-Lith)	359	4	1,1	afname
13 (Lith-Hedel)	20	0	0	geen
Subtotaal	1332	56	4,2	gemengd
Gehele projectgebied	**1517**	**61**	**4,0**	**gemengd**

Bijlage I2 Verandering van verblijftijden van grondwater voor Basisalternatief 2

Traject	Berekend aantal stroombanen	Aantal stroombanen met verandering	Verandering in %	Samenvattend effect op verblijftijden
Maasroute				
1 (Eijsden-Borgharen)	nvt	-	-	-
3 (Borgharen-Born)	nvt	-	-	-
4 (Born-Maasbracht)	128	2	1,6	toename
5 (Maabracht-Linne)	57	4	7,0	toename
Subtotaal	185	6	3,2	toename
Zandmaas				
6 (Linne-Roermond)	86	2	2,3	gemengd
8 (Roermond-Belfeld)	240	4	1,7	toename
9 (Belfeld-Sambeek)	332	24	7,2	toename
10 (Sambeek-Grave)	252	9	3,6	gemengd
11 (Maas-Waalkanaal)	43	4	9,3	toename
12 (Grave-Lith)	359	4	1,1	afname
13 (Lith-Hedel)	20	0	0	geen
Subtotaal	1332	47	3,5	gemengd
Gehele projectgebied	**1517**	**3**	**3,5**	**gemengd**

Bijlage I3: Verandering van verblijftijden van grondwater voor Basisalternatief 3

Traject	Berekend aantal stroombanen	Aantal stroombanen met verandering	Verandering in %	Samenvattend effect op verblijftijden
Maasroute				
1 (Eijsden-Borgharen)	nvt	-	-	-
3 (Borgharen-Born)	nvt	-	-	-
4 (Born-Maasbracht)	128	1	0,8	toename
5 (Maabracht-Linne)	57	4	7,0	toename
Subtotaal	185	5	2,7	toename
Zandmaas				
6 (Linne-Roermond)	86	3	3,5	afname
8 (Roermond-Belfeld)	240	5	2,1	toename
9 (Belfeld-Sambeek)	332	28	8,4	toename
10 (Sambeek-Grave)	252	8	3,2	toename
11 (Maas-Waalkanaal)	43	5	11,6	toename
12 (Grave-Lith)	359	4	1,1	afname
13 (Lith-Hedel)	20	0	0	geen
Subtotaal	1332	53	4,0	gemengd
Gehele projectgebied	**1517**	**58**	**3,8**	**gemengd**

Bijlage J Verandering van maximale diepte grondwatersystemen

Bijlage J1 Verandering van maximale diepte grondwatersystemen voor Basisalternatief 1

Traject	Berekend aantal stroombanen	Aantal stroombanen met verandering	Verandering in %	Samenvattend effect op verblijftijden
Maasroute				
1 (Eijsden-Borgharen)	nvt	-	-	-
3 (Borgharen-Born)	nvt	-	-	-
4 (Born-Maasbracht)	128	1	0,8	afname
5 (Maabracht-Linne)	57	7	12,2	gemengd
Subtotaal	185	8	4,3	gemengd
Zandmaas				
6 (Linne-Roermond)	86	10	11,6	gemengd
8 (Roermond-Belfeld)	240	6	2,5	toename
9 (Belfeld-Sambeek)	332	38	11,4	gemengd
10 (Sambeek-Grave)	252	33	13,1	gemengd
11 (Maas-Waalkanaal)	43	13	30,2	gemengd
12 (Grave-Lith)	359	1	0,3	toename
13 (Lith-Hedel)	20	0	0,0	geen
Subtotaal	1332	101	7,6	gemengd
Gehele projectgebied	**1517**	**109**	**7,2**	**gemengd**

Bijlage J2 Verandering van maximale diepte grondwatersystemen voor Basisalternatief 2

Traject	Berekend aantal stroombanen	Aantal stroombanen met verandering	Verandering in %	Samenvattend effect op verblijftijden
Maasroute				
1 (Eijsden-Borgharen)	nvt	-	-	-
3 (Borgharen-Born)	nvt	-	-	-
4 (Born-Maasbracht)	128	1	0,8	afname
5 (Maabracht-Linne)	57	6	10,5	gemengd
Subtotaal	185	7	3,8	gemengd
Zandmaas				
6 (Linne-Roermond)	86	10	11,6	gemengd
8 (Roermond-Belfeld)	240	5	2,1	toename
9 (Belfeld-Sambeek)	332	36	10,8	gemengd
10 (Sambeek-Grave)	252	32	12,7	gemengd
11 (Maas-Waalkanaal)	43	11	25,6	gemengd
12 (Grave-Lith)	359	5	1,4	gemengd
13 (Lith-Hedel)	20	0	0,0	geen
Subtotaal	1332	99	7,4	gemengd
Gehele projectgebied	**1517**	**106**	**7,0**	**gemengd**

