



TEEB voor gebieden

Hoofdstudie

Kees Hendriks, Leon Braat, Charlotte Deerenberg, Petra van Egmond, Aris Gaaff,
Martijn van der Heide, Ruud Jongbloed, Chris Klok, Hans Leneman, Dick Melman, Arjan Ruijs
en Jacqueline Tamis

TEEB voor gebieden

Hoofdstudie

Kees Hendriks¹, Leon Braat¹, Charlotte Deerenberg², Petra van Egmond³, Aris Gaaff⁴, Martijn van der Heide⁴, Ruud Jongbloed², Chris Klok², Hans Leneman⁴, Dick Melman¹, Arjan Ruijs³ en Jacqueline Tamis²

1 Alterra Wageningen UR

2 Imares Wageningen UR

3 Planbureau voor de Leefomgeving

4 LEI Wageningen UR

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het kader van het EZ onderzoeksprogramma Natuur en Regio.
Projectcode [BO-11-011.01-001/BO-11-12-006]

Alterra Wageningen UR

Wageningen, januari 2014

Alterra-rapport 2489

ISSN 1566-7197

Hendriks, Kees, Leon Braat, Charlotte Deerenberg, Petra van Egmond, Aris Gaaff, Martijn van der Heide, Ruud Jongbloed, Chris Klok, Hans Leneman, Dick Melman, Arjan Ruijs en Jacqueline Tamis, 2014. *TEEB voor gebieden; Hoofdstudie*. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2489. 166 blz.; 30 fig.; 32 tab.; 114 ref.

Voor drie studiegebieden is nagegaan wat de betekenis van ecosysteemdiensten kan zijn bij de realisatie van beleidsdoelen voor die gebieden. De studiegebieden en beleidsopgaven zijn IJsselmeer met een besluit over het waterpeil, Schiermonnikoog met het openhouden van de jachthaven in een Natura 2000-gebied, en Rijk van Dommel en Aa met versterking van het groen-blauwe karakter van het gebied. De benadering uit de internationale studie *The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)* is in deze studie uitgewerkt tot een voor Nederland toepasbare methode: de TEEB aanpak. Aan de hand van deze aanpak worden voorkomende ecosysteemdiensten beschreven en gekwantificeerd, en worden van ruimtelijke ontwikkelingsvarianten hun effecten op maatschappelijke welvaart onderling vergeleken en gewaardeerd. De studie laat zien dat het integraal benaderen van gebiedsopgaven in ruimtelijke projecten en het daarbij meer benutten van synergie met natuur, kan leiden tot een hogere maatschappelijke welvaart. Ecosysteemdiensten spelen daar een belangrijke rol bij. De studie is bedoeld om bewustwording te vergroten van het nut van ecosysteemdiensten, waarbij de beschreven voorbeelden dienen ter inspiratie. Implementatie van de werkwijze in het beleid en toepassing in de praktijk moet worden afgestemd op de beleidsdoelen van het gebied waarbij nadere ruimtelijke detaillering en afstemming met lokale stakeholders is vereist.

Trefwoorden: Ecosysteemdiensten, Biodiversiteit, TEEB aanpak, waarden, karteren, kwantificeren, ruimtelijke planning, IJsselmeer, Schiermonnikoog, Rijk van Dommel en Aa

Dit rapport is gratis te downloaden van www.wageningenUR.nl/alterra (ga naar 'Alterra-rapporten' in de grijze balk onderaan). Alterra Wageningen UR verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2014 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, www.wageningenUR.nl/alterra. Alterra is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	11
	1.1 Achtergrond	11
	1.2 Doelstelling	12
	1.3 Leeswijzer	13
2	De TEEB-aanpak toegelicht	14
	2.1 Samenvatting	14
	2.2 De TEEB-benadering uitgewerkt	15
	2.3 Stap 1: Karteren van ecosysteemdiensten	16
	2.3.1 Dataverzameling	16
	2.3.2 Dataverwerking	18
	2.3.3 Data weergave op kaart	19
	2.4 Stap 2: Waarderen van welvaartseffecten van ecosysteemdiensten	22
	2.5 Stap 3: Verzilveren van ecosysteemdiensten	28
	2.6 TEEB-aanpak in Nederland toegepast: selectie van casestudiegebieden	29
3	Borgen van watervoorziening en -veiligheid IJsselmeer	31
	3.1 Samenvatting	31
	3.2 Inleiding en achtergrond casus	32
	3.3 Beschrijving van het gebied	33
	3.4 Voorkomende ecosysteemdiensten (Stap 1)	34
	3.4.1 Productiediensten	34
	3.4.2 Regulerende diensten	36
	3.4.3 Habitat diensten	36
	3.4.4 Culturele diensten	36
	3.5 De ontwikkelingsvarianten	36
	3.5.1 Planvarianten	36
	3.5.2 Ecosysteemdienstenvarianten	37
	3.5.3 Samenvatting van de varianten	38
	3.6 Waarderen van welvaartseffecten (Stap 2)	38
	3.6.1 Effecten van de varianten op ecosysteemdiensten	38
	3.6.2 Waardering van veranderingen in het aanbod van ecosysteemdiensten	40
	3.7 Vergelijking van de ontwikkelingsvarianten	46
	3.8 Conclusie casus	48
4	Openhouden Jachthaven Schiermonnikoog	50
	4.1 Samenvatting	50
	4.2 Inleiding en achtergrond casus	51
	4.3 Beschrijving van het gebied	52
	4.4 Voorkomende ecosysteemdiensten (Stap 1)	53
	4.4.1 Productiediensten	55
	4.4.2 Regulerende diensten	55
	4.4.3 Habitatdiensten	56
	4.4.4 Culturele diensten	58

4.5	De ontwikkelingsvarianten	60
4.5.1	Huidige situatie	60
4.5.2	Planvariant: 'Lozen op stroom'	61
4.5.3	Ecosysteemdienstenvariant: Aanleggen van een vooroever	61
4.5.4	Samenvatting van de varianten	62
4.6	Waarderen van welvaartseffecten (Stap 2)	62
4.6.1	Effecten van de varianten op ecosysteemdiensten	62
4.6.2	Waardering van veranderingen in het aanbod van ecosysteemdiensten	66
4.7	Vergelijking van de ontwikkelingsvarianten	68
4.8	Conclusie casus	70
5	Versterken groen-blauwe karakter Rijk van Dommel en Aa	72
5.1	Samenvatting	72
5.2	Inleiding en achtergrond casus	73
5.3	Beschrijving van het gebied	74
5.4	Voorkomende ecosysteemdiensten (Stap 1)	75
5.4.1	Productiediensten	79
5.4.2	Regulerende diensten	79
5.4.3	Habitatdiensten	81
5.4.4	Culturele diensten	81
5.5	De ontwikkelingsvarianten	82
5.5.1	Nulvariant: autonome ontwikkelingen, vastgesteld beleid.	83
5.5.2	Planvariant: prioritaire projecten Rijk van Dommel en Aa	84
5.5.3	Ecosysteemdienstenvariant: natuurlijke waterberging, verbrede landbouw, versterkte recreatie	86
5.5.4	Samenvatting van de varianten	91
5.6	Waarderen van welvaartseffecten (Stap 2)	94
5.6.1	Effecten van de varianten op het aanbod van ecosysteemdiensten	94
5.6.2	Waardering van veranderingen in het aanbod van ecosysteemdiensten	101
5.7	Vergelijking van de ontwikkelingsvarianten	108
5.8	Conclusie casus	109
6	Conclusie	111
7	Discussie	114
	Literatuur	117
Bijlage 1	Lijst met ecosysteemdiensten	124
Bijlage 2	Lijst met milieu-impacts	125
Bijlage 3	Karakteristieken van het IJsselmeer in kaart gebracht	129
Bijlage 4	Beschrijving kosten en baten IJsselmeeralternatieven	133
Bijlage 5	Kansen, koers en afspraken uit het B&O plan	142
Bijlage 6	Toelichting broedgebied per vogelsoort aangewezen in Natura 2000- gebied 'Waddenzee'	143
Bijlage 7	Beschrijving van de landbouw in het Rijk van Dommel en Aa	147
Bijlage 8	Landgebruik in het Rijk van Dommel en Aa	148
Bijlage 9	Berekening koolstofvastlegging en waterberging in casestudiegebied Rijk van Dommel en Aa	149
Bijlage 10	Berekeningswijzen van de welvaartseffecten voor de case Rijk van Dommel en Aa	154
Bijlage 11	Plaagbestrijding in casestudiegebied Rijk van Dommel en Aa	165

Woord vooraf

Natuur en biodiversiteit staan bijna altijd op de agenda bij gebiedsontwikkelingsprojecten. Vaak op een defensieve manier als een belang zonder economische of maatschappelijke betekenis. De belangen van regionale stakeholders zijn dan vaak tegengesteld.

Deze studie, 'TEEB voor gebieden' (2014), laat zien dat natuur en biodiversiteit ook kansen en mogelijkheden bieden in gebiedsprocessen. De voorstudie 'TEEB voor Gebieden' (2012) heeft geïllustreerd dat de gebruikswaarde van natuur en biodiversiteit niet of nauwelijks in beeld komt bij gebiedsontwikkeling. De hoofdstudie 'TEEB voor gebieden' laat in drie casestudiegebieden, het IJsselmeer, Jachthaven Schiermonnikoog en het Land van Dommel en Aa, zien dat een systematische toepassing van de TEEB-aanpak integrale oplossingen, oplossingen die én goed zijn voor de samenleving én goed zijn voor natuur en biodiversiteit, dichterbij kan brengen. Door vroeg in het proces varianten met ecosysteemdiensten te vergelijken met gekozen planvarianten ontstaat perspectief op oplossingen met een grotere maatschappelijke welvaart.

Deze studie laat ook zien wat nodig is om de TEEB aanpak te verbeteren om deze in de context van een specifiek gebiedsontwikkelingsproject te kunnen toepassen. Niet alle vragen worden in deze studie opgelost. In het TEEB vervoliprogramma van het ministerie van Economische Zaken, dat door het Planbureau voor de Leefomgeving wordt uitgevoerd, zal de nadruk meer liggen op de meekoppeling met werkwijzen en besluiten. Het doel daarvan is om uit te zoeken of een TEEB aanpak daadwerkelijk verschil kan maken. Dit is een learning by doing-aanpak. Maar trajecten als dat van TEEB Stad laten zien dat het mogelijk is.

De economische waarde van biodiversiteit is in 2008 op de internationale politieke agenda gekomen door de publicatie van de eerste van een reeks internationale TEEB studies (The Economics of Ecosystems and Biodiversity). Om zicht te krijgen op de economische waarden van biodiversiteit voor Nederland is een aantal deelonderzoeken gestart. Zodat iedereen kan zien dat investeren en verstandig omgaan met biodiversiteit loont. Zodat we natuur meenemen in de besluitvorming. En zodat we natuur benutten in het oplossen van maatschappelijke vraagstukken.

De studie 'TEEB voor gebieden' is één van de deelonderzoeken van het programma TEEB in Nederland, dat in opdracht van het Rijk is opgesteld. In Nederland zijn en worden zes TEEB-studies uitgevoerd. Naast 'TEEB voor gebieden' zijn er studies over natuur en gezondheid, de betekenis van natuur en biodiversiteit in casussen van topsectoren, Nederlandse handelsketens, Caribisch Nederland en Stad (in opdracht van de gemeente Apeldoorn met ondersteuning van de ministeries van EZ en I&M).

Ik hoop dat deze studie regionale partijen inspireert om de gebruikswaarde van natuur en biodiversiteit scherper op het netvlies te krijgen, zodat besluiten worden genomen die beter zijn voor natuur.

Rob van Brouwershaven

Directeur Natuur en Biodiversiteit
Ministerie van Economische Zaken

Samenvatting

Duurzame combinaties van economische activiteiten en natuur: goed voor leefomgeving én welvaart

Een betere benutting van ecosysteemdiensten bij complexe ruimtelijke opgaven biedt kansen voor verhoging van de kwaliteit van onze leefomgeving en van onze welvaart. Een integrale benadering waarbij ecosysteemdiensten, zoals schoon drinkwater, hernieuwbare grondstoffen en een mooi landschap, worden gecombineerd met economische activiteiten levert doorgaans meer maatschappelijke baten dan een meer sectorale aanpak van ruimtelijke opgaven. Bovendien kan een dergelijke natuur-inclusieve economische ontwikkeling kostenbesparend werken en profiteren natuur en biodiversiteit ervan. Dit zijn de belangrijkste uitkomsten van de studie 'TEEB voor gebieden'.

Toepassing van TEEB in Nederland

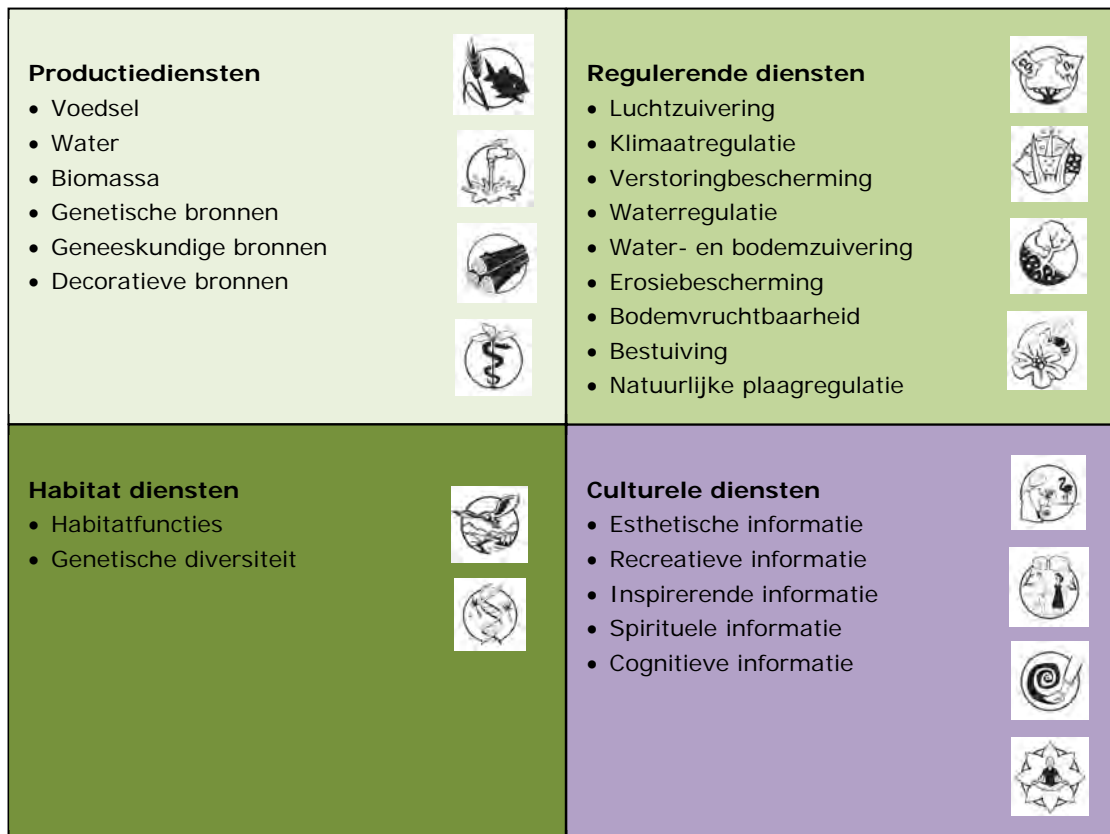
The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB, 2010) is dé internationale studie die het belang van ecosystemen en biodiversiteit voor de maatschappij en voor de aanpak van internationale problemen op het gebied van klimaat, armoede en grondstoffenvoorziening internationaal onder de aandacht heeft gebracht. TEEB wil mensen bewust maken van de waarden van ecosysteemdiensten en biodiversiteit en geeft handvatten om deze waarden te berekenen en te integreren in nationale en lokale gebiedsprocessen. De Verenigde Naties heeft het TEEB initiatief omarmd in een nieuw strategisch plan voor biodiversiteit (periode 2011-2020). Nederland besloot in navolging hiervan, net als veel andere landen, TEEB studies uit te voeren. Het gaat achtereenvolgens om 'TEEB voor het Nederlandse bedrijfsleven', 'TEEB voor de Stad', 'TEEB Natuur en Gezondheid', 'TEEB voor Caribisch Nederland'¹, 'TEEB Handelsketens'² en 'TEEB voor gebieden' (deze studie)³.

De centrale stelling in TEEB is dat ecosystemen veel diensten produceren die voor mensen nuttig zijn, zoals voedsel, luchtzuivering of recreatie (zie Figuur 1). Deze studie, 'TEEB voor gebieden', heeft de TEEB aanpak geschikt gemaakt voor toepassing op ruimtelijke opgaven. Met deze TEEB aanpak wordt berekend in welke mate ruimtelijke varianten die ecosysteemdiensten beter benutten ook meer bijdragen aan maatschappelijke welvaart. Om de TEEB aanpak voor ruimtelijke opgaven te illustreren, zijn drie gebieden gekozen: het IJsselmeergebied, Rijk van Dommel en Aa en Schiermonnikoog. De onderzoeksbevindingen zijn in het bijzonder relevant voor overheden met een rol in regionale gebiedsprocessen. De illustratief bedoelde casestudiegebieden zijn uitgewerkt op basis van de best beschikbare informatie. Exacte berekeningen waren echter niet altijd mogelijk door een gebrek aan goede gegevens.