Bijlage J3 Verandering van maximale diepte grondwatersystemen voor Basisalternatief 3

Traject	Berekend aantal stroombanen	Aantal stroombanen met verandering	Verandering in %	Samenvattend effect op verblijftijden
Maasroute				
1 (Eijsden-Borgharen)	nvt	-	-	-
3 (Borgharen-Born)	nvt	-	-	-
4 (Born-Maasbracht)	128	1	0,8	afname
5 (Maabracht-Linne)	57	5	8,8	gemengd
Subtotaal	185	6	3,2	gemengd
Zandmaas				
6 (Linne-Roermond)	86	11	12,8	gemengd
8 (Roermond-Belfeld)	240	7	5,0	toename
9 (Belfeld-Sambeek)	332	42	12,7	gemengd
10 (Sambeek-Grave)	252	35	13,9	gemengd
11 (Maas-Waalkanaal)	43	14	32,6	gemengd
12 (Grave-Lith)	359	8	2,2	gemengd
13 (Lith-Hedel)	20	0	0,0	geen
Subtotaal	1332	117	8,8	gemengd
Gehele projectgebied	**1517**	**123**	**8,1**	**gemengd**

Bijlage K Procentuele verandering grondwatersystemen

Bijlage K1 Procentuele verandering per deelaspect verandering grondwatersystemen voor Basisalternatief 1

Traject	Kwel -> infiltratie	Infiltratie -> kwel	Verandering verblijftijden	Verandering maximale diepte	Verandering herkomst
Maasroute					
1 (Eijsden-Borgharen)	0	2	-	-	-
3 (Borgharen-Born)	0	0	-	-	-
4 (Born-Maasbracht)	0	0	1	1	4
5 (Maabracht-Linne)	0	5	7	12	
Subtotaal	0	1	3	4	14
Zandmaas					
6 (Linne-Roermond)	1	2	4	13	12
8 (Roermond-Belfeld)	1	1	2	5	6
9 (Belfeld-Sambeek)	1	5	8	13	17
10 (Sambeek-Grave)	0	8	3	14	26
11 (Maas-Waalkanaal)	0	3	12	33	30
12 (Grave-Lith)	0	1	1	2	2
13 (Lith-Hedel)	0	0	0	0	0
Subtotaal	0	3	4	8	11
Gehele projectgebied	**0**	**3**	**4**	**7**	**11**

Bijlage K2 Procentuele verandering per deelaspect verandering grondwatersystemen voor Basisalternatief 2

Traject	Kwel -> infiltratie	Infiltratie -> kwel	Verandering verblijftijden	Verandering maximale diepte	Verandering herkomst
Maasroute					
1 (Eijsden-Borgharen)	0	1	-	-	-
3 (Borgharen-Born)	0	0	-	-	-
4 (Born-Maasbracht)	0	0	2	1	3
5 (Maabracht-Linne)	0	5	7	11	11
Subtotaal	0	1	3	4	5
Zandmaas					
6 (Linne-Roermond)	0	2	2	12	9
8 (Roermond-Belfeld)	1	1	2	2	5
9 (Belfeld-Sambeek)	1	4	7	11	14
10 (Sambeek-Grave)	0	7	4	13	21
11 (Maas-Waalkanaal)	0	3	9	26	26
12 (Grave-Lith)	0	0	1	1	1
13 (Lith-Hedel)	0	0	0	0	0
Subtotaal	0	3	4	7	10
Gehele projectgebied	**0**	**3**	**4**	**7**	**10**

Bijlage K3 Procentuele verandering per deelaspect verandering grondwatersystemen voor Basisalternatief 3

Traject	Kwel -> infiltratie	Infiltratie -> kwel	Verandering verblijftijden	Verandering maximale diepte	Verandering herkomst
Maasroute					
1 (Eijsden-Borgharen)	0	2	-	-	-
3 (Borgharen-Born)	0	0	-	-	-
4 (Born-Maasbracht)	0	0	1	1	4
5 (Maabracht-Linne)	0	5	7	9	11
Subtotaal	0	1	3	3	6
Zandmaas					
6 (Linne-Roermond)	1	2	4	13	12
8 (Roermond-Belfeld)	1	1	2	5	6
9 (Belfeld-Sambeek)	1	5	8	13	17
10 (Sambeek-Grave)	0	8	3	14	26
11 (Maas-Waalkanaal)	0	3	12	33	30
12 (Grave-Lith)	0	1	1	2	2
13 (Lith-Hedel)	0	0	0	0	0
Subtotaal	1	4	4	9	13
Gehele projectgebied	**0**	**3**	**4**	**8**	**12**

Bijlage L Hinder

In de hinderbepaling voor de alternatieven van de Zandmaas is voor geluid uitgegaan van een wettelijk kader waarvan de maximale ontheffingswaarde 60 dB(A) bedraagt. Dit wettelijk kader is gebaseerd op de Circulaire Natte Grindwinning en ook voor de Grensmaas gehanteerd. VROM heeft voor de Grensmaas aan deze normstelling haar goedkeuring gegeven.
Inmiddels heeft VROM aangegeven dat de Circulaire Natte Grindwinning niet zonder meer mag worden toegepast voor de Zandmaas. Dit zou betekenen dat de grenswaarde geen 60 dB(A) mag bedragen maar wellicht 55 of 50 dB(A). Over het te hanteren wettelijk kader is echter nog geen overeenstemming bereikt.
Indien het wettelijk kader verlaagd wordt naar 55 of 50 dB(A) betekent dit feitelijk dat voor die ingrepen waarvoor deze grenswaarde wordt overschreden, aanvullende mitigerende maatregelen benodigd zijn zodanig dat aan de grenswaarde wordt voldaan. Pas als aan deze voorwaarde wordt voldaan, kan het aantal gehinderden en hindermensdagen worden bepaald.

Overigens moet worden opgemerkt dat het op voorhand niet zeker is dat voor alle ingrepen de geluidbelasting zodanig kan worden verlaagd (door middel van *realistische* maatregelen) dat voldaan kan worden aan een grenswaarde van 55 of 50 dB(A). Tevens zullen de kosten voor deze maatregelen gezien de akoestische eisen hoog zijn. De vraag die hierbij gesteld kan worden is of deze aanvullende mitigerende maatregelen nog als redelijk kunnen worden bestempeld.
In de navolgende tabellen wordt per alternatief en per stuwpand aangegeven hoeveel gehinderden een geluidbelasting ondervinden van 50 dB(A) of meer. Voor de classificatie is gebruik gemaakt van de verdeling in geluidschillen zoals die door Miedema in zijn hinderstudies is gehanteerd. Dit betekent dat voor 50 dB(A) de schil tussen 48 en 52 dB(A) is gehanteerd, en voor 55 dB(A) de schil van 52 tot 57 dB(A) en voor 60 dB(A) de schil van 57 tot 61 dB(A). Een geluidbelasting hoger dan 60 dB(A) is op basis van het wettelijk kader niet mogelijk hetgeen betekent dat alle gehinderden in de schil tussen 57 en 61 dB(A) een geluidbelasting ondervinden van ten hoogste 60 dB(A).