¹ TEEB Bonaire is afgerond, TEEB Saba en Sint Eustatius zijn nog niet verschenen.

² Nog te verschijnen.

³ Alle studies verschijnen bij afronding op <http://www.biodiversiteit.nl/teeb>.



Figuur 1 Indeling van ecosystemediensten in productie-, regulerende, habitat en culturele diensten. (bron pictogrammen: www.teebweb.org).

Stapsgewijze TEEB aanpak

Om de bijdrage van de ecosystemediensten aan de maatschappelijke welvaart in de drie gebieden in te schatten, worden steeds twee stappen van de TEEB-aanpak doorlopen. De derde stap, verzilveren, valt buiten het kader van dit onderzoek en is niet verder uitgewerkt.

*Stap 1 **Karteren** van de omvang van en trends in ecosystemediensten.*

Deze eerste stap *kwantificeert* en *lokaliseert* de ecosystemediensten. Voor het *kwantificeren* van de omvang van ecosystemediensten worden bestaande databestanden en digitale kaarten ingezet. Om deze databestanden bruikbaar te maken voor de TEEB aanpak is *uniformering* nodig. Door koppeling van databestanden aan digitale kaarten kan een *ruimtelijke weergave* van ecosystemediensten op kaart worden gemaakt.

*Stap 2 **Waarderen** in welke mate ruimtelijke maatregelen die ecosystemediensten benutten, extra bijdragen aan de maatschappelijke welvaart.*

Nadat de ecosystemediensten in beeld zijn gebracht, wordt geanalyseerd in welke mate de ruimtelijke varianten bijdragen aan maatschappelijke welvaart. Daartoe worden eerst de *fysieke effecten van de ruimtelijke varianten* op ecosystemediensten geïdentificeerd. Vervolgens wordt bekeken of het fysieke effect positief of negatief is voor de maatschappelijke welvaart. Tot slot worden *waarderingmethoden* gebruikt om het effect op de welvaart in geld uit te drukken. Een vergelijking tussen deze waarden voor elk van de varianten, maakt duidelijk of en wat het benutten van ecosystemediensten bijdraagt aan maatschappelijke welvaart. Kortom, TEEB berekent niet de totale waarde van een ecosystemedienstenvariant, maar het geeft het verschil in de waarde tussen een planvariant en een ecosystemedienstenvariant weer. Die waarde wordt uitgedrukt in monetaire termen, en kan gepresenteerd worden op twee manieren: aan de hand van **de jaarlijkse netto baten** die de ecosystemediensten extra opleveren ten opzichte van de planvariant of aan de hand van het begrip **netto contante waarde**. Dit zijn de netto baten die een variant oplevert voor de maatschappelijke welvaart gedurende een bepaalde tijdsperiode, waarbij de toekomstige waarde wordt teruggerekend naar het

heden. Afhankelijk van de aard van de ruimtelijke opgave is in deze studie gekozen voor de ene of de andere manier.

Vooroevers pakken gunstiger uit in het IJssel- en Markermeer

Voor het IJssel- en Markermeer wordt in het kader van het Deltaprogramma gezocht naar maatregelen om de zoetwatervoorraad zo te vergroten dat spuien van overtollig water in de Waddenzee mogelijk blijft en de waterveiligheid gegarandeerd blijft. Met de TEEB-aanpak zijn veertien conventionele dijkverhogingsvarianten vergeleken met evenveel ecosysteemdienstenvarianten waarbij vóór de bestaande dijk een geleidelijk oplopende vooroever wordt aangelegd. De vooroever remt de golfslag af, waardoor de dijk minder hoeft te worden verhoogd. Zowel de dijkverhogingsvarianten als de ecosysteemdienstenvarianten komen voort uit verschillende aannames over peilverhoging en peilfluctuaties. De ecosysteemdienstenvarianten resulteren in vooroevers voor respectievelijk 10 tot 40% van de IJssel- en Markermeerkust, afhankelijk van de aannames over het waterpeil. Bij hogere waterstanden is een kleiner deel van de kustlijn geschikt dan bij lagere waterstanden. Aan de hand van de Willingness to pay (WtP) methode wordt berekend wat de varianten bijdragen aan de maatschappelijke welvaart. De WtP-methode geeft inzicht in de maximale bedragen die mensen opgeven bereid te zijn om te betalen, bijvoorbeeld voor waterveiligheid of landschapsbehoud.

De planvarianten en de ecosysteemdienstenvarianten hebben vergelijkbare positieve effecten op de zoetwatervoorziening en de overstromingsbescherming. Uit de berekeningen aan de hand van de WtP-methode blijkt dat afhankelijk van de hierboven genoemde aannames over peilfluctuaties de ecosysteemdienstenvariant met vooroevers een netto contante waardeverschil oplevert van minimaal €78 miljoen tot maximaal €367 miljoen in vergelijking met de dijkverhogingsvariant (in de periode tot 2100). De hogere waarden zijn vooral terug te vinden bij aannames met grotere peilverhogingen. Deze extra waarde van de vooroevers ontstaat door het gecreëerde moerasgebied. Bijzondere planten en dieren kunnen er leven (biodiversiteit) en de daar levende waterplanten zuiveren het water. Maaisel van moerasvegetatie levert biomassa als grondstof voor onder meer biobased producten. Bovendien pakken vooroevers ook gunstiger uit voor recreatie en verhogen ze het woongenot voor mensen die rondom het IJssel- en Markermeergebied wonen. Hun uitzicht is bij vooroevers aantrekkelijker dan bij hoge dijken. Als hierbij ook nog eens de kostenbesparing van minimaal 11 tot maximaal 77 miljoen euro wordt opgeteld, die de ecosysteemdienstenvariant met zich meebrengt, als gevolg van de lagere kosten voor aanleg van vooroevers in vergelijking met de dijkverhogingen, dan dragen de ecosysteemdiensten van de vooroevers in het IJsselmeergebied significant meer bij aan maatschappelijke welvaart dan de conventionele dijkverhoging.

Versterken groen-blauwe karakter van het Rijk van Dommel en Aa biedt kansen voor recreatie en wateropvang

Het landschappelijk en ecologisch waardevolle Rijk van Dommel en Aa staat onder druk van verstedelijking en aanleg van wegen. Provincie en gemeenten willen het groen-blauwe karakter van het gebied versterken zodat het gebied beter kan functioneren als uitloopgebied voor de steden. Met de TEEB-aanpak wordt de bestaande planvariant van uitbreiding van de Ecologische Hoofdstructuur, versterking van de ecologische verbinding, aanleg van twee waterbergingsgebieden en versterking van recreatieve netwerken vergeleken met een ecosysteemdienstenvariant. De ecosysteemdienstenvariant voegt de volgende aspecten toe aan de planvariant: ontwikkeling van een multifunctioneel beekdal, verbreding van de landbouw en versterking van het recreatieve netwerk met cultuurhistorie en meer bos.

Over de planperiode van 30 jaar ligt de netto contante waarde van deze ecosysteemdienstenvariant ongeveer €2 miljoen hoger dan de planvariant. Deze waarde is afkomstig van het beekdal, dat tegelijkertijd bijdraagt aan de een betere leefomgevingskwaliteit en natuurlijke waterberging in tijden van hevige of langdurige regenval. De sponswerking van het beekdal draagt ook bij aan de vermindering van verdroging. Wonen wordt door de vergroening van de leefomgeving in de ecosysteemdienstenvariant veel aantrekkelijker en de bewoners van het gebied krijgen ook meer mogelijkheden om te recreëren. De multifunctionele landbouw draagt bij via bodemvruchtbaarheid en minder broeikasgassen.

Aanleg van vooroever niet vanzelfsprekend gunstig voor Schiermonnikoog.

De gemeente Schiermonnikoog wil de jachthaven bereikbaar houden voor scheepvaart binnen de voorwaarden die de Natura 2000- en Werelderfgoed-status (UNESCO) van het gebied hieraan stellen. Om de jachthaven open te houden moet zij jaarlijks worden uitgebaggerd. De bagger kan echter niet zomaar overal afgezet worden. Met de TEEB-aanpak wordt de planvariant 'lozen op stroom' vergeleken met twee ecosysteemdienstenvarianten. Bij 'lozen op stroom' wordt meegelift met het baggerprogramma van Rijkswaterstaat door de bagger te verspreiden in de stromende vaargeul Lauwersoog-Schiermonnikoog. Bij de twee ecosysteemdienstenvarianten wordt de bagger gebruikt om een vooroever in de vorm van een begroeid zandig eiland aan te leggen met behulp van rijshouten dammen. Bij de ene ecosysteemdienstenvariant wordt de bagger per vrachtauto getransporteerd naar de locatie van de vooroever. Bij de andere ecosysteemdienstenvariant wordt de bagger rechtstreeks via een persleiding naar de locatie van de vooroever gespoten. Omdat baggeren een activiteit is die jaarlijks terugkomt en waarover ook jaarlijks besloten kan worden, is in dit casestudiegebied ervoor gekozen om de extra bijdrage van de variant aan maatschappelijke welvaart per jaar in te schatten en geen netto contante waarde te berekenen.

De TEEB-aanpak toont dat beide ecosysteemdienstenvarianten in vergelijking met de variant 'lozen op stroom' minder bijdragen aan de maatschappelijke welvaart. Vergeleken met de eerste ecosysteemdienstenvariant (via transport) levert 'lozen op stroom' jaarlijks €134.000 meer op aan maatschappelijke welvaart. Vergeleken met de tweede ecosysteemdienstenvariant (via persleiding) levert de variant 'lozen op stroom' jaarlijks €31.000 meer op. De negatieve waarden voor de ecosysteemdienstenvarianten worden voornamelijk bepaald door de hogere uitvoeringskosten die nodig zijn om de vooroever aan te leggen. Door de aanleg van deze vooroever verdwijnt ook het bestaande kweldergebied. Productiediensten zoals visserij en biomassa-productie (vis, schelpdieren en zee-aas) nemen hierdoor af. Het leefgebied van vogelsoorten als kanoet, scholekster en bontbekplevier wijzigt van foerageergebied naar potentieel broedgebied voor vogelsoorten zoals noordse stern, visdief en bontbekplevier. De analyse laat daarnaast zien dat de waterveiligheid van de ecosysteemdienstenvarianten slechter uitpakt. Door dynamiek in het gebied kan verstuuving van zand van de vooroever optreden wat de achterliggende dijk kan verzwakken.

Slotsom

Samengevat resulteert de TEEB-aanpak in twee van de drie onderzochte gebieden in varianten voor ruimtelijke opgaven die meer maatschappelijke welvaart opleveren dan vigerende planvarianten doordat ze de waarde van ecosysteemdiensten beter benutten. Niet alleen bieden deze varianten soelaas voor de gestelde beleidsopgaven, ze komen ook tegemoet aan andere maatschappelijke belangen op het gebied van recreatie, een mooie omgeving, bescherming tegen wateroverlast en luchtkwaliteit.

De casestudiegebieden tonen aan dat oplossingen met ecosystemen goedkoper kunnen zijn en/of meer baten kunnen opleveren dan varianten die niet of minder gebruik maken van ecosysteemdiensten, maar dat dit niet altijd het geval hoeft te zijn. Ook wordt duidelijk dat de extra bijdrage van ecosysteemdienstenvarianten aan onze maatschappelijke welvaart sterk kan variëren. Dit hangt mede af van de afbakening van de beleidsopgave. Als deze te smal wordt afgebakend, dan is het lastig om de kansen van de omliggende ecosystemen goed te benutten. Variatie in de bedragen kan verder worden verklaard door verschillen in de planperiode en verschillen in de omvang en de aard van de ruimtelijke ingrepen tussen de onderzochte varianten.

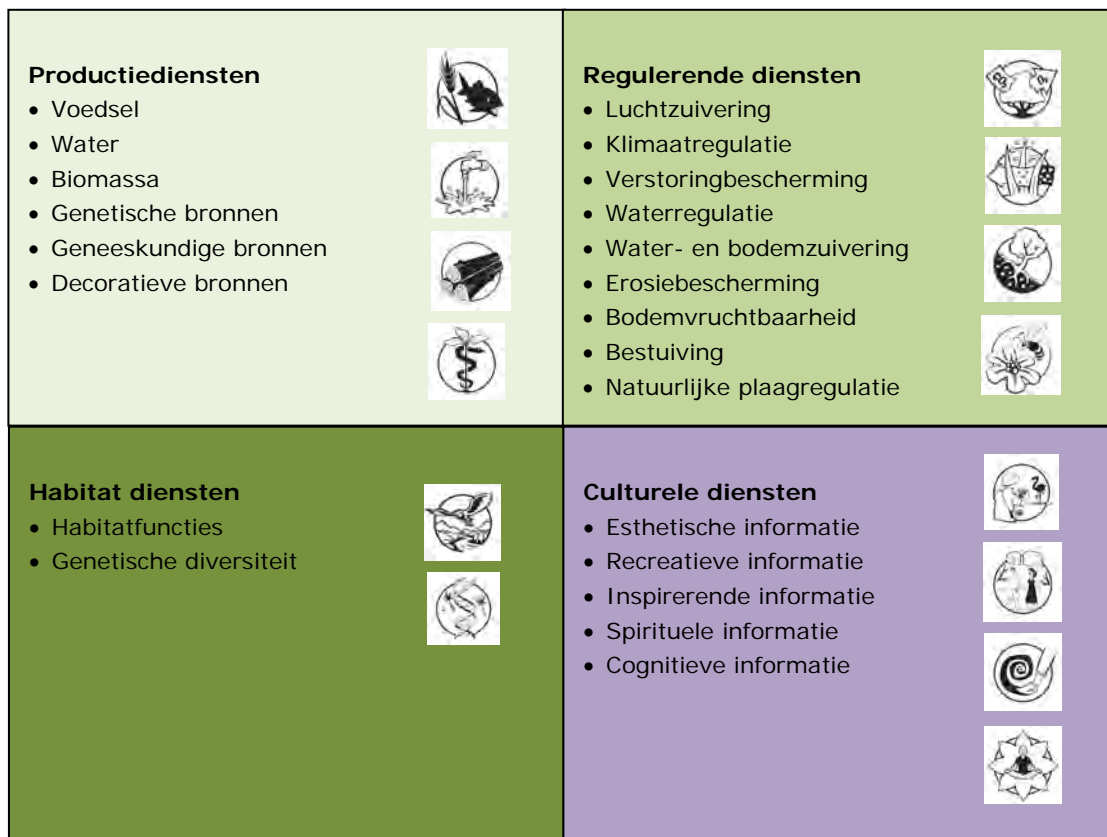
De TEEB aanpak kan de kansen en waarde van het natuurlijk kapitaal voor maatschappelijke welvaart zichtbaar maken. Tegelijkertijd moet nog worden gewerkt aan een verbetering van de methoden om dit goed te kunnen doen. Het hoofdstuk 'Discussie' in dit rapport belicht een aantal vragen, die bij de uitvoering van deze studie zijn gerezen. Het is aan beleidsmakers om de kansen in de praktijk op te pakken en te benutten en in bredere context af te wegen. Experimenteren met en leren hoe dat kan, is daarvoor noodzakelijk.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Natuur is één van de bronnen van welvaart en welzijn. Wandelen in de natuur helpt mensen om de batterij weer op te laden. Miljoenen toeristen bezoeken jaarlijks gebieden als de Waddeneilanden, de Veluwe, het Limburgse Heuvelland, genieten er van de natuur en het landschap en spenderen er geld tijdens hun verblijf. Ook dragen grondstoffen uit de natuur, zoals drinkwater, voedsel, natuurlijke bouwmaterialen en biomassa, bij aan de Nederlandse economie. Echter, natuur heeft nog veel meer potenties voor onze welvaart en welzijn die momenteel onbenut blijven. Daarnaast ondernemen overheden, burgers en bedrijven activiteiten die deze natuurlijke bronnen voor welvaart en welzijn aantasten.

Woorden met ongeveer dezelfde strekking als natuurlijke bronnen die in de praktijk gebruikt worden, zijn bijvoorbeeld ecosystemendiensten, natuurfuncties, natuurlijk kapitaal, ecosystemefuncties, ecosysteem goederen, landschapsdiensten en groene diensten. In dit rapport hanteren we de term 'ecosystemendiensten'. Ons realiserend dat deze term van wetenschappelijke oorsprong is, kiezen we er in dit onderzoek toch bewust voor de term ecosystemendiensten. Dit omdat de term verwijst naar het proces waarbij een ecosysteem producten of diensten aanlevert die van waarde voor ons, mensen. Grofweg beschouwd leveren ecosystemen vier soorten diensten: productiediensten, regulerende diensten, habitat diensten en culturele diensten (Figuur 1).