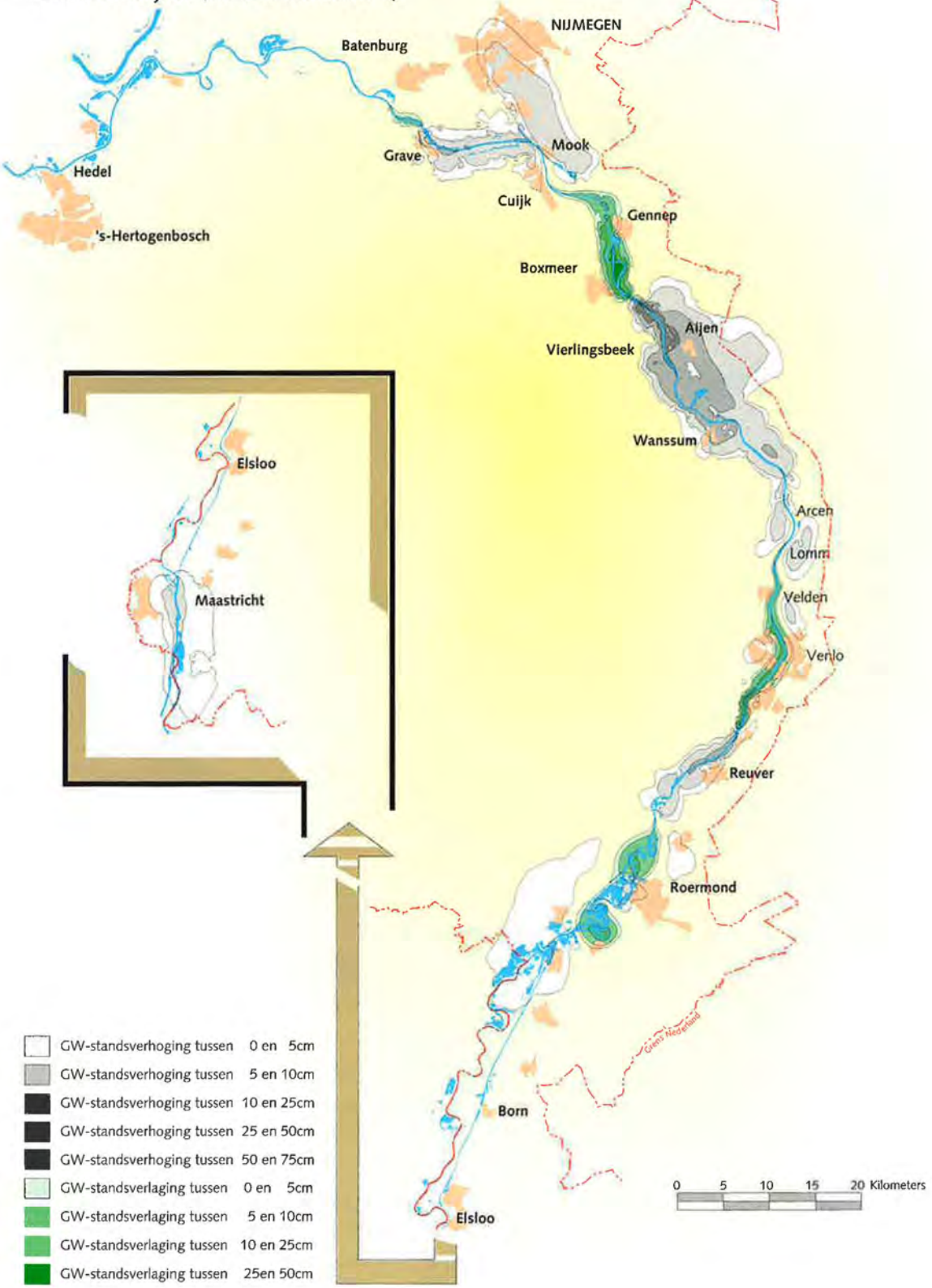
Tabel 1 Aantal gehinderden geluidbelasting 50 dB(A) of meer.

		Geluidbelasting dB(A)		
Alternatief	**Stuwpand**	**48 - 52**	**52 - 57**	**57 - 61**
Ba 1	Born	323	116	13
	Born*)	403	72	13
	Roermond	280	111	116
	Belfeld	167	54	33
	Sambeek	1294	213	348
	Grave	380	317	30
	Lith	80	0	45
	totaal	**2524**	**811**	**585**
	totaal*)	**2604**	**767**	**585**
Ba 2	Born	323	116	13
	Born*)	403	72	13
	Roermond	280	111	116
	Sambeek	122	257	39
	Grave	0	0	0
	totaal	**725**	**484**	**168**
	totaal*)	**805**	**440**	**168**
MMA	Born	13	6	0
	Roermond	9	24	0
	Belfeld	0	0	0
	Sambeek	14	0	0
	Grave	93	0	0
	Lith	9	0	0
	totaal	**138**	**30**	**0**
Ca	Born	403	72	13
	Lateraalkanaal	305	151	20
	Belfeld	56	46	12
	Sambeek	37	15	0
	Grave	229	219	6
	totaal	**1030**	**503**	**51**
Maasplassen	Oolerplas	55	0	0
	Rijkelse Bemden	18	5	0
	Lithse Ham west	42	0	0
	Koeweide	8	0	0
	Voorhaven Well	0	1	0
	totaal	**123**	**6**	**0**