Figuur 1 Indeling en voorbeelden van ecosystemendiensten.
(bron pictogrammen: www.teebweb.org)

Ecosysteemdiensten dragen bij tot welvaart en welzijn. Wij hanteren in deze studie het brede welvaartsbegrip. In dit begrip wordt welvaart ruimer opgevat dan alleen materiële behoeftebevrediging. Het gaat hierbij ook over het belang dat mensen hechten aan gezondheid, veiligheid, sociale cohesie en een goede kwaliteit van de leefomgeving (ruimtelijke en milieukwaliteit) (SER, 2013). In het brede welvaartsbegrip wordt ook wel gesproken over 'maatschappelijke welvaart', en dat is de term die we in deze studie hanteren.

De internationale studie naar *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB, 2010) toont het belang aan van ecosystemen en biodiversiteit voor de economie en voor de aanpak van internationale problemen op het gebied van klimaat, armoede en grondstoffenvoorziening. De boodschap uit deze studie is dat ecosystemen en biodiversiteit onder druk staan en dat het instellen van reservaten en natuurwetgeving tekort schieten in de bescherming ervan (TEEB, 2010; CBD, 2010). Om verder verlies van biodiversiteit te stoppen hebben de Verenigde Naties in 2010 een nieuw strategisch plan voor Biodiversiteit 2011-2020 opgesteld (CBD, 2010). Eén van de doelen van het strategisch plan is om mensen bewust te maken van de waarden van ecosystemen en biodiversiteit en de stappen die ondernomen kunnen worden om ecosystemen en biodiversiteit te beschermen en duurzaam te gebruiken. Een andere doelstelling is het integreren van de waarden van biodiversiteit in nationale en lokale ontwikkelingsprocessen.

In het strategisch plan wordt de TEEB-benadering, naast andere processen, naar voren geschoven voor het realiseren van CBD-doelen van bewustwording van de waarde van biodiversiteit en ecosysteemdiensten. De TEEB-benadering beoogt immers om de waarde van natuur en biodiversiteit voor burgers, bedrijven en overheden zichtbaar te maken en dit te verankeren in de besluitvorming met hulp van drie stappen: karteren (stap 1), waarderen (stap 2) en verzilveren (stap 3) van de potenties van ecosysteemdiensten. Ook vanuit de implementatie van de Europese biodiversiteitsstrategie wordt lidstaten gevraagd om ecosysteemdiensten voor hun grondgebied te karteren en kwantificeren voor eind 2014 en om deze economisch te waarderen en de waarden op te nemen in de nationale begrotingssystemen en rapportering in 2020.

Omwille van de internationale afspraken heeft Nederland, net als vele andere landen, besloten om met hulp van de TEEB-benadering potenties van ecosysteemdiensten in kaart te brengen en de waarde van natuur voor burger, overheid en bedrijf expliciet te maken. Om de TEEB-benadering voor Nederland bruikbaar te maken, is het nodig om deze benadering als een hanteerbare aanpak te schoeien op de leest van de Nederlandse context. Daartoe is onder meer deze studie 'TEEB voor gebieden' in gang gezet.

'TEEB voor gebieden' verkent de TEEB aanpak om de gebruiksmogelijkheden van natuur bij ingrepen in de fysieke ruimte in Nederland inzichtelijk te maken, meer specifiek voor grote rijksprojecten en regionale gebiedsprojecten en hun ontwikkelingsvarianten en beoogt besluitvormers van die waarde bewust te maken. Ook de methodische uitdagingen van waardering van welvaartseffecten vanuit een regionale en ruimtelijke invalshoek komen hierbij aan bod.

Uitwerking van de TEEB-benadering voor andere doelgroepen en situaties vindt plaats in andere deelstudies van 'TEEB Nederland'. Dit zijn: 'TEEB voor het Nederlandse bedrijfsleven', 'TEEB voor de stad', 'TEEB Natuur en Gezondheid', 'TEEB voor Caribisch Nederland' en 'TEEB handelsketens'.

1.2 Doelstelling

Doel van deze studie is het illustreren van de bijdrage die ecosystemen en biodiversiteit (kunnen) leveren aan maatschappelijke welvaart. De bijdrage van ecosysteemdiensten wordt in deze studie met behulp van de TEEB aanpak geïllustreerd door:

1. Het voorkomen, de omvang en de trends van ecosysteemdiensten in kaart te brengen voor drie ruimtelijke projecten in Nederland (stap 1).
2. Te analyseren in welke mate ruimtelijke investeringen, die gebruik maken van ecosystemen, een invloed hebben op maatschappelijke welvaart (stap 2).

Deze informatie verschaft inzicht in de gebruiksmogelijkheden van ecosystemen en biodiversiteit bij ruimtelijke ingrepen en kan vervolgens in de respectievelijke gebiedsprocessen verzilverd worden (stap 3). Deze derde stap valt echter buiten het kader van dit onderzoek. Verzilvering vraagt erom dat informatie door gebiedspartijen gebruikt wordt in een interactief proces. Omwille van de beschikbare doorlooptijd van dit onderzoek en de benodigde tijd voor de methodiekontwikkeling van de eerste en tweede stap is in dit onderzoek ervoor gekozen niet actief te participeren in de regionale planvormingsprocessen. De vraag over daadwerkelijke integratie van TEEB in reguliere regionale besluitvormingsprocessen en verzilvering (stap 3) wordt opgepakt in het PBL- TEEB- programma dat start in 2014.

Concreet zal de studie antwoord geven op de volgende onderzoeksvragen:

1. Op welke manier kunnen ecosysteemdiensten gekarteerd en gekwantificeerd (stap 1) en gewaardeerd (stap 2) worden aan de hand van de internationale TEEB-benadering?
2. Welke ontwikkelingsvarianten zijn er voor het voorgenomen plan in de drie gebieden?
3. Wat zijn de effecten van de ontwikkelingsvarianten op de levering van de ecosysteemdiensten?
4. Wat zijn de effecten van deze ontwikkelingsvarianten op maatschappelijke welvaart?
5. Welke ontwikkelingsvariant creëert de grootste maatschappelijke welvaart?
6. Welke methodische lessen worden getrokken uit het empirisch toepassen van de TEEB-aanpak in Nederlandse ruimtelijke projecten?

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt aandacht geschonken aan de TEEB-aanpak. Hierbij wordt de TEEB-aanpak uitgewerkt naar een methode die toepasbaar is in gebiedsstudies waarbij ecosysteemdiensten in beeld worden gebracht en gewaardeerd. In hoofdstukken 3, 4 en 5 wordt de TEEB aanpak toegepast en toegesneden op de casestudiegebieden IJsselmeer, Jachthaven van Schiermonnikoog en Rijk van Dommel en Aa (Eindhoven-Helmond). In hoofdstuk 6 worden de conclusies van het onderzoek getrokken en in hoofdstuk 7 volgt de discussie.

2 De TEEB-aanpak toegelicht

2.1 Samenvatting

Binnen het internationale TEEB-project is een benadering met globale stappen ontwikkeld waarmee de maatschappelijke betekenis van het natuurlijk kapitaal wordt geïllustreerd door ecosysteemdiensten te beschrijven (stap 1), te kwantificeren en (monetair) te waarderen (stap 2). Stappen 1 en 2 verschaffen inzicht in de gebruiksmogelijkheden van ecosystemen en biodiversiteit bij ruimtelijke ingrepen en kan vervolgens in gebiedsprocessen verzilverd worden (stap 3). Deze derde stap valt echter buiten het kader van dit onderzoek. De stappen van de TEEB-benadering beogen om de waarde van deze maatschappelijke welvaartseffecten te concretiseren en te hanteren in de praktijk. In dit rapport zijn de algemene stappen van de internationale benadering uitgewerkt voor de Nederlandse context en illustratief toegepast in drie Nederlandse cases: Peilverhoging IJsselmeer, Openhouden jachthaven Schiermonnikoog en Versterken groen-blauwe karakter van het Rijk van Dommel en Aa. De uitwerking noemen we in dit rapport de TEEB-aanpak.

De TEEB-benadering uitgewerkt

Het centrale idee achter de internationale TEEB-benadering omschrijft de relatie tussen ecosystemen en maatschappelijke welvaart. De benadering stelt dat ecosystemen worden gekenmerkt door biofysische structuren en processen. Ecosystemen leveren via deze processen en functies diensten waar mensen nut of voordelen (een maatschappelijk welvaartseffect) uit halen. Deze voordelen kunnen gewaardeerd worden in economische termen. Hierna wordt een samenvatting gegeven van de eerste twee stappen van de TEEB-aanpak.

Stap 1: Karteren van ecosysteemdiensten

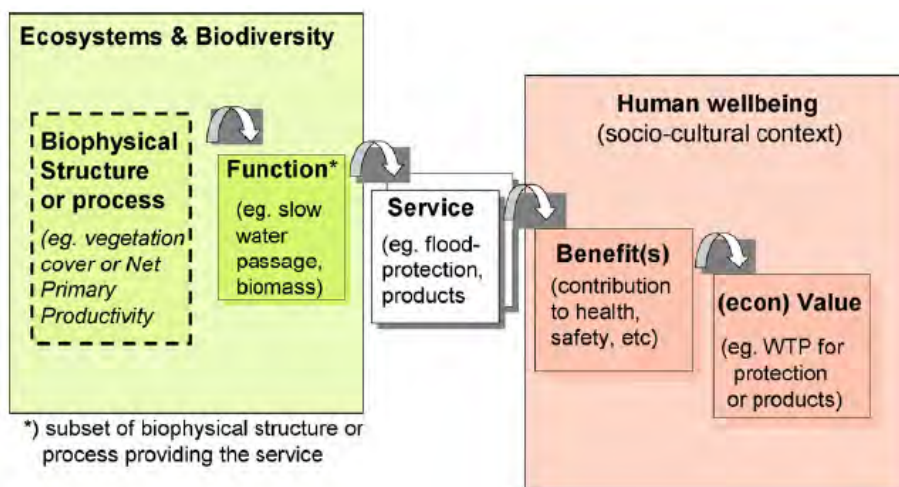
Een eerste belangrijke stap bij het karteren is dataverzameling. Deze stap is specifiek gericht op het kwantificeren en lokaliseren van de ecosysteemdiensten. Bij het kwantificeren van de omvang van ecosysteemdiensten zal in de meeste gevallen worden uitgegaan van bestaande gegevens (databestanden en digitale kaarten), die echter vaak met andere doelstelling verzameld zijn. Dit vraagt een kritische analyse van de bruikbaarheid van beschikbare data en om uniformering zodat de data vergelijkbaar zijn. Door koppeling van databestanden aan digitale kaarten kunnen ecosysteemdiensten ruimtelijk op een kaart worden weergegeven.

Stap 2: Waarderen van de ecosysteemdiensten

In deze tweede stap worden de maatschappelijke welvaartseffecten van maatregelen op ecosysteemdiensten in beeld gebracht. Waarderingsmethoden staan centraal in deze stap. De welvaartseffecten worden in beeld gebracht door ontwikkelingsvarianten voor een gebied, met een verschil in gebruik van ecosysteemdiensten, te vergelijken. Als eerste worden de fysieke effecten van maatregelen op ecosysteemdiensten bepaald voor de verschillende varianten van ruimtelijke ingrepen. Vervolgens wordt bepaald welke veranderingen in ecosysteemdiensten de maatschappelijke welvaart beïnvloeden. Als derde stap wordt de omvang van de welvaartseffecten en de omvang van de betrokken doelgroep gekwantificeerd. Hier wordt geanalyseerd welke effecten ruimtelijke ingrepen en veranderingen in beheer van ecosystemen hebben op de levering van ecosysteemdiensten. Als vierde stap worden de welvaartseffecten gemonetariseerd. Hiervoor kan een scala aan waarderingsmethoden gebruikt worden. De monetaire waarden representeren de waardering van de betrokkenen voor welvaartsveranderingen: hoe erg vinden ze de verandering of hoe graag willen ze deze hebben. Vervolgens worden deze monetaire waarden in een tabel geplaatst. De tabel geeft inzicht in de totale maatschappelijke welvaartseffecten van de verschillende ontwikkelingsvarianten zodat ze onderling vergeleken kunnen worden en ook de bijdrage van ecosysteemdiensten aan de beleidsopgave inzichtelijk wordt.

2.2 De TEEB-benadering uitgewerkt

De TEEB-benadering zoals deze internationaal opgesteld is, omvat drie stappen: karteren van ecosysteemdiensten (stap 1), kwantificeren en waarderen van ecosysteemdiensten (stap 2), en verzilveren (stap 3). De centrale gedachte achter in deze TEEB-benadering is om een relatie te leggen tussen ecosystemen en maatschappelijke welvaart. De benadering stelt dat ecosystemen worden gekenmerkt door biofysische structuren en processen waarvan de mens profijt heeft. Om dit te illustreren met een voorbeeld: fotosynthese in de bladeren van bomen maakt het mogelijk dat ze groeien en hout vormen. Het biofysische proces fotosynthese ligt dus dat aan de basis ligt van de ontwikkeling van bossen en maakt het oogsten van hout mogelijk. Bovendien beïnvloeden bossen de omgeving, bijvoorbeeld door water vast te houden in de bodem en in hun loof. Dit helpt om stroomafwaarts steden en landerijen te beschermen tegen overstromingen. Ecosystemen leveren dus via processen en functies diensten waar mensen nut of voordelen uit halen. Deze voordelen hebben, net zoals diensten in de markt, voordelen in economische termen, ofwel een maatschappelijk welvaartseffect. Want bescherming tegen overstroming door van bossen voorkomt dat dure technische investeringen in bijvoorbeeld dijken nodig zijn. Figuur 2 illustreert deze centrale gedachte.



Figuur 2 Framework om biodiversiteit, ecosysteemdiensten en maatschappelijke welvaart te koppelen (De Groot et al., 2010).

De drie stappen van de TEEB-benadering beogen om de waarde van deze maatschappelijke welvaartseffecten te concretiseren en te vertalen naar de praktijk. Deze generieke internationale TEEB-benadering bevat echter geen concrete methodische handvatten voor praktische nationale en regionale toepassingen. Dit is begrijpelijk immers nationale en regionale uitwerking vraagt maatwerk waarbij rekening gehouden moet worden met nationale beleidsdoelen en locatie specifieke omstandigheden van landen en gebieden. De internationale TEEB-benadering moet dus voor ieder land hanteerbaar gemaakt worden in een nationaal toepasbare TEEB-aanpak.

Daarom beoogt dit onderzoek om de drie stappen en richtlijnen van de internationale TEEB-benadering uit te werken naar de Nederlandse praktijk van ruimtelijke planvorming met hulp van drie casestudiegebieden. Dit noemen we vanaf hier de TEEB-aanpak. In dit hoofdstuk worden de stappen en richtlijnen van de TEEB-aanpak toegelicht en wordt er gekeken naar beschikbare Nederlandse databronnen om deze stappen op regionaal niveau te doorlopen. Ook gaat dit hoofdstuk in op de keuze van de drie casestudiegebieden. De specifieke toepassing van de TEEB-aanpak wordt in de hoofdstukken 3, 4 en 5 per afzonderlijke case nader toegelicht en uitgewerkt.

2.3 Stap 1: Karteren van ecosysteemdiensten

Een eerste belangrijk stap om mensen bewust te maken van de waarden van ecosystemen is zichtbaar te maken wat de ecosystemen en biodiversiteit zijn, waar zij liggen en welke ecosysteemdiensten zij leveren. Daarnaast is het voor het duurzaam gebruik van deze diensten van belang inzicht te krijgen in de invloed van ruimtelijke ingrepen op het functioneren van de ecosystemen en biodiversiteit en dus de levering van de diensten.

Weergeven van ecosysteemdiensten op kaarten biedt voordelen omdat ze dan ruimtelijk expliciet kunnen worden weergegeven, diensten kunnen worden gebundeld, en deze kaarten kunnen worden gebruikt in de praktijk van de ruimtelijke planvorming (Maes *et al.*, 2011). Ecosysteemdienstenkaarten kunnen op meerdere manieren een rol spelen in ruimtelijke planningsprocessen:

- Agendasetting: een kaart maakt duidelijk welke ecosysteemdiensten bedreigd worden of onbenut zijn.
- Ontwerpproces: een kaart kan het participatief gesprek initiëren tijdens een ontwerpproces omdat conflicten en synergiën tussen ecosysteemdiensten en ruimtelijke ingrepen inzichtelijk worden gemaakt.
- Besluitvorming: een kaart kan een wetenschappelijke basis bieden om maatregelen scenario's te evalueren en te prioriteren.

Internationaal wordt er nog volop gewerkt aan de methodologische aspecten van het karteren van ecosysteemdiensten (Maes *et al.*, 2012). Een alom geaccepteerde standaardmethode is daarom nog niet voorhanden, maar wordt momenteel wel onder auspiciën van de Europese Commissie ontwikkeld voor de implementatie van de Europese Biodiversiteitsstrategie. Hierop vooruitlopend kunnen over het algemeen bij het maken van kaarten drie fasen worden onderscheiden: (1) dataverzameling, (2) dataverwerking en (3) dataweergave op kaart. Deze fasen worden hieronder toegelicht.