*) *Oostvariant Julianakanaal*

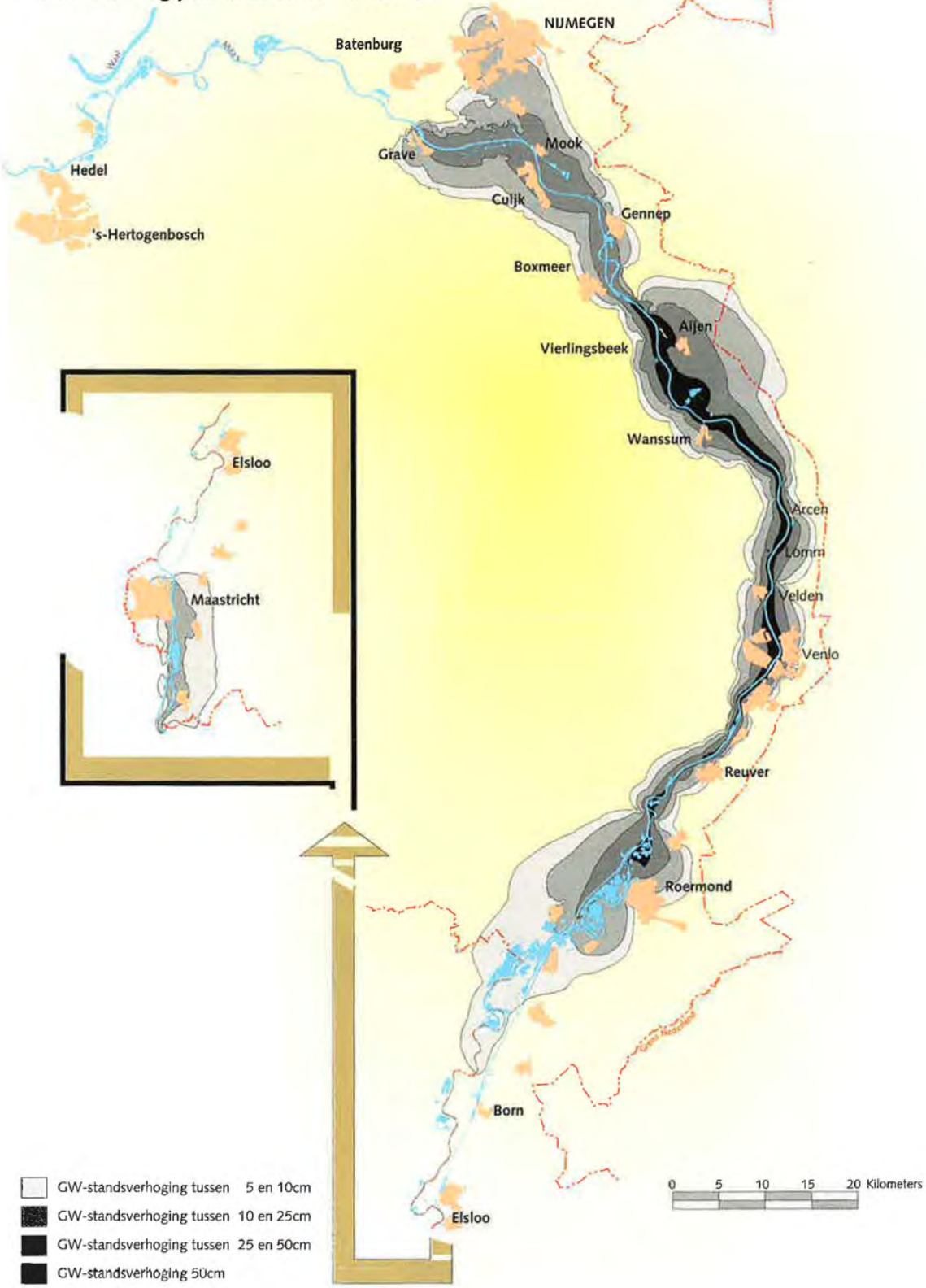
Verandering grondwaterstand Wintersituatie