2.3.1 Dataverzameling

De dataverzameling is specifiek gericht op het *kwantificeren* en *lokaliseren* van de ecosysteemdiensten, ofwel het bepalen van de omvang van de diensten en locatie waar ecosysteemdiensten voorkomen. Bij het *kwantificeren* van de omvang van ecosysteemdiensten wordt in de meeste gevallen uitgegaan van bestaande gegevens, die echter vaak met andere doelstelling verzameld zijn. Helemaal opnieuw beginnen met data verzamelen specifiek voor het in beeld brengen van ecosysteemdiensten is veelal geen optie, omwille van tijd en kosten. Het gebruiken van bestaande gegevens kan echter gevolgen hebben voor de nauwkeurigheid waarmee ecosysteemdiensten gekwantificeerd en op kaart weergegeven kunnen worden. Soms kan het combineren van bestaande gegevens leiden tot nieuwe data-inzichten leiden.

Voor het *lokaliseren* wordt bij voorkeur uitgegaan van data die beschikbaar zijn in GIS-bestanden, met daaraan gekoppeld kwantitatieve of kwalitatieve informatie. Als dergelijke GIS-bestanden nog niet bestaan is een eerste optie om deze data zelf ruimtelijk te verzamelen. Dat kan bijvoorbeeld met veldinventarisaties waarvan de resultaten op kaart gezet worden of door toepassing van ruimtelijke modellen die de huidige situatie voorspellen. Een tweede optie is om vanuit statistische gegevens ruimtelijke patronen te creëren en deze geografisch weer te geven. Hiervoor kunnen bijvoorbeeld statistische data gebruikt worden van ecosysteemdiensten, zoals de jaarlijkse gewasopbrengsten in een specifieke regio. Door de hoogte van de opbrengsten per deelgebied op kaart te zetten ontstaat een ruimtelijk patroon van de opbrengst.

Om ecosysteemdiensten te kunnen kwantificeren en lokaliseren is het noodzakelijk het abstracte begrip te concretiseren tot een in het veld meetbaar begrip. Deze concretisering gebeurt aan de hand van *indicatoren*. Zo wordt de ecosysteemdienst 'voedsel' geconcretiseerd naar de verschillende soorten voedsel die in het gebied wordt geproduceerd, bijvoorbeeld aardappels, bloemkool, melk, varkens, kippen, eieren, etc. Deze voedselsoorten zijn dan de indicatoren. De keuze van de indicatoren waarmee de ecosysteemdienst wordt gekwantificeerd, heeft grote invloed op de uitkomst. Bij de keuze van een indicator speelt enerzijds de vraag mee in welke mate de indicator(en) de ecosystemen-

dienst kunnen weergeven, en anderzijds of voldoende data beschikbaar zijn betreffende deze indicator en of de data betrouwbaar zijn (Egoh *et al.*, 2012).

Hieronder is een beknopt overzicht gegeven van ecosysteemdiensten en de beschikbare data voor Nederlandse gebieden. De meeste databestanden zijn ruimtelijk gespecificeerd (Tabel 1). Het overzicht is zeker niet uitputtend, maar heeft vooral de bedoeling om een globaal beeld te schetsen van de databestanden die ingezet kunnen worden om ecosysteemdiensten te karteren.

Tabel 1

Ecosysteemdiensten, mogelijke indicatoren voor het karteren en mogelijke informatiebronnen voor de indicatoren.

Type dienst	Afzonderlijke diensten	Indicatoren	Sub-indicatoren	Mogelijke bronnen
Productie-diensten	Voedsel	Gewassen	Graan, bieten, aardappelen, enz.	LGN.; CBS-BBG GIAB [type bedrijven, bemesting, milieubelasting]; Bosdata (1940, 1983, 2012); Biomassaproductie-kaarten;
		Vee	Koeien, schapen, varkens, enz.	Visserijkaarten;
		Visserij	Zoetwater; zee	Visserijkaarten;
		Wild	Jacht verhuur	Kaart met faunabeheer eenheden
	Vezels	Hout	Loofhout; naaldhout	
		Vezels (voorkleding/touw)	Vlas, brandnetels, hennep	
	Water	Landbouwwater	Polderwaterbeheersing ; wateraanvoer; waterverbruik	Waterwinningskaarten; MilieuNatuurCompendium-data; VEWIN-data; hydrologische kaarten (bijvoorbeeld freatisch vlak kaarten); waterkwaliteitkaarten (bijvoorbeeld limno van PBL)
			Industriewater	Koelwater; proceswater
		Drinkwater	Drinkwater	
		Genetische bronnen	Pm	Pm
	Decoratieve bronnen	Pm	Pm	
Regulerende diensten	Luchtreiniging	Fijnstof invang		Fijnstofvangkaart (potentie, gekoppeld aan begroeiingstructuur); fijnstofbelasting kaart (landelijk; MilieuNatuurCompendium)
	Klimaatregulatie	CO2-vastlegging hout/gewas		LGN, Bosdata (1940, 1983, 2012), specifieke ecosysteem data
		CO2-vastlegging bodem		Bodemkaart; LGN; koolstofvoorraad-kaart
	Waterregulatie	Klimaatverbetering binnen bebouwde omgeving		Toptien-smart; laseraltimetrie-kaarten (Plantsoenen, laanbeplanting, vegetatiedaken)
		Watervasthoudend vermogen landbouwgrond		Bodemkaart; Kaart waterbergend vermogen; Koolstofvoorraad-kaart; Afwateringseenheden kaart
		Watervasthoudend vermogen natuurgebied (bv beekstelsysteem)		Bodemkaart; Kaart waterbergend vermogen
	Waterzuivering	Waterzuiverend vermogen tbv oppervlaktewater (denk aan perceelsranden)		Bodemkaart, geomorfologische kaart; hoogtekaart; hydrologische kaart, VIRIS-bestand; perceelsranden kaart
		Waterzuiverend vermogen tbv grondwater (denk aan waterboeren)		Bodemkaart, geomorfologische kaart; hoogtekaart; hydrologische kaart, VIRIS-bestand, LGN
	Erosie-bescherming	Erosiegevoeligheid bodem		Bodemkaart, LGN, geomorfologische kaart; hoogtekaart Nederland
	Ziekte- en plaagbestrijding	Vanuit landbouwbodems		LGN, GIAB,
		Vanuit akkerranden		LGN, GIAB, VIRIS
	Bestuiving	Door honingbij	Akkerranden	
Door wilde bijensoorten		Akkerranden, opgaande begroeiing		VIRIS-kaart, LGN
	Bodemvruchtbaarheid (incl. bodemvorming)			Bodemvruchtbaarheidskaart

Type dienst	Afzonderlijke diensten	Indicatoren	Sub-indicatoren	Mogelijke bronnen			
Culturele diensten	Recreatie	Recreatieve ontsluiting:	Recreatieve netwerken (wandelen, fietsen; wandelroutes, fietsroutes)	Top10-smart, VIRIS, kaarten routenetwerken			
			Gebieden met recreatietekort	MNC-kaarten/PBL-modellen			
			Recreatieve voorzieningen in de open lucht	Top10-smart; (natuur)kampeerterreinen, picknickplaatsen, verblijfsrecreatierreinen			
			Visrecreatie: vergunningen	visvergunningverlening (landelijke kaarten)			
			Moestuinen in Nederland	Moestuinen in Nederland (landelijke kaarten)			
	Esthetische waarden			Gebiedskwaliteiten: landschappen, reservaten, Kastelen, landgoederen, buitenplaatsen, Wonen in bossen	Natuurgebiedenkaart; top10-smart; waarderingskaarten; daar-moet-ik-zijn-kaart.		
				Duisternis in Nederland	Bestaande kaart milieudefensie		
				Stiltegebieden in Nederland; spirituele plekken in Nederland	Diverse thematische kaarten		
				Informatiewaarde (thema's)	Bodemgenese	Bodemkaart	Bodemkaart; geomorfologische kaart
					Cultuurhistorie	Bodemarchiekaart	Bodemarchiekaart
		Aardkundige waarden kaart	Aardkundige waarden kaart				
	Biodiversiteit	Natuurtypenkaart	Natuurtypenkaart				
		Natuurwaardekaart	Natuurwaardenkaart				

2.3.2 Dataverwerking

Uniformeren (op één lijn brengen) van de verzamelde data is vervolgens nodig om verschillende ecosysteemdiensten op één kaart te kunnen zetten. *Uniformeren* is vooral van belang bij het combineren en integreren van meerdere datalagen en indien data uit verschillende databronnen gebruikt worden. De internationale TEEB-benadering formuleert enkele belangrijke richtlijnen voor het uniformeren van data:

- Geef diensten zoveel als mogelijk weer in kwantitatieve eenheden.
- Reken diensten om naar een gemeenschappelijke eenheid, zoals bijvoorbeeld voedingswaarde, droge stof, energie-inhoud.
- Weeg de verschillende datalagen ten opzichte van elkaar, bijvoorbeeld het relatieve belang van grondsoort, helling, grondwaterstand en vegetatie voor erosiegevoeligheid.
- Als de omvang van een ecosysteemdienst niet kwantitatief bepaald kan worden, kan een semi-kwantitatieve schaal gebruikt worden (geen-weinig-veel) of een ordinale schaal (minst, evenveel, meest).
- Als diensten niet onder één noemer gebracht kunnen worden, is het integreren tot één informatie-laag niet mogelijk en moeten ze afzonderlijk worden weergegeven.
- Stem de ruimtelijke resolutie van de gebruikte informatie op elkaar af. Dat geldt voor zowel de kaartschalen als het soort bestand (vector of grid-bestanden), maar ook in relatie tot de ecosysteemdienst. Zo zijn er voor bestuiving meer gedetailleerde data nodig dan voor koolstofvastlegging (Egoh *et al.*, 2012).

Opgemerkt wordt dat het moneteriseren van ecosysteemdiensten ook beschouwd kan worden als een vorm van uniformeren van ecosysteemdiensten. Als 'euro's' worden gekozen als kwantitatieve eenheid, dan worden de geproduceerde monetaire baten op kaart gezet (zie bijvoorbeeld Willemen, 2010).

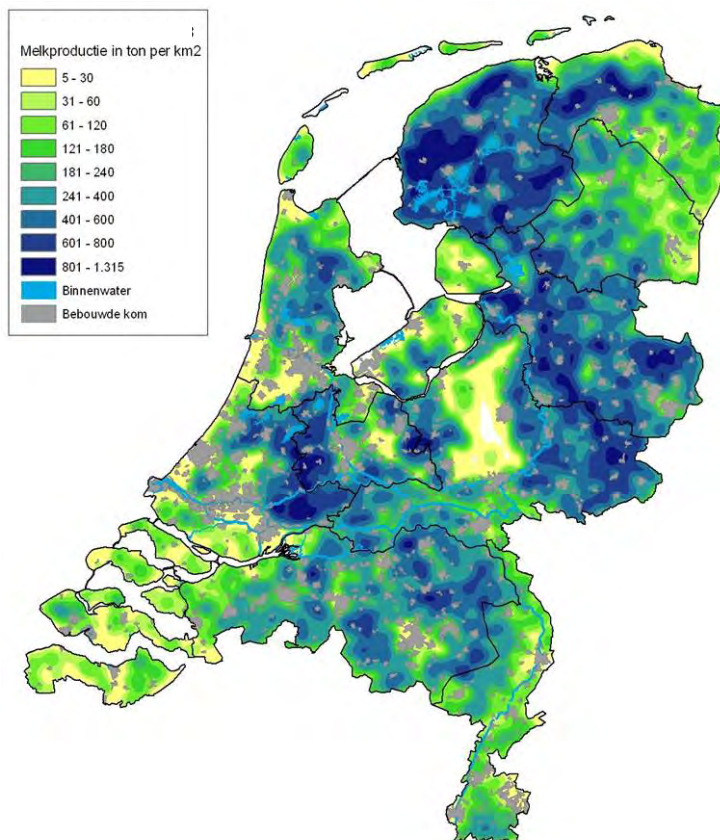
Een andere belangrijke keuze in de dataverwerking is het *bepalen van het integratie-niveau* in de kaarten. Dit speelt met name bij ecosysteemdiensten die uit meerdere lagen bestaan. Zo kan men er

bij voedselproductie voor kiezen om deze ecosysteemdienst weer te geven per voedselsoort (gewas) of dit te integreren tot een hoger schaalniveau (tot bijvoorbeeld akkerbouw, of melkveehouderij (Figuur 3)). Hierbij moet wel bedacht worden dat de verschillende kenmerken/thema's per voedselsoort sterk uiteen kunnen lopen. Binnen de akkerbouw, bijvoorbeeld, kan de nutriëntenbehoefte per gewas sterk verschillen. Het integratie-niveau waarop ecosysteemdiensten op de kaart worden weergegeven wordt bepaald door de vraagstelling van het onderzoek, het detailniveau en nauwkeurigheid van de data en de mogelijkheden en tijd voor aanvullend onderzoek en dataverzameling.

2.3.3 Data weergave op kaart

Het vervolgens weergeven van de data op kaart kan op verschillende manieren. De keuze voor een bepaalde manier is afhankelijk van het doel waarvoor de kaart gebruikt zal worden. Hieronder beschrijven we een aantal mogelijke manieren van weergave. Kaarten zijn mogelijk van:

- Afzonderlijke diensten: Hiermee worden de afzonderlijke diensten zichtbaar en wordt duidelijk in welke gebiedsdelen en met welke omvang de ecosysteemdiensten worden geproduceerd (actueel) of kunnen worden geproduceerd (potentieel). Deze benadering is vooral illustratief om gebieden met strategische voorraden (potentieel en/of actueel) in beeld te brengen. Het gaat om inzichten als: waar liggen de belangrijke melkproductiegebieden (Figuur 3), waar liggen de belangrijke gebieden voor koolstofvastlegging, waar liggen de belangrijke mogelijkheden voor natuurlijke kustbescherming enzovoort. Begeleidende tabellen kunnen informatie toelichten over de totale hoeveelheid geproduceerde dienst, eventueel onderverdeeld in deelgebieden (Hein, 2011).
- Stapeling van diensten: Hiermee wordt de veelheid aan (stapeling van) ecosysteemdiensten in een gebied zichtbaar. Deze kaarten maken duidelijk welke gebiedsdelen veel of weinig ecosysteemdiensten leveren. Bij ruimtelijke ingrepen op locaties met veel diensten zal de ingreep mogelijk ook meerdere diensten beïnvloeden. Deze manier van weergave is vooral relevant voor gebieden waar verschillende planvarianten worden uitgewerkt en waarin voor het totaal aan ecosysteemdiensten afwegingen worden gemaakt.



Figuur 3 Voorbeeld van een kaart met afzonderlijke diensten: de strategische voorraad van een ecosysteemdienst, nl. de melkproductie (Melman en Van der Heide, 2011).

- Voorraden van diensten: Hiermee wordt de totale omvang van de ecosystemendiensten weergegeven. Bijvoorbeeld de staande houtvoorraad van het bos of de oppervlakte grasland voor de melkveehouderij. Veranderingen in voorraden kunnen inzicht geven in effecten van beleidsmaatregelen.
- Duurzaam gebruik van diensten: Een bijzondere toepassing van het in beeld brengen van de voorradenverandering is de beoordeling of de ecosystemendiensten duurzaam beheerd en gebruikt worden, opdat toekomstige benutting niet in gevaar is. Als in een bos bijvoorbeeld meer hout wordt gekapt dan er bijgroeit, dan zal de voorraad afnemen. Wanneer dergelijk beheer voortduurt, dan kunnen de houtproductie, maar ook andere ecosystemendiensten die het bos levert, in gevaar komen.
- Het systeem of de systemen die de dienst produceren: Een ecosystemedienst kan soms vrij abstract zijn, zoals koolstofvastlegging. Door de ecosystemen weer te geven die de dienst leveren en waar mogelijk ook de omvang van de diensten, ontstaat inzicht in de verschillende functies van het landschap. Aandachtspunt hierbij is een ruimtelijke afbakening van het te karteren gebied en de manier waarop grensoverschrijdende processen worden weergegeven. Het gaat daarbij niet alleen om het gebied dat de dienst produceert, maar om het hele systeem dat bij de productie van de dienst (rechtstreeks) is betrokken. (box 1).
- Het weergeven van de producenten en/of afnemers van de diensten (stakeholders). Dit kan worden gezien als een verbijzondering van het hierboven genoemde systeem waarin de diensten worden geproduceerd en geconsumeerd. Het geeft stakeholders inzicht in gebieden die voor hen belangrijke diensten leveren. Bij ruimtelijke planvorming kunnen zij beoordelen of er voor hen iets zal veranderen in vraag of aanbod.

Box 1 Karteren van gehele ecosystemen die een dienst produceren of het karteren van deelsystemen?