relatief nat jaar *(Basisalternatief 1)*



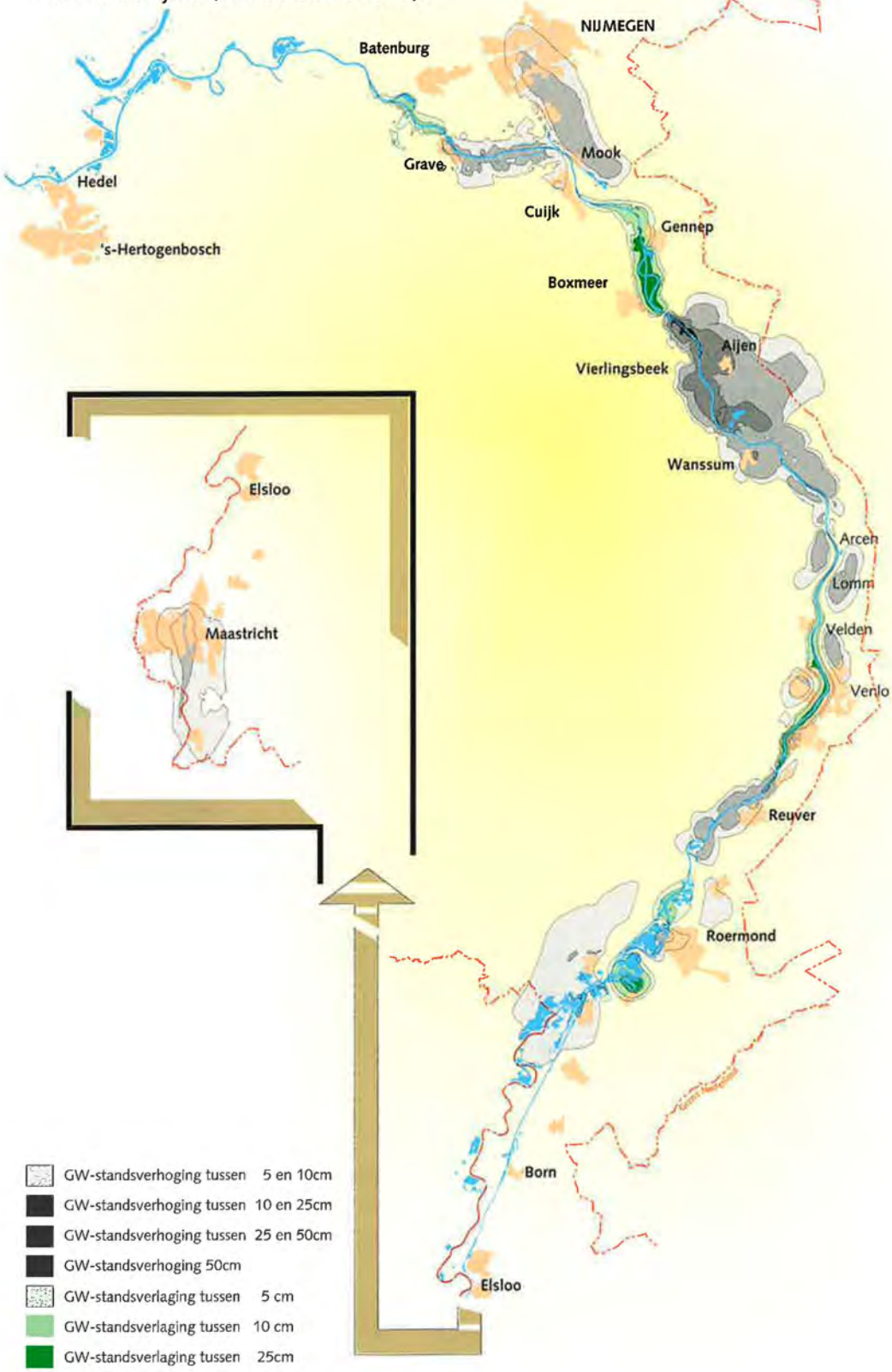
Verandering grondwaterstand Zomersituatie