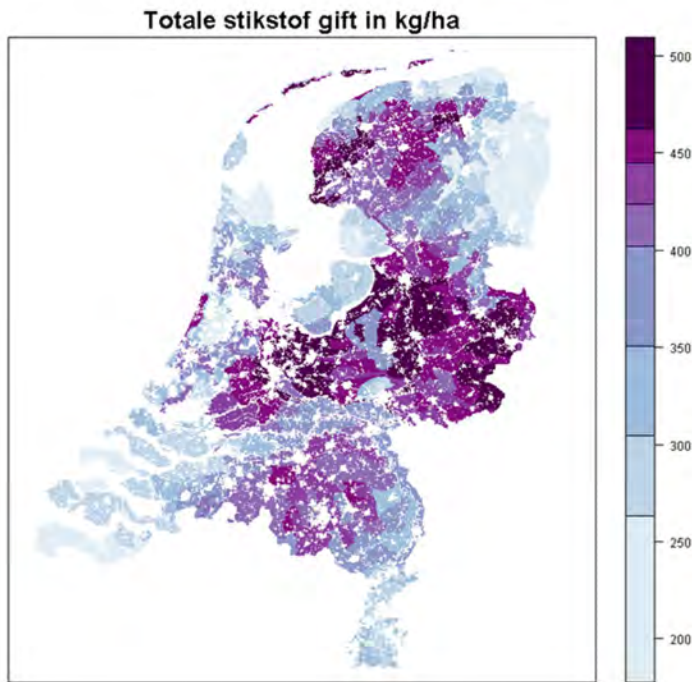
Wil men van een bepaald Nederlands poldergebied de voedselproductie in beeld brengen, dan is het door de landbouw gebruikte gebied slechts een deel van het voedselproducerend systeem. Voor de productie van melk bijvoorbeeld wordt niet alleen het grasland in het poldergebied gebruikt, maar ook het gebied waarvan het veevoeder (veelal gebieden in het buitenland) en de meststoffen afkomstig zijn (bijvoorbeeld fosfaat uit Afrika). Het voedselproducerend ecosysteem overschrijdt dus de grenzen van het poldergebied.

De omvang van het systeem is ecosystemedienst-specifiek: voor voedsel ligt het anders dan voor bijvoorbeeld koolstofvastlegging of voor watervasthoudend vermogen of recreatief gebruik. Om na te gaan of de productie van een dienst (zeg voedsel) duurzaam is, is een analyse van het gehele systeem nodig. Dit maakt het karteren van ecosystemendiensten complex.

Een deel van de oplossing voor deze complexiteit kan worden gezocht door deelsystemen te onderscheiden. Binnen het voorbeeld van de voedselproductie kan bijvoorbeeld worden vastgesteld in hoeverre het landgebruik binnen het bewuste poldergebied duurzaam is (dus los van de systeemonderdelen buiten het gebied). Voor het deelaspect nutriënten kan men vaststellen in hoeverre de bodemvoorraad op peil blijft of verandert (dus al of niet duurzaam is). Het zal dus van de aard van de vraagstelling afhangen of men over gehele ecosystemendiensten of deelaspecten daarvan inzichten wil krijgen.

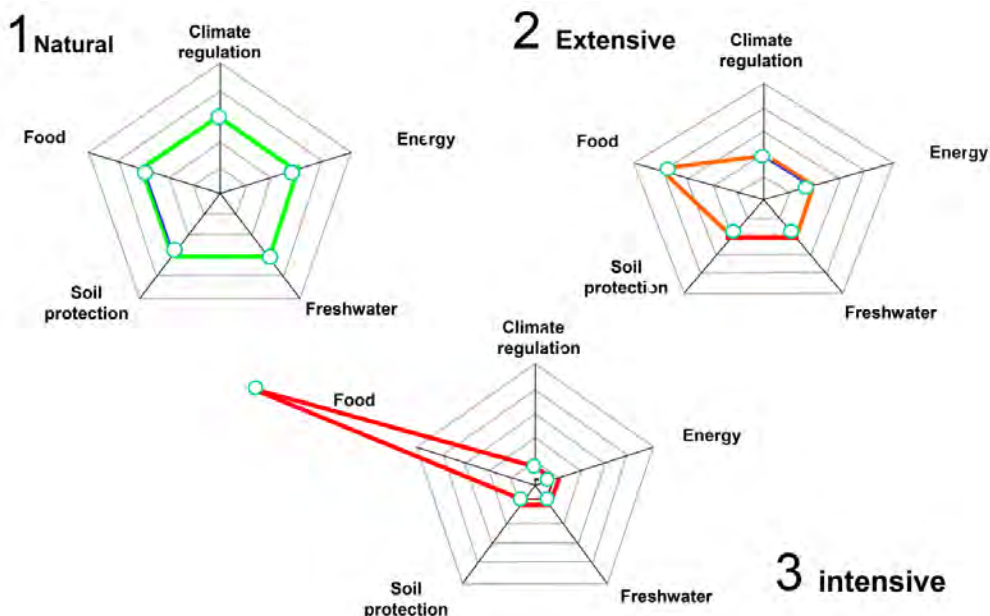
Naast het op kaart zetten van de ecosystemendiensten zelf kan het soms van belang zijn factoren op kaart te zetten die van invloed zijn op de (duurzame) levering van de diensten. Hierbij kan onder andere gedacht worden aan:

- De relatie tussen regio's: hoewel gewassen bijvoorbeeld lokaal geproduceerd worden, moeten de benodigde voedingsstoffen zoals kunstmest, uit andere regio's aangevoerd worden (box 1). Ontwikkelingen die ecosystemendiensten bedreigen of versterken. Bijvoorbeeld de stikstofgift op landbouwgronden als drukfactor voor ecosystemen (voorbeeld in Figuur 4).



Figuur 4 Stikstofgift in Nederland als illustratie van de druk die op ecosystemen wordt gelegd (bron: Melman en Van der Heide, 2011).

- De invloed die het verhogen van de productie van een ecosystemedienst kan hebben op de productie van een andere ecosystemedienst. Er is dan sprake van uitruil van diensten (voorbeeld in Figuur 5).
- De voorwaarden waaronder potentiële ecosystemediensten (duurzaam) geconsumeerd kunnen worden. Dit kan bijvoorbeeld door aan te geven onder welke omstandigheden de voorraden en potenties intact blijven (bijvoorbeeld benodigde grondwaterstand, kritische depositieniveaus, bodemvruchtbaarheid).



Figuur 5 Voorbeeld van grafische weergave van uitruil van ecosystemediensten als gevolg van verschillend beheer. 1: in een natuurlijke situatie zijn ecosystemediensten in balans; 2 en 3 extensief of intensief gebruik gericht op een ecosystemedienst vergroot de levering van die dienst (voedsel) maar gaat gepaard met een lagere levering van andere diensten (de zogenaamde uitruil of 'trade-off') (bron: Braat en Ten Brink, 2008).

2.4 Stap 2: Waarderen van welvaartseffecten van ecosysteemdiensten

De tweede stap van de internationale TEEB-benadering is gericht op het inschatten van de welvaartseffecten die veranderingen in ecosysteemdiensten tot stand brengen. De keuze voor en toepassing van waarderingsmethodes staan hierbij centraal – zaken die ook terugkeren bij het gebruik van Maatschappelijke Kosten-Batenanalyses (MKBA).

De TEEB-aanpak kan gezien worden als wijze waarop welvaartseffecten van veranderingen in natuur en biodiversiteit kunnen worden geoperationaliseerd in MKBA's. MKBA's worden gebruikt om welvaartseffecten van planvarianten in beeld te brengen om zo te kunnen bepalen welke variant economisch het meest efficiënt is. Veranderingen van natuur en biodiversiteit en de effecten die dat heeft voor maatschappelijke welvaart van de betrokkenen, zijn daar een onderdeel van. Naast de waarderingsstap wordt in de TEEB aanpak het natuurlijk kapitaal centraal geplaatst met als doel zicht te krijgen op ecologische duurzaamheid, de (gebruiks)waarden van het natuurlijk kapitaal en verdelingseffecten van veranderingen erin (TEEB, 2010). De MKBA met een basis in de welvaart-economische theorie, heeft de allocatie van schaarse, alternatief aanwendbare goederen en diensten als centraal uitgangspunt. De methode is gericht op een doelmatig gebruik van productiefactoren, zoals arbeid en kapitaal, maar ook natuur, en bepaalt de bijdrage ervan aan het (nationale) maatschappelijk welvaartsniveau. Er is sprake van een positieve bijdrage aan dit welvaartsniveau als het project resulteert in een toename van de totale welvaart, dus ongeacht de verdeling over personen of gebieden (Van der Heide en Sijtsma, 2011). De TEEB-aanpak geeft daarbij methodes om de bijdrage van natuur en biodiversiteit in maatschappelijke welvaart te bepalen, wat in principe ook al onderdeel is van de MKBA, maar niet altijd gestructureerd of volledig (zie ook de Voorstudie van TEEB-voor gebieden: Hendriks *et al.*, 2012). De TEEB-aanpak voegt daar de manier waarop de veranderingen de verschillende betrokkenen en duurzaamheid beïnvloeden aan toe. Overigens staat ook de ontwikkeling van de MKBA niet stil en wordt de werkwijze uitgebreid om ook effecten van natuur en duurzaamheid mee te nemen, om de verdelingseffecten nauwkeuriger en consistent in beeld te brengen dan nu gebeurt, en om de MKBA in te zetten in het proces van planvorming.

De welvaartseffecten van veranderende ecosysteemdiensten als gevolg van ruimtelijke ingrepen worden als volgt bepaald:

1. Bepaal de fysieke effecten van maatregelen op ecosysteemdiensten voor de verschillende varianten van ruimtelijke ingrepen.
2. Bepaal welke veranderingen in ecosysteemdiensten de maatschappelijke welvaart beïnvloeden (P-effect).
3. Kwantificeer de omvang van de welvaartseffecten en de omvang van de betrokken doelgroep (Q-effect).
4. Monetariseer de welvaartseffecten (PxQ-effect).

In de eerste twee fasen wordt bepaald welke effecten relevant zijn en welvaart beïnvloeden. In de laatste twee fasen worden deze effecten gekwantificeerd en gemonetariseerd.

1. Bepaal de fysieke effecten van maatregelen op ecosysteemdiensten voor de verschillende varianten.

De fysieke effecten van maatregelen binnen een ruimtelijk variant (zoals de aanleg van een waterkerende dam) kunnen op een gestructureerde manier worden bepaald door gebruik te maken van de TEEB-lijst van ecosysteemdiensten (De Groot *et al.*, 2010a, Bijlage 1) en van bestaande lijsten van milieu, sociale en economische impacts van de EU Impact Assessment Guidelines (EC, 2009, Bijlage 2). Met deze lijsten kan worden nagegaan welke effecten relevant zijn voor verdere analyse en wordt duidelijk welke verschillen er zijn tussen alternatieve ruimtelijke inrichtingsplannen voor een gebied.

Bij het bepalen van relevante fysieke effecten van maatregelen zijn een aantal aspecten van belang. Ten eerste worden de fysieke effecten van maatregelen *bepaald t.o.v. een referentiesituatie* (ook wel de nulvariant genoemd). De referentiesituatie omvat doorgaans de

huidige situatie inclusief de autonome ontwikkelingen, waarbij rekening wordt gehouden met het reeds vastgestelde beleid. Veelal worden er een of meerdere planvarianten, die onderling verschillen in maatregelen, vergeleken met de referentiesituatie.

Het tweede aspect zijn de *netwerkeffecten*. Dit zijn effecten die veroorzaakt worden door de ruimtelijke ingreep, maar die buiten het plangebied ervaren zullen worden. Een voorbeeld van een netwerkeffect is het effect dat peilverhoging in het IJsselmeer en het daardoor onbevaarbaar worden van vaarroutes in het IJsselmeer kan hebben op recreatie in de Friese meren, of de effecten van waterberging in het Rijk van Dommel en Aa op het overstromingsrisico van dorpen en steden stroomafwaarts. Als een netwerkeffect echter via substitutie elders gecompenseerd wordt, dan moet dit effect niet worden meegenomen, zo stelt de *Harberger-regel* (Jongeneel *et al.*, 2005). Bijvoorbeeld bij een goed functionerende recreatiemarkt worden gevolgen voor recreatie in een gebied niet meegenomen als zij niet leiden tot verstoring van de markt. Immers, in dat geval compenseren de extra inkomsten voor recreatie de extra uitgaven, waardoor het netto effect nihil is. Ofwel, de toename van recreanten in een nieuw ontwikkeld gebied zal vermoedelijk leiden tot een (vergelijkbare) afname van recreanten in reeds bestaande gebieden in de buurt, waardoor er per saldo geen noemenswaardige welvaartsverandering op nationaal niveau plaatsvindt.

Een derde relevant aspect gaat over de *duurzaamheidseffecten* van ruimtelijke ingrepen. Bij een duurzaamheidseffect dient aangegeven te worden of de verandering omkeerbaar is, of niet. Het is zinvol om aan te geven of de ruimtelijke ingrepen leiden tot veranderingen in voorraden van ecosysteemdiensten (bijvoorbeeld de af- of toename van de totale hoeveelheid hout of drinkwater in een gebied) of van de jaarlijkse stroom van ecosysteemdiensten (bijvoorbeeld de af- of toename van de hoeveelheid geoogst hout of de gewonnen hoeveelheid drinkwater in een gebied). Vanuit duurzaam voorraadbeheer is het zinvol te weten hoeveel de jaarlijkse stroom verschilt ten opzichte van de natuurlijke regeneratie (bijvoorbeeld is de jaarlijkse houtbijgroei meer of minder dan de jaarlijkse houtoogst: als de bijgroei minder is dan de oogst, teer je in op de voorraad). Dit geeft inzichten in de gebruikspotenties, inzichten die niet verkregen worden door waardering alleen. Ook de in stap 1 gemaakte kaarten kunnen hierbij behulpzaam zijn.

Een vierde aspect is de *verandering in het aanbod* van ecosysteemdiensten. Dit gaat in principe om de verandering in de stroom van ecosysteemdiensten die wordt benut (bijvoorbeeld hoeveel hout jaarlijks wordt geoogst). Het staat los van de vraag hoe groot de voorraad van een diensten is (bijvoorbeeld de hoeveelheid hout dat een bos bevat), hoe snel de voorraad toe- of afneemt (bijvoorbeeld hoeveel hout er bijgroeit dan wel wordt gekapt) of dat gebruik sneller gaat dan het natuurlijke regeneratievermogen (bijvoorbeeld als meer hout wordt gekapt dan er bijgroeit). Bepaling van de verandering van het aanbod in ecosysteemdiensten hangt af van de maatregel die genomen wordt. In veel gevallen hebben maatregelen een ruimtelijke impact waardoor de arealen van het ecosysteem veranderen en daardoor ook de door dat ecosysteem geleverde ecosysteemdiensten. In die gevallen geeft de areaalsverandering ook inzicht in de verandering in de levering van ecosysteemdiensten. In gevallen dat het beheer verandert, kunnen arealen onveranderd blijven, maar verandert de omvang van de levering toch. Om het fysieke effect te kunnen bepalen dient dan een maatregel-effect relatie bekend te zijn. Aan de hand van die relatie kan de veranderde levering worden berekend.

2. Bepaal welke veranderingen in ecosysteemdiensten de maatschappelijke welvaart beïnvloeden

Wanneer de fysieke effecten van ruimtelijke ingrepen duidelijk zijn, moet bepaald worden hoe de maatschappelijke welvaart beïnvloed wordt door deze fysieke veranderingen. Het is hierbij van belang te realiseren dat niet alle ecosysteemdiensten direct baten leveren aan de mens, maar dat deze baten soms indirect geleverd worden. Indirecte levering geldt vooral voor de regulerende diensten die productie- en culturele diensten ondersteunen. Een voorbeeld van een indirecte dienst is de waterregulatie door vegetatie die de ecosysteemdienst overstromingsbescherming beïnvloedt (Boyd en Banzhaf, 2007; De Groot *et al.*, 2010b; Haines-Young en Potschin, 2010; Balmford *et al.*, 2011).

Onderscheid wordt gemaakt in intermediaire ecosysteemdiensten (meestal de habitat en regulerende diensten) en finale ecosysteemdiensten (meestal de productie- en culturele diensten), waarbij de finale diensten welvaart direct beïnvloeden (Barbier, 2011).⁴

Veranderingen in finale ecosysteemdiensten gaan vooral over ingrepen in de omvang van landbouwgronden, een natuurlijk ecosysteem of een populatie, zoals gebiedsdoorsnijding door een weg, veranderingen in waterdiepte of afname van visgronden. De intermediaire diensten betreffen veranderingen in ecosysteemkwaliteit, bodem-, lucht- en waterprocessen en veranderingen van waterstromen of klimaat die productie- en culturele diensten beïnvloeden en dus ook welvaart. Het voor een gebied waarden van zowel intermediaire als finale diensten moet voorkomen worden, omdat dit tot dubbeltellingen leidt. Zo moet in een gebied bijvoorbeeld niet zowel de waterregulatie door de vegetatie als de overstromingsbescherming als afzonderlijke welvaartseffecten worden meegenomen. En een stijging van huizenprijzen door een verbeterde bereikbaarheid en mooiere omgeving moet niet ook nog worden gewaardeerd door de reistijd daling en landschapswaardering van dezelfde populatie. Een systematische aanpak in deze fase maakt eventuele dubbeltellingen snel zichtbaar.

Voor met name veel van de culturele diensten is het benoemen van welvaartseffecten en operationalisering daarvan een uitdaging. Effecten op recreatie zijn nog relatief eenvoudig te definiëren (bijvoorbeeld aan de hand van veranderingen in aantal recreanten, uitgaven per recreant, activiteiten per recreant, doorgebrachte tijd in een gebied). Welvaartseffecten van veranderingen in cultuurhistorische objecten en in esthetische of spirituele appreciatie van landschap en natuur zijn daarentegen veelal lastiger te definiëren en te operationaliseren.

3. Kwantificeer de omvang van de welvaartseffecten en de omvang van de betrokken doelgroep

In deze stap wordt aangegeven in welke mate de fysieke effecten uit de twee voorgaande fasen gevolgen hebben voor maatschappelijke welvaart. Hoeveel meer recreanten komen er als er meer fietspaden worden aangelegd, hoeveel neemt de landbouwproductie af als er meer natuur wordt aangelegd, hoeveel meer fruit wordt geproduceerd als bestuiving verbetert, hoe verandert de kans op overstromingen als er natuurlijke waterberging wordt aangelegd, hoeveel stijgt de natuurkwaliteit als de nitraatconcentratie in het oppervlaktewater daalt, tot hoeveel minder gezondheidsklachten leidt een daling van de fijnstof-concentratie of uitstoot van NO_x en SO₂, voor hoeveel huishoudens stijgt het woongenot als de landschapskwaliteit verbetert, etc. ? Dit kan allemaal worden weergegeven in fysieke of kwantitatieve termen.

In vele planningsprocessen wordt er over een langere termijn gepland, bijvoorbeeld tot het jaar 2030 of 2040. In dat geval worden verschillende toekomstscenario's opgesteld om de toekomstige levering van ecosysteemdiensten in te schatten. Er wordt dan geanalyseerd welke effecten ruimtelijke ingrepen en veranderingen in beheer van ecosystemen hebben op de levering van ecosysteemdiensten. Er is dus kennis nodig over *maatregel-effect relaties* of *dosis-effect relaties*. Betrouwbare en alom erkende dosis-respons relaties zijn niet altijd voorhanden waardoor bijvoorbeeld het gevolg van een reductie van fijnstof-concentraties op gezondheid, de afname van biodiversiteit door een toename van nitraatconcentraties in het water, de toename van fruit productie door een betere bestuiving, of de gevolgen van windmolens voor de beleving van een gebied of landschap niet altijd eenduidig te bepalen zijn. Bij kwantificering van deze effecten is het daarom van groot belang dat de gevolgde werkwijze goed is beschreven. Gezien de onzekerheden dienen dergelijke berekeningen veelal als indicatief beschouwd te worden. Berekeningen geven hierbij aan of de welvaartseffecten verbeteren of verslechteren, bijvoorbeeld meer of minder biodiversiteit als gevolg van veranderde nitraatconcentraties.

Als deze informatie ontbreekt en/of niet verzameld kan worden, is het in sommige gevallen mogelijk om schattingen te maken op basis van referentiesituaties elders of te werken met

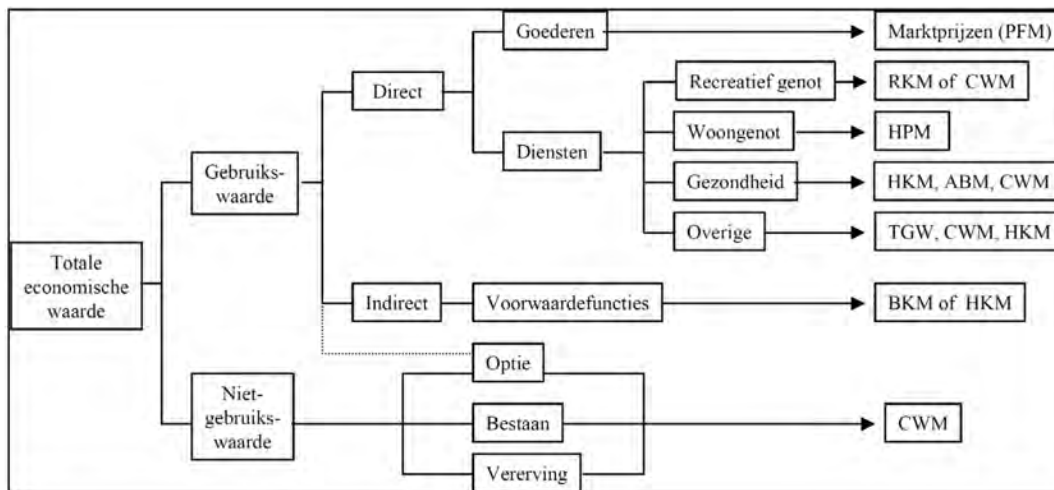
⁴ Hierbij gaan we er van uit dat disaggregatie van effecten op ecosysteemfuncties en -processen mogelijk is. Volgens sommige ecologen (waaronder David Ehrenfeld, 1988) is dit onmogelijk en is waardering daarom een hopeloze taak.

aannames. Als ook dit laatste niet lukt, dan wordt geadviseerd om geen uitspraken te doen over toekomstige levering totdat voldoende onderzoek is uitgevoerd naar deze kennisleemte.

Welvaartseffecten hangen voor een groot deel af van de omvang van ecosysteemdiensten. Zo leidt meer bestuiving bijvoorbeeld tot een grotere fruitoogst en leidt meer (of betere) waterzuivering tot lagere zuiveringskosten voor drinkwater. Voor sommige ecosysteemdiensten hangt de omvang van het effect voor een belangrijk deel af van de omvang van de populatie van betrokken personen. Het welvaartseffect van een daling van fijnstof-concentraties is afhankelijk van de gezondheidseffecten per persoon en van de omvang van de groep die wordt beïnvloed. Zo zal een vergelijkbare daling van fijnstof-concentraties in een dicht bevolkt gebied tot hogere welvaartseffecten leiden dan in een dun bevolkt gebied. Ook het welvaartseffect van een toename aan recreatieve mogelijkheden hangt af van de omvang van de gebruikersgroep. In zijn algemeenheid geldt, hoe meer mensen worden beïnvloed, hoe groter het totale welvaartseffect.

4. Monetariseer de welvaartseffecten

Tenslotte worden de welvaartseffecten monetair uitgedrukt. Hiervoor kan een scala aan waarderingmethoden gebruikt worden (zie Figuur 6, zie ook Kumar (2012) en Ruijgrok *et al.* (2004)). Deze monetaire waarden representeren de waardering van de betrokkenen voor welvaartsveranderingen: hoe 'erg' vinden ze de verandering of hoe graag willen ze deze hebben? In de theorie wordt er van uitgegaan dat de (hypothetische) inkomensverandering die dit met zich meebrengt, het welvaartseffect representeert. Als alle effecten in monetaire termen worden weergegeven, kunnen zij met elkaar worden vergeleken.



Figuur 6 Onderdelen van de economische waarde van natuur en veelgebruikte waarderingmethoden (Ruijgrok *et al.*, 2004).

PFM: productiefactormethode, RKM: reiskostenmethode, CWM: conditionele waarderingmethode (contingent valuation method), HPM: hedonische prijzenmethode, HKM: herstelkostenmethode, ABM: averting behavior methode, TGW: toegevoegde waarde, BKM: bestrijdingskostenmethode.

Hoe de welvaartseffecten worden berekend hangt af van de eenheid waarin waarden zijn weergegeven; voorbeelden zijn prijs per stuk, prijs per hectare, betalingsbereidheid per persoon per hectare, betalingsbereidheid afhankelijkheid van afstand, effect op huizenprijzen etc. Als het om gezondheidseffecten gaat, dan wordt vaak de waardering per DALY ('Disability-Adjusted Life-Years') of QALY ('Quality Adjusted Life Years') toegepast (nationaal kompas volksgezondheid, 2013) Daarnaast hangt het welvaartseffect af van het type effect: gaat het om een eenmalig effect (bijvoorbeeld verandering van huizenprijzen) of een jaarlijks effect (bijvoorbeeld productieverlies door afnemende bodemvruchtbaarheid)?

Om de totale welvaartseffecten over de langere termijn, bijvoorbeeld de plan periode, te bepalen wordt de *netto contante waarde* (NCW) van ieder van de varianten bepaald. Hiervoor worden de jaarlijkse effecten verdisconteerd om zo de contante waarde van toekomstige veranderingen te bepalen en worden de eenmalige en verdisconteerde jaarlijkse effecten geaggregeerd (zie bijvoorbeeld Ruijgrok *et al.* (2004) in de aanvulling op de OEI-leidraad). De discontovoet die daarbij gebruikt moet worden in Nederland is 2.5% per jaar plus een risico-opslag van 3%. De risico-opslag kan eventueel gehalveerd worden indien het gaat over effecten waarbij een lange termijn onomkeerbaarheid speelt (Ministerie van Financiën, 2009). Gevolgen van de keuze van de discontovoet kunnen worden gecontroleerd met een gevoeligheidsanalyse.

Tabel 2 kan worden gebruikt om de welvaartseffecten van veranderingen in ecosysteemdiensten te bepalen. Deze tabel toont dat de veranderingen in de verschillende ecosysteemdiensten leiden tot welvaartsveranderingen door hun effect op productie en consumptie van voedsel, goederen en water en op hun bijdrage aan woongenot, gezondheid, voorkomen van schade of overlast, recreatieve en bestaanswaarde van aanwezige ecotopen en soorten. Welvaartsveranderingen worden voor een groot deel van de ecosysteemdiensten bepaald met behulp van gegevens over prijzen⁵ (vooral voor de ecosysteemdiensten die leiden tot veranderingen in productie en consumptie), toegangsprijzen en kostenschattingen (bijvoorbeeld doktersbezoeken en medicijngebruik). Welvaartseffecten waarvoor geen prijsinformatie voorhanden is worden gewaardeerd met behulp van schattingen van de betalingsbereidheid om een verandering te voorkomen of te krijgen. Mogelijke methoden zijn de reiskostenmethode, contingent valuation methode, keuzemodellen, hedonic pricing, vermijdingskosten, vervangingskosten, bestrijdingskosten of herstelkosten.⁶ Deze methoden en situaties waarvoor je ze wel of niet kunt gebruiken worden besproken in eerder verschenen TEEB rapporten (Kumar, 2012) en in de uitbreiding van de OEI-richtlijn van Ruijgrok *et al.* (2004). Voor veel effecten is het vinden van prijs- of kosteninformatie of het bepalen van de 'Willingness to pay' (WTP-schattingen) – het bepalen van het *P-effect* – vaak minder een probleem dan het bepalen van dosis-respons relaties (hoeveel minder productie heb ik als de bodemkwaliteit daalt; hoeveel dagen per jaar is er een tekort aan irrigatiewater?) en het bepalen van effecten op populaties (hoeveel meer toeristen komen er naar m'n gebied als ik meer fietspaden aanleg; hoeveel mensen keuren de landschapsverandering af als ik bouwplannen hier goedkeur; hoeveel mensen ervaren een toegenomen overstromingsrisico) – het *Q-effect*.

Tabel 2

Overzicht van welvaartseffecten die veranderingen in ecosysteemdiensten kunnen veroorzaken en waarderingmethoden om deze te bepalen.

Ecosysteemgoederen en -diensten	Bijdrage aan welvaart	Kwantificering	Monetarisering
Productiediensten			
Voedsel (bijv. vis, wild, fruit)	Consumptie van voedsel	Hoeveelheid voedsel, vis, fruit	Marktprijs
Water - drinkwater	Consumptie van water	M3 drinkwater	Marktprijs
Water - irrigatie	Bijdrage aan productie van voedsel	Marginale bijdrage van irrigatiewater aan voedselproductie via productiefunctieaanpak	Marktprijs van water óf waarde van voedselproductie
Water - koeling	Bijdrage aan industriële productie	Marginale bijdrage van koelwater aan productie via productiefunctieaanpak	Marktprijs van koelwater óf schade door tekort aan koelwater

⁵ Een probleem hierbij is dat marktprijzen niet de juiste schaarste-verhoudingen weergeven als sprake is van marktfalen of als externaliteiten niet zijn geïnternaliseerd. In principe moeten schaduwrijzen worden gebruikt, die marktprijzen hiervoor corrigeren (zie o.a. Jongeneel *et al.*, 2005). In de praktijk wordt dat dikwijls niet gedaan. De fout die gemaakt wordt hangt af van de mate van marktfalen en de omvang van de externaliteiten.

⁶ Afhankelijk van de toepassing zijn vervangings-, herstel of bestrijdingskosten onderdelen van de (financiële) kosten of geven ze een ondergrens van de betalingsbereidheid om een verandering van ecosysteemdiensten te voorkomen. Bijvoorbeeld herstelkosten die worden gemaakt ter compensatie van verzuring van een natuurgebied zijn een kostenpost. Als de bevolking hiermee akkoord gaat, geven zij dus een ondergrens van de betalingsbereidheid om deze kosten te maken. Als de kosten niet gemaakt worden, is het niet zeker of men bereid is deze kosten te maken en mogen herstelkosten niet worden gebruikt als betalingsbereidheid.

Ecosysteemgoederen en -diensten	Bijdrage aan welvaart	Kwantificering	Monetarisering
Biomassa (vezels, constructiehout, brandhout, veevoer, meststof)	Bijdrage aan industriële productie	Hoeveelheid vezels, hout, voer, mest	Marktprijs
Genetische bronnen (bijv. voor gewasveredeling en medicinale doelen)	Bijdrage aan gezondheid en voedselproductie	Kans op nieuwe ontdekkingen	Verwachte toegevoegde waarde
Geneeskundige bronnen (bijv. biochemische producten, model en testorganismen)	Bijdrage aan gezondheid	Kans op nieuwe ontdekkingen	Verwachte toegevoegde waarde
Decoratieve bronnen (bijv. ambachtelijk werk, decoratieve planten, huisdieren)	Bijdrage aan woongenot en consumptie	Aantal planten, dieren,...	Marktprijs
Energievoorziening	Consumptie van energie, energiezekerheid	Hoeveelheid electriciteit	Marktprijs
Regulerende diensten			
Luchtzuivering (bijv. invang fijnstof, chemicaliën, etc.)	Bijdrage aan gezondheid	Effect op DALY en QALY per eenheid reductie van concentratie van fijnstof of chemicaliën	Gezondheidskosten of WTP per DALY/QALY uit WHO-studies
Klimaatregulatie - CO ₂ vastlegging	Bijdrage aan voorkomen van schade door klimaatverandering	Hoeveelheid vastgelegd CO ₂	Afhankelijk van toepassing ETS-prijs van CO ₂ -rechten of marginal abatement costs
Klimaatregulatie - invloed vegetatie op regenval	Bijdrage aan voorkomen van schade door droogte of wateroverlast	Effect op voedselproductie via productiefunctieaanpak	Waarde van voedsel
Temperatuurregulatie – invloed van vegetatie of water op temperatuur	Bijdrage aan voorkomen van hittestress	Effect op ziekteverzuim en vroegtijdig overlijden door hitte	Arbeidsverlies en gezondheidskosten
Verstoringsbescherming zoals bescherming tegen stormen en overstromingen	Bijdrage aan voorkomen van schade	Verandering van kans op schade aan voedsel, onroerend goed en bezittingen	Verandering van verwachte schade of kosten gemaakt om verstoring te voorkomen (averting expenditures)
Waterregulatie (bijv. natuurlijke drainage, grondwaterregulatie en voorkomen droogte)	Bijdrage aan productie	Marginale bijdrage van infiltratievermogen van de bodem op voedselproductie - via bodeminfiltratiefunctie en productiefunctie	Waarde van voedsel of averting expenditures om schade te voorkomen
Afvalzuivering (vooral water- en bodemzuivering)	Bijdrage aan gezondheid	Effect of DALY en QALY per eenheid reductie water- en bodemvervuiling	Gezondheidskosten of WTP* per DALY/QALY uit WHO-studies
	Bijdrage aan voedselproductie	Effect van water/bodem-kwaliteit op voedselproductie - via productiefunctie	Waarde van voedsel
Erosiebescherming (voorkomen woestijnvorming, afspoelen grond, verwaaien grond)	Bijdrage aan voedselproductie	Marginale bijdrage van voorkomen van erosie op voedselproductie - via productiefunctie	Waarde van voedsel of averting expenditures om erosie te voorkomen
Bodemvruchtbaarheid (incl. bodemvorming)	Bijdrage aan voedselproductie	Marginale bijdrage van daling van bodemvruchtbaarheidsdegradatie aan daling van voedselproductie - via productiefunctie	Waarde van voedsel
Bestuiving	Bijdrage aan voedselproductie	Marginale bijdrage van bestuiving aan voedselproductie - via productiefunctie	Waarde van voedsel
Natuurlijke regeneratie (bijvoorbeeld. zaadverspreiding, plaatregulatie)	Bijdrage aan voedselproductie	Marginale bijdrage van natuurlijke regeneratie aan voedselproductie - via productiefunctie	Waarde van voedsel
		Bijdrage aan bestaanswaarde/verervingswaarde van de aanwezige ecotopen en soorten	WTP* voor voorkoming van een verandering
Habitatdiensten			
Habitatfuncties	Effect wordt vooral zichtbaar via veranderingen in productie, culturele en regulerende diensten		
Genetische diversiteit (vooral genenbronnen beschermen)	Effect wordt vooral zichtbaar via veranderingen in productie, culturele en regulerende diensten		

Ecosysteemgoederen en –diensten	Bijdrage aan welvaart	Kwantificering	Monetarisering
Culturele diensten			
Esthetische informatieve – natuur, landschap en woongenot	Bijdrage aan woongenot	Ordinale schaal met verandering van landschap en leefomgeving	Marginale bijdrage van landschap en leefomgeving op huizenprijzen
	Bijdrage aan bestaanswaarde/verervingswaarde van de aanwezige ecotopen en soorten	Ordinale schaal met verandering van landschap en leefomgeving	WTP* voor voorkoming van een verandering
Recreatieve en toeristische entourage	Bijdrage aan recreatieve beleving	Aantallen toeristen, tijdbesteding aan recreatie	Uitgaven aan recreatie en toerisme
Inspirerende informatie	Bijdrage aan bestaanswaarde/verervingswaarde van de aanwezige ecotopen en soorten	Ordinale schaal met verandering van landschap en leefomgeving	WTP* voor voorkoming van een verandering
Spirituele informatieve	Bijdrage aan bestaanswaarde/verervingswaarde van de aanwezige ecotopen en soorten	Ordinale schaal met verandering van landschap en leefomgeving	WTP* voor voorkoming van een verandering
Cognitieve informatie	Bijdrage aan bestaanswaarde/verervingswaarde van de aanwezige ecotopen en soorten	Ordinale schaal met verandering van landschap en leefomgeving	WTP* voor voorkoming van een verandering

* WTP: Willingnes To Pay: Bereidheid om voor een dienst of goed te betalen.