relatief droog jaar *(Basisalternatief 1)*



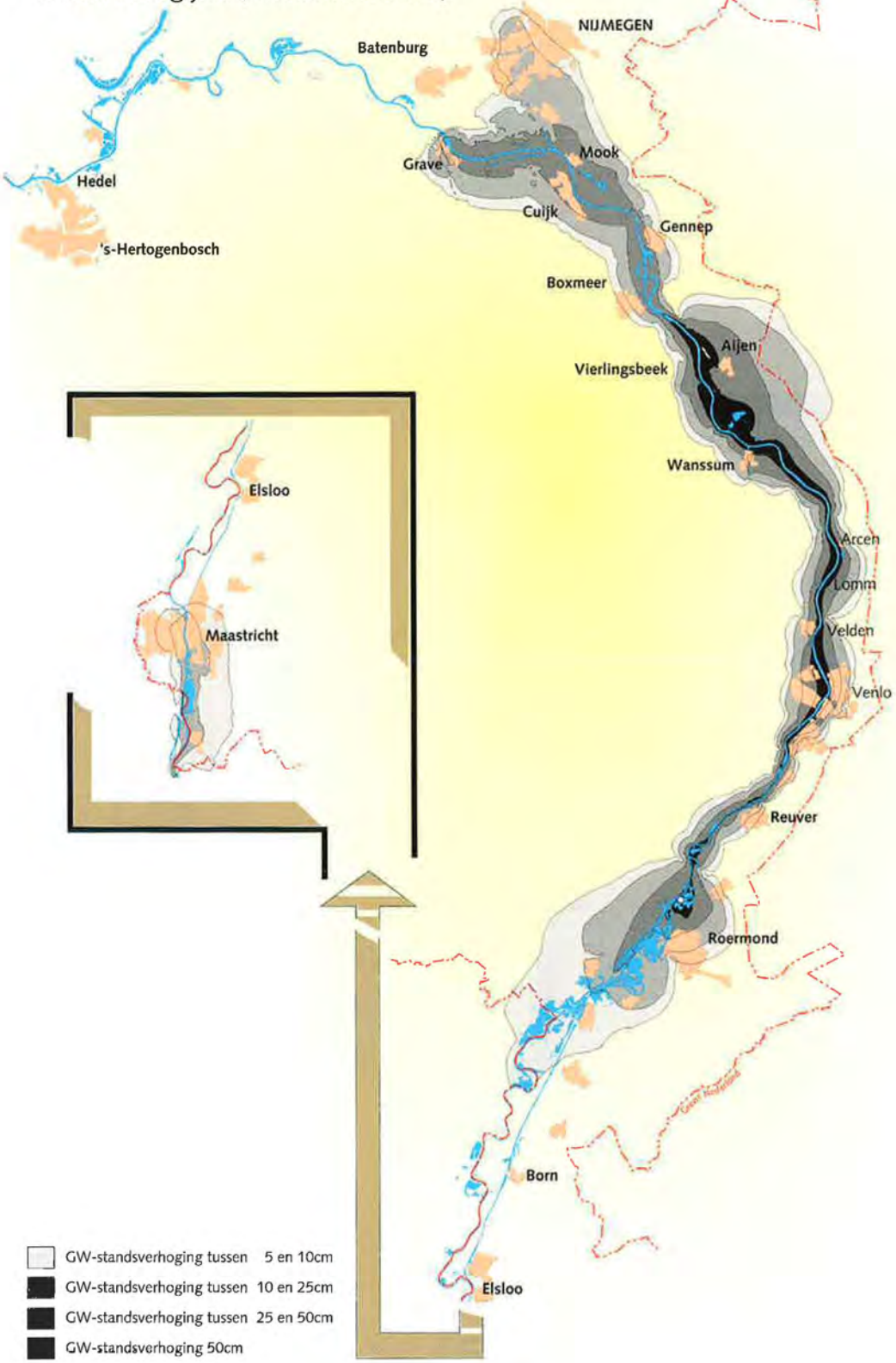
Verandering grondwaterstand Wintersituatie