Vaak zijn er geen specifieke data voor het studiegebied beschikbaar, en vanuit kosten of tijdsoverweging kunnen deze data ook niet altijd verzameld worden. Bij gebrek aan gebied specifieke data worden vaak kentallen gebruikt. Het gebruik van kengetallen voor de waardering van effecten blijft echter een punt van discussie en moet met beleid worden gedaan. De resultaten van toepassing moeten vooral 'indicatief' worden beschouwd. Aangezien in dit rapport een waardering op hoofdlijnen wordt uitgevoerd voor een aantal ontwerpkeuzes, en geen gedetailleerde MKBA van volledige varianten, is het gebruik van kengetallen verdedigbaar. Gebruik van kengetallen blijft echter risicovol omdat de relatie met een welvaartseffect niet altijd duidelijk is (bijvoorbeeld bij de schattingen van de waarde van reductie van fijnstof in Ministerie van LNV, 2006) en omdat waarden vaak zijn geschat voor heel andere situaties (andere marktomstandigheden, andere omgeving, andere populatie, andere tijd, andere omvang van de aanwezige ecosysteemdiensten). Hierdoor zijn ze niet zomaar bruikbaar in alle omstandigheden en moet de keuze voor een bepaald kengetal worden onderbouwd. Gebruik van gerelateerde marktprijzen en, zoveel als redelijkerwijs mogelijk, regio-specifieke informatie is in veel gevallen aanbevelenswaardig. Dit gaat ook (of vooral) om casus-specifieke informatie over dosis-respons relaties en populaties. Zie voor deze discussie ook de rapportage van de voorstudie (Hendriks *et al.*, 2012).

2.5 Stap 3: Verzilveren van ecosysteemdiensten

Met de voorgaande stappen karteren en waarderen kunnen ecosysteemdiensten in beeld worden gebracht en kunnen maatschappelijke welvaartseffecten van veranderingen in ecosysteemdiensten, bijvoorbeeld als gevolg van ruimtelijke ingrepen, worden bepaald. Bij verzilvering gaat het om de vraag hoe deze waarden op een goede manier meegenomen kunnen worden in de besluitvorming van overheden, burgers en bedrijven, opdat de gebruiksmogelijkheden van ecosysteemdiensten ook daadwerkelijk op een duurzame wijze benut worden en meer *economic efficiency*, *ecological sustainability* en *social fairness* wordt bereikt, zoals de internationale TEEB-benadering dit voorschrijft (TEEB, 2010). Als het gaat om de vraag hoe verzilvering precies werkt, steunt de internationale TEEB-benadering op twee gedachten.

Op de eerste plaats wordt veel verwacht van bewustwording. De internationale TEEB-benadering stelt dat overheden, bedrijven en burgers een goed inzicht in de economische, ecologische en maatschappelijke betekenis van ecosysteemdiensten krijgen door deze diensten te waarderen. Dit inzicht zal hen helpen om integrale en meer duurzame afwegingen te maken. De kosten en baten van verschillende handelingsopties worden met de TEEB-aanpak immers onder één noemer (euro's) gebracht en kunnen daardoor met elkaar worden vergeleken. Dit leidt uiteindelijk tot keuzes die

duurzaam gebruik van het natuurlijk kapitaal bevorderen en zodoende meer maatschappelijke welvaart genereren, zo is de gedachte.

Op de tweede plaats wordt er in de internationale TEEB-benadering verwacht dat inzicht in waarden leidt tot ingrijpen in marktmechanismes om burgers, bedrijven en overheden er toe aan te zetten de waarde van ecosysteemdiensten mee te nemen in hun beslissingen. Achtergrond hiervan is dat ecosysteemdiensten via het marktmechanisme onvoldoende of onjuist zijn geprijsd waardoor suboptimale keuzes worden gemaakt. Voorbeelden van economische instrumenten die het TEEB-synthese rapport (TEEB, 2010) noemt om suboptimale processen te beïnvloeden, zijn introductie van vergoedingen voor duurzaam gebruik van ecosysteemdiensten, het wegnemen van subsidies met schadelijke effecten voor ecosysteemdiensten, het bieden van fiscale voordelen voor natuurbescherming, het creëren van nieuwe markten voor milieuvriendelijke producten en het introduceren van eigendomsrechten en aansprakelijkheid.

In de Nederlandse praktijk van gebiedsontwikkeling en ruimtelijke planning lijkt vooral de bewustwordingsfunctie van de TEEB-benadering relevant. Door ecosysteemdiensten en de effecten van verschillende planvarianten te benoemen, te kwantificeren en waar mogelijk te monetariseren krijgen besluitvormers meer informatie over de welvaartseffecten van de varianten. Uit de voorstudie van 'TEEB voor gebieden' (Hendriks *et al.*, 2012) bleek dat monetair waarderen een rol speelt rond de besluitvorming van ruimtelijke ingrepen, maar dat ook andere factoren een rol spelen zoals bijvoorbeeld veiligheidsperceptie.

Bij implementatie van één van de planvarianten kan dan weer eerder gebruik gemaakt worden van marktprikkels om degene die voordeel halen uit de welvaartseffecten van de varianten, mee te laten betalen aan de realisatie van de varianten en/of kostendragers te compenseren. Zoals aangegeven in hoofdstuk 1 is met deze verzilveringsstap niet geëxperimenteerd in deze studie.

2.6 TEEB-aanpak in Nederland toegepast: selectie van casestudiegebieden

Om de TEEB-aanpak breed toepasbaar te maken voor de Nederlandse ruimtelijke planvormingspraktijk is gezocht naar casestudiegebieden die voldoende verschillen. Relevante selectiecriteria zijn de aard van de beleidsopgave in het gebied en het aanwezige ecosysteem (zoet, zout, terrestrisch). De voorwaarde voor selectie van een gebied was verder dat de beleidsopgave voldoende concreet moest zijn en dat de te nemen maatregelen impact zouden hebben op de aanwezige ecosystemen en biodiversiteit. Ook moesten er voor de gebieden voldoende gegevens beschikbaar zijn om de TEEB aanpak toe te kunnen passen en moest er voldoende regionale spreiding zijn.

Op basis van de criteria en voorwaarden zijn volgende casestudiegebieden gekozen (Figuur 7):

- IJsselmeer: zoetwatervoorziening op peil houden, in combinatie met waterveiligheid en waterafvoer - het waterpeilbesluit.
- Schiermonnikoog: openhouden van de jachthaven, aangrenzend aan de Waddenzee.
- Rijk van Dommel en Aa (Eindhoven-Helmond): versterken van het groen-blauwe karakter van het gebied rondom Brainport Eindhoven.

De verschillende problematieken die centraal staan in de casestudiegebieden leidt ertoe dat de analyse in de casestudiegebieden verschillend wordt aangepakt. Het zoeken naar oplossingsrichtingen en mogelijkheden van gebruik van ecosysteemdiensten hangt immers af van de beleidsopgave van het gebied. Per beleidsopgave zal er een andere set van ecosysteemdiensten nuttig zijn voor de plannen van het gebied. In deze studie zijn we vooral uitgegaan van de bestaande probleembeschrijvingen, hun plannen en planvarianten (zie Tabel 3), wat van invloed is geweest op hoe de casestudiegebieden zijn uitgewerkt en geanalyseerd, alsook hoe de hoofdstukken concreet zijn ingedeeld en welke tabellen en figuren de casusanalyse ondersteunen. De stappen uit de TEEB-aanpak, zoals beschreven in dit hoofdstuk, zijn hierbij steeds doorlopen en herkenbaar in beeld gebracht, maar zijn aangepast op het gebied en de beleidsvraag. Meer over de case specifieke uitwerking van de TEEB-aanpak wordt in de case hoofdstukken (hoofdstuk 3 tot en met 5) toegelicht.



Figuur 7 Ligging van de casestudiegebieden.

Tabel 3

Overzicht van selectie criteria voor de drie casestudiegebieden.

Selectie criterium	Casus		
	IJsselmeer	Schiermonnikoog	Rijk van Dommel en Aa
Beleidsopgave	Besluit over het waterpeil	Besluit openhouden jachthaven	Besluit versterken groenblauwe karakter van gebied
Type ecosystemen	Zoet water	Marien	Terrestrisch
Impact maatregelen op ecosysteemdiensten	Ja	Ja	Ja
Regionale ligging	Midden Nederland	Noord Nederland	Zuid Nederland
Basis beschikbare gegevens	Studie CPB (Bos <i>et al.</i> , 2012)	Studie DLG (DLG, 2012)	Studie ISV (Verhaak en Farla, 2011)

3 Borgen van watervoorziening en -veiligheid IJsselmeer

3.1 Samenvatting

Beleidsopgave en context

In het IJsselmeergebied spelen veel vragen rondom het waterbeheer. Het water uit het IJsselmeer wordt gebruikt voor drinkwater, voor de landbouw en voor industriële toepassingen. Verwacht wordt dat het toekomstig watergebruik zal toenemen. Verder wordt momenteel overtollig water geloosd op de Waddenzee. Omdat het waterpeil van het IJsselmeer hoger is dan dat van de Waddenzee, kan dit onder vrij verval worden geloosd. Echter, door klimaatverandering stijgt de zeespiegel waardoor het steeds lastiger wordt het overtollige water, op deze manier te lozen. Om in toekomst aan de toenemende vraag naar zoet water te kunnen voorzien en om te kunnen blijven spuien onder vrij verval wordt nagedacht over het vergroten van de zoetwatervoorraad in het IJsselmeer door het verhogen van het waterpeil. Verhogen van het waterpeil heeft echter gevolgen voor het overstromingsrisico. Dit risico kan beperkt worden door het ophogen van dijken. Dat is echter een dure optie en er kleven bezwaren aan vanuit natuur en landschap. In het kader van het Deltaprogramma is een besluit over het waterpeil in het IJsselmeer voorzien in 2015. Ter voorbereiding hierop hebben Bos *et al.* (2012) de kosteneffectiviteit bepaald van een aantal varianten voor waterpeilverandering en bijbehorende maatregelen zoals dijkverhogingen en grotere pompen. Hieruit bleek dat het investeren in grotere pompen goedkoper is dan het opzetten van het waterpeil en het verhogen van de dijken. Overigens is er binnen het Deltaprogramma inmiddels besloten dat een waterpeilverandering in het IJsselmeer niet nodig is tot 2050. Wel is dijkverhoging in verschillende delen van het IJssel- en Markermeer nodig om te kunnen voldoen aan de huidige waterveiligheidsnormen. Naast deze waterveiligheidsopgave zijn er ook natuur- en waterkwaliteitsopgaven in het IJsselmeergebied in het kader van Natura 2000 en de Kaderrichtlijn Water.

Werkwijze

In deze casestudie zijn de kosten en welvaartseffecten van de door Bos *et al.* (2012) onderscheiden varianten voor dijkverhoging vergeleken met varianten waarbij een vooroever wordt aangelegd vóór de dijk. Deze vooroever, waarbij de waterbodem vanaf 100 meter uit de kust langzaam oploopt, remt de golfslag en kan leiden tot vergelijkbare veiligheidsniveaus als een conventionele dijkverhoging. De resultaten van de studie zijn gebaseerd op ruwe schattingen en hebben een indicatief karakter.

Resultaat

In het IJssel- en Markermeergebied is het aanleggen van vooroevers op geschikte plaatsen een veilige variant voor dijkverhoging bij een verhoging van het waterpeil. Vooroevers hebben verder een positief effect op natuur- en landschapsschoon, waterzuivering en leefgebied voor belangrijke soorten uit het natuurbeleid. Dit leidt tot onder andere meer woongenot, een hogere recreatieve beleving, een hogere beleving van natuurlijk leefgebied en een betere waterkwaliteit. Deze maatschappelijke welvaarts-effecten, die volgen uit het aanleggen van vooroevers, liggen naar schatting €78 tot € 367 miljoen hoger voor de ecosysteemdienstenvarianten dan voor de technische varianten die uitgaan van dijkverhoging. Als hierbij de besparing van investeringskosten van enkele tientallen miljoenen euro's wordt opgeteld dragen de varianten die uitgaan van de aanleg van vooroevers dus meer bij aan maatschappelijke welvaart dan de conventionele aanpak van dijkverhoging. Vooroevers zijn echter niet langs de gehele IJsselmeer- en Markermeerkust toepasbaar. Bij de huidige peilniveaus is circa 25% tot 50% van de kust langs het IJssel- en Markermeer geschikt voor het aanleggen van vooroevers. Bij een peilverhoging van één meter daalt dit percentage naar 10% tot 40%.

3.2 Inleiding en achtergrond casus

Nederland heeft de ambitie geformuleerd om ervoor te zorgen dat huidige en volgende generaties veilig zijn tegen het water en dat er de komende eeuw voldoende zoet water ter beschikking is. Het Deltaprogramma is in 2010 opgezet om deze ambitie te realiseren. Het Deltaprogramma bestaat uit vijf deelprogramma's waarvan deelprogramma IJsselmeergebied (DPIJ) er één is. In dit deelprogramma moet besloten worden over het Peilbesluit voor het IJsselmeer. Hierbij worden drie ruimtelijke opgaven aangepakt. Ten eerste, de waterpeilopgave en de vraag op welke manier men vanuit het IJsselmeer kan blijven spuien op de Waddenzee, gegeven de zeespiegelstijging. Momenteel gebeurt dit nog onder vrij verval. Deze aanpak wordt in de toekomst lastiger vanwege de zeespiegelstijging. Bovendien wordt er een grotere (piek) wateraanvoer vanuit de IJssel verwacht. Moet het waterpeil in IJsselmeer stijgen opdat vrij verval haalbaar blijft, of moet er geïnvesteerd worden in pompen met een grotere capaciteit? De tweede opgave ligt op het vlak van de hoogwaterbescherming, want er is bij een recente toetsingsronde gebleken dat een deel van de dijken en kunstwerken (bruggen, kades, sluisen, e.d.) in het IJsselmeergebied niet meer voldoen aan de huidige wettelijke veiligheidsnormen. Uitgaande van het Hoogwater Beschermingsprogramma (HWBP) moeten hiervoor de dijken worden verhoogd. De vraag die hier voorligt, is of nieuwe investeringen voor waterpeilverhoging gecombineerd kunnen worden met het aanpakken van achterstallig onderhoud; en of veiligheidsnormen aangepast dienen te worden in combinatie met ontwikkelingen van mogelijkheden voor meerlaagse veiligheid⁷. Bij dit laatste wordt belangrijk gevonden dat de bevolking beter voorbereid is op mogelijke overstromingen. De derde opgave is de zoetwatervoorziening van Noord-Nederland. De vraag hier is hoeveel meer zoetwater het IJsselmeer zou kunnen leveren en tegen welke kosten en of dat voldoende is om de zoetwatervraag in Noord-Nederland op de lange termijn te blijven faciliteren. Het deelprogramma IJsselmeer ontwikkelt een strategie voor het beheer van het waterpeil in het IJsselmeer, rekening houdende met de drie voornoemde beleidsopgaven. Interessant is om op te merken dat deze strategieën dienen te passen binnen de bepalingen van Natura 2000⁸ en de Kaderrichtlijn Water (KRW). Verder dient bij het peilbesluit belangen vanuit scheepvaart en recreatie betrokken te worden.

Bij aanvang van ons onderzoek was het nog niet duidelijk of men zou kiezen voor peilverhoging en wat eventuele voorkeursvarianten zijn. Bos *et al.* (2012) keken voor het peilbesluit naar de kosten-effectiviteit van een aantal varianten voor waterpeilverandering en bijbehorende maatregelen zoals dijkverhogingen en grotere pompen. Hieruit bleek dat het investeren in grotere pompen goedkoper is dan het opzetten van het waterpeil en het verhogen van de dijken. Inmiddels is binnen het Deltaprogramma besloten dat een waterpeilverandering in het IJsselmeer niet nodig is tot 2050. Wel is dijkverhoging in verschillende delen van het IJssel- en Markermeer nodig om te kunnen voldoen aan de huidige waterveiligheidsnormen.