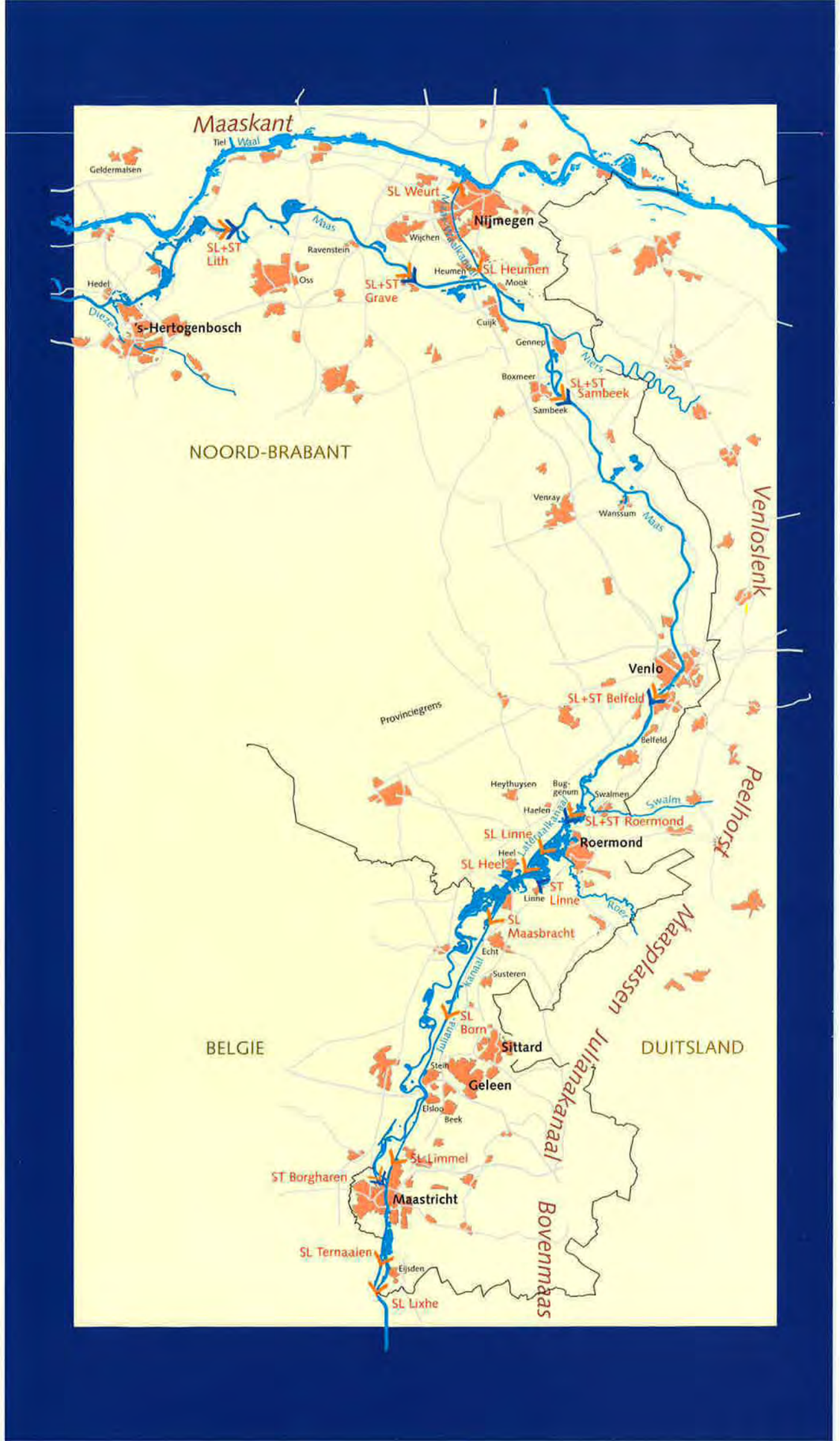
relatief nat jaar *(Basisalternatief 2)*



Verandering grondwaterstand Zomersituatie

relatief droog jaar *(Basisalternatief 2)*




Maaskant
Tiel
Waal
Geldermalsen
SL Weurt
Nijmegen
Wijchen
Ravenstein
Maas
SL+ST
Lith
Hedel
Oss
Heumen
SL Heumen
Mook
SL+ST
Grave
Dieze
's-Hertogenbosch
Cuijk
Gennep
Boxmeer
Niers
SL+ST
Sambeek
Sambeek
NOORD-BRABANT
Venray
Wanssum
Maas
Venloslenk
Venlo
SL+ST Belfeld
Provinciegrens
Belfeld
Heythuysen
Bug-
genum
Swalmen
Swalm
Peelorgel
Haelen
SL+ST Roermond
SL Linne
Roermond
Heel
SL Heel
ST
Linne
Linne
Roer
SL
Maasbracht
Echt
Maasplassen
Susteren
SL
Born
Sittard
BELGIE
DUITSLAND
Stein
Geleen
Elsloo
Beek
Julianakanaal
SL Limmel
ST Borgharen
Maastricht
Bovenmaas
SL Ternaaien
Eijsden
SL Lixhe

Sla deze omslag open voor een overzicht van het projectgebied van De Maaswerken.
Tevens te gebruiken als boekenlegger.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

De Maaswerken