In deze casestudie is er voor gekozen om de varianten met verschillende peilniveaus en dijkverhoging centraal te stellen. Door Bos *et al.* (2012) zijn hiervoor varianten opgesteld en vergeleken in termen van kosteneffectiviteit. In dit hoofdstuk voegen we aan de door hen opgestelde varianten nieuwe varianten toe waarin de waterveiligheid met vooroevers wordt gerealiseerd in plaats van met dijkverhoging. Het is daarmee een aanvulling op de studie van Bos *et al.* (2012) en andere studies uit het deelprogramma IJsselmeergebied.

Met de toepassing van de TEEB-aanpak op de problematiek is daarbij geanalyseerd of de nieuwe oplossingsrichting met vooroevers meer synergie met Natura 2000 en KRW mogelijk maken. Daarbij is een overzicht gemaakt van de welvaartseffecten van de varianten. Deze aanvullende informatie kan gebruikt worden bij afwegingen tussen de varianten.

⁷ Meerlaagsveiligheid gaat uit van het principe dat allereerst overstromingen voorkomen moeten worden (laag 1). Mocht een overstroming toch voorkomen dan moet ruimtelijke inrichting evacuatie mogelijk maken (laag 2) en moeten er rampenbeheersingsplannen zijn (laag 3).

⁸ Het aanwijzingsbesluit voor Natura 2000-gebieden is nog niet definitief vanwege gerechtelijke uitspraken. Deze wachten op onderzoek naar de haalbaarheid van een hersteldoelstelling. Ook het Natura 2000-beheerplan voor het IJsselmeergebied is nog niet afgerond in verband met onduidelijkheid over financiering van de maatregelen.

3.3 Beschrijving van het gebied

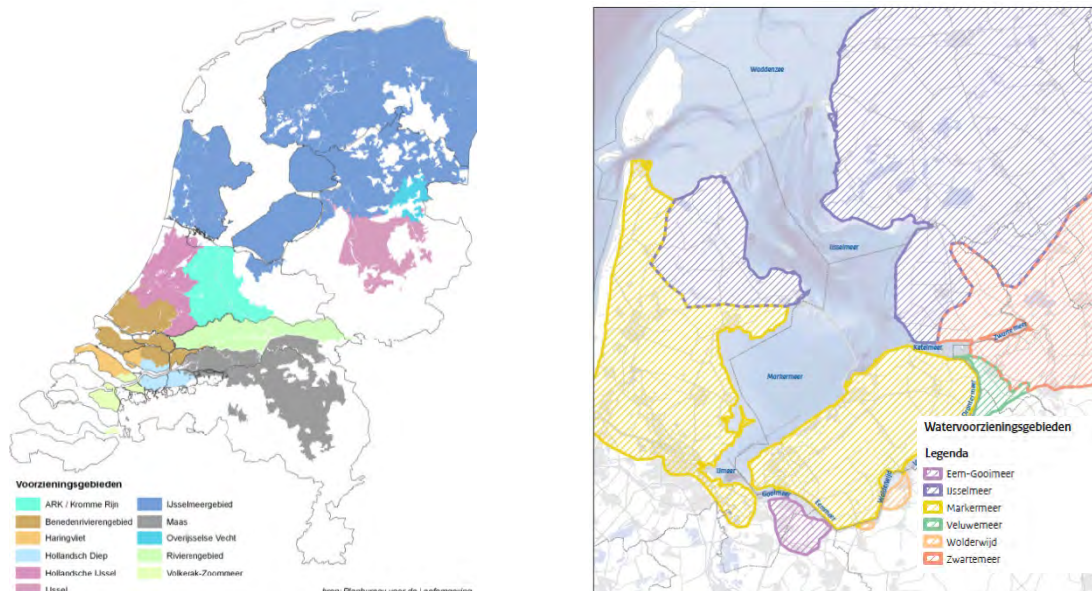
Het IJsselmeer is in 1932 ontstaan met de aanleg van de Afsluitdijk (Bos *et al.*, 2012). Reden voor aanleg van de Afsluitdijk was het verminderen van de overstromingsrisico's en de behoefte aan extra landbouwgrond om de groeiende bevolking te kunnen voeden. De inpoldering van de Noordoostpolder, Flevoland en de Wieringermeer komt voort uit die extra behoefte aan landbouwgrond. Het IJsselmeer vervult momenteel een belangrijke rol in de zoetwatervoorziening van Noord-Nederland (Deltares, 2012b). Het IJsselmeergebied is een op Europese schaal uniek gebied door de aanwezige grote en open zoetwaterbekkens IJsselmeer en Markermeer, de ondiepere Randmeren en het Zwarte Meer en de open aansluiting op de IJssel.



Figuur 8 Ligging van het gebied.

Het IJsselmeer is een belangrijk foerageer- en rustgebied voor vogels. Zij komen vooral af op de grote aantallen schelpdieren die op de bodem leven (voornamelijk driehoeksmosselen), de waterplanten die in de ondiepe delen groeien (fonteinkruiden en kranswieren) en de vissen. Daarnaast herbergt het IJsselmeergebied ook buitendijkse natuur die een belangrijke functie heeft als broedgebied voor moerasvogels en als slaap-, rust en ruigebied voor veel vogelsoorten. Bij de Makkumerwaard (voor de kust van Friesland) komen trilvenen voor, een zeldzaam vegetatietype. Alle wateren en een groot deel van de oever- en moerasarealen in het IJsselmeergebied zijn, vanwege de betekenis voor flora en fauna, aangewezen als Natura 2000-gebied en vallen daarmee onder de zwaarste categorie van gebiedsbescherming voor natuur.

Naast het belang voor de zoetwatervoorziening en natuur zijn het IJsselmeer en Markermeer belangrijk voor onder andere (water)recreatie, scheepvaart en visserij. In het bredere IJsselmeergebied zijn ook landbouw en haven gerelateerde industrie belangrijke economische activiteiten (Bos *et al.*, 2012).



Figuur 9 Gebieden die vanuit het hoofwatersysteem van water worden voorzien. Het IJsselmeer voorziet vrijwel geheel Noord Nederland van water (blauw). Bron: Linker kaart Deltares, 2012b; Rechterkaart: Deltaprogramma IJsselmeergebied, 2010.

Het casestudiegebied heeft betrekking op het gehele IJsselmeervoorzieningsgebied en omvat het IJsselmeer, het Markermeer, Flevoland, de Noordoostpolder en het Kampenland tot en met Zwolle. Dit komt overeen met het werkgebied van het Deltaprogramma IJsselmeer (Figuur 9). Deze casestudie beperkt zich tot de ecosysteemdiensten die het IJssel- en Markermeer leveren. Veranderingen in de watervoorziening worden echter in het hele IJsselmeervoorzieningsgebied gevoeld (netwerkeffecten). Voorbeelden hiervan zijn de voorziening vanuit het IJsselmeer in de behoefte aan zoetwater in grote delen van Noord-Nederland en de mogelijkheden voor vergroting van de waterveiligheid in het rivierengebied door ingrepen in het IJsselmeer. De effecten hiervan worden in deze casestudie niet meegenomen.

3.4 Voorkomende ecosysteemdiensten (Stap 1)

In deze paragraaf worden de in het IJsselmeergebied voorkomende ecosysteemdiensten besproken. Tabel 4 geeft een beknopt overzicht van de aanwezige ecosysteemdiensten en verwachte potenties om ze meer te kunnen gebruiken. In Bijlage 3 zijn een aantal kaarten gegeven (bijvoorbeeld van het landgebruik, Natura 2000-gebieden, inwoneraantallen etc.) die gebruikt zijn als bouwstenen bij het in beeld krijgen van de ecosysteemdiensten in het IJsselmeergebied.

3.4.1 Productiediensten

De belangrijkste productiediensten zijn voedselproductie en zoetwatervoorziening (Tabel 4). Voedselproductie en productie van siergewassen door de landbouw is een belangrijke productiedienst in het IJsselmeergebied. Landbouw is de tweede economische factor in dit gebied (Bos *et al.*, 2012). Vrijwel alle soorten voedselproductie vindt plaats: akkerbouw, melkveehouderij, tuinbouw, sierteelt (onder andere bloemen, bloembollen). In het IJsselmeer wordt op paling gevist. Het IJsselmeer is belangrijk in de zoetwatervoorziening van Noord Nederland. Het IJsselmeer is belangrijk in de zoetwatervoorziening van Groningen, Friesland, delen van Drenthe, noordwest-Overijssel, de kop van Noord-Holland en Flevoland. Vooral het Markermeer is van belang voor de drinkwatervoorziening. Verder wordt het water gebruikt voor irrigatie in de landbouw, doorspoeling om zoute kwel te verwijderen, doorspoelen van de grachten in Amsterdam, en voor industriële toepassingen (Bos *et al.*, 2012).

Tabel 4

Voorkomende ecosystemediensten in het IJsselmeer- en Markermeergebied en het IJsselmeervoorzieningsgebied en verwachte potenties om ze meer te gebruiken.

Ecosysteemdienst		Huidiggebruik van ecosystemediensten	Potenties voor meer gebruik van ecosystemediensten	Relatie met peilbesluit Deltaprogramma
Productiediensten	Voedsel – Gewassen/vlees	Akkerbouw, melkveehouderij, veehouderij en tuinbouw op ca. 13.000 km ² en ca. 18.000 landbouwbedrijven	Afhankelijk van omvang extra buffer voor wateropslag	Het soort gewas en de hoeveelheid gewassen bepaalt de zoetwatervraag en dus de benodigde buffercapaciteit. Kwelstroom heeft invloed op gewasgroei.
	Voedsel - Vis	Minder dan 70 vergunningen; vooral paling en schubvis	Meer gebruik brengt duurzaamheid visstanden in gevaar	Minder ondiep water door peilverhoging leidt tot minder paaigronden.
	Biomassa	Nauwelijks	Mogelijkheden voor oogst van riet bij natuurlijke vooroevers	Minder ondiep water door peilverhoging leidt tot minder mogelijkheden voor rietkragen.
	Zoetwater-voorziening	Zoetwatervoorziening voor landbouw (beregenen), doorspoelen en peilbeheer in IJsselmeervoorzieningsgebied	Afhankelijk van omvang extra buffer – hoe groter de buffer hoe zekerder de zoetwatervoorziening.	Hoofdrede van extra buffercapaciteit is om zoetwatervoorziening veilig te stellen.
	Delfstoffen-voorziening	Nauwelijks, afgezien van zand dat vrij komt bij vaargeulonderhoud	Mogelijkheden voor meer winning van delfstoffen - heeft waarschijnlijk negatieve natuureffecten	Geen
	Waterregulatie-grondwater	IJssel/Markermeer is een belangrijke bron voor oppervlakte- en grondwaterregulatie in het IJsselmeervoorzieningsgebied	Geen	Peilverhoging heeft gevolgen voor grondwaterpeilen in aangrenzende gebieden en leidt tot meer problemen met kwel
Regulerendendiensten	Overstromings-bescherming	Afsluitdijk, Houtribdijk en dijken langs de kusten belangrijk voor waterveiligheid	Nieuwe manieren om waterveiligheid te garanderen zijn mogelijk	Peilverhoging vraagt om aanpassingen om veiligheid te garanderen.
	Water- en bodem-zuiveringsprocessen		Mogelijkheden om waterkwaliteit te verbeteren door aanleg van rietkragen; verwacht effect is klein	Geen
	Transportmogelijkheden	Beroepsvaart en recreatievaart	Geen belemmeringen om meer gebruik van te maken	Geen
	Temperatuur-regulering	De aanwezigheid van een groot zoetwaterbuffer werkt verkoelend voor de omliggende gemeenten, waaronder Amsterdam, Almere en Lelystad	Peilveranderingen hebben naar verwachting nauwelijks een aanvullend verkoelend effect	Geen
Habitat dienst	Habitatfunctie	In het IJsselmeergebied komen 47 soorten voor die internationaal van belang zijn. Alle open wateren en een deel van de oever- en moeras-arealen vallen onder N-2000	Er zijn mogelijkheden om habitatfuncties te versterken	Peilverhoging heeft negatieve effecten op natuur in ondiepe wateren.
Culturele diensten	Recreatie	Gebied is een belangrijk recreatiegebied voor verschillende soorten natuur	Er zijn nog mogelijkheden om recreatieve functies te versterken	Peilverhoging heeft negatieve effecten op een aantal recreatieve mogelijkheden.
	Esthetische-informatie: Natuurbeleving	Veel vogelsoorten en andere dieren en planten IJssel/Markermeergebied is Natura2000-gebied. Sommige delen vallen onder de Habitatrichtlijnen	Er is nog een natuuropgave in het gebied die natuurbeleving kan verhogen	Peilverhoging heeft negatieve effecten op natuur in ondiepe wateren.
	Esthetische-informatie: Woongenot	Aantal woningen met uitzicht op het IJssel/Markermeer is beperkt; voor bewoners van het gebied is openheid belangrijk	Er zijn nog mogelijkheden om wonen aan het water te versterken	Dijkverhoging heeft negatieve gevolgen voor woongenot.
	Esthetische informatie: Landschapsbeleving	Openheid van het gebied is een belangrijk karakteristiek dat veel mensen aantrekt	Weinig	Dijkverhoging kan landschapsbeleving belemmeren.
	Cultuurhistorie	IJssel/Markermeergebied diverse cultuurhistorisch belangrijke dorpen en objecten	Weinig	Dijkverhoging kan historische steden en havens belemmeren
Betekenis kleuren				
Belangrijke functie of mogelijkheden om in de toekomst meer van te gebruiken				
Beperkte functie of beperkte mogelijkheden om in de toekomst meer van te gebruiken				

3.4.2 Regulerende diensten

Waterregulatie is een belangrijke regulerende dienst. De waterdruk in het IJsselmeer en de randmeren heeft invloed op de grondwaterstanden in het omliggende gebieden. De overstromingsbescherming is een belangrijke dienst. Deels wordt deze bescherming nu door (harde) dijken geleverd, maar deels ook door natuurlijke ondiepe oevers. Verder is de temperatuur regulerende werking van belang voor steden als Amsterdam, Almere, en Lelystad. Tot slot is het bieden van transport mogelijkheden voor scheepvaart een belangrijke dienst.

3.4.3 Habitat diensten

Alle open wateren en een deel van de oever- en moerasarealen zijn aangewezen als Natura 2000-gebied. Het gebied is van belang voor 47 soorten die ook internationaal van belang zijn: 42 vogelsoorten, twee zoogdiersoorten en drie vissoorten (Bos *et al.*, 2012). Voor de watervegetatie en vissoorten is de waterkwaliteit, en daarmee de Kaderrichtlijn Water van belang.

3.4.4 Culturele diensten

Op en rondom het IJsselmeer is er veel recreatie. Afgemeten aan de werkgelegenheid is recreatie verreweg de belangrijkste activiteit in het gebied (Bos *et al.*, 2012). De recreatie is divers, variërend van watersport, fietsen, natuurbeleving, en bezoek van cultuurhistorische objecten en plaatsen. Daarnaast levert het uitzicht over het IJsselmeer veel bewoners zeer gewaardeerd woongenot op.

3.5 De ontwikkelingsvarianten

In deze studie worden twee clusters van varianten met elkaar vergeleken. De eerste cluster omvat de planvarianten waarvoor CPB en PBL (Bos *et al.*, 2012) een kosteneffectiviteitsanalyse (KE-analyse) hebben uitgevoerd. Deze varianten verschillen in de niveaus van peilopzet en de extra dijkverhoging die nodig is om bij de extra peilopzet de overstromingsnormen te halen. De tweede cluster van varianten is nieuw en maakt meer gebruik van ecosysteemdiensten. De niveaus van peilopzet zijn hierbij hetzelfde als bij de planvarianten, maar in plaats van dijkverhoging worden vooroevers aangelegd die de golfslag beter opvangen en daardoor dezelfde overstromingskansen hebben als de hogere, reguliere dijken. De referentievariant is de eenvoudigste planvariant (P.L1) waarbij het IJsselmeerpeil niet meestijgt met de zeespiegel maar overtollig IJsselmeerwater wordt weggepompt. Voor de plan- en ecosysteemdienstenvarianten gaan we na wat de effecten op ecosysteemdiensten zijn ten opzichte van de referentievariant en welke (maatschappelijke) kosten en baten dit met zich mee brengt.

Bos *et al.* (2012) onderscheiden korte termijn varianten met een planhorizon tot 2025 en lange termijn varianten met een planhorizon tot 2100. Tevens wordt bij de lange termijn varianten onderscheid gemaakt tussen het Gematigde KNMI-scenario en het Warm+-scenario. Afhankelijk van het scenario leidt een bepaalde peilstijging tot andere effecten. In deze casestudie zijn alleen de lange-termijnvarianten bekeken met een planhorizon tot 2100 omdat de korte-termijnvarianten weinig van elkaar verschillen. De natuureffecten zijn voor deze lange termijn varianten omvangrijker en dat maakt een oefening met de TEEB-aanpak een zinnigere exercitie.

3.5.1 Planvarianten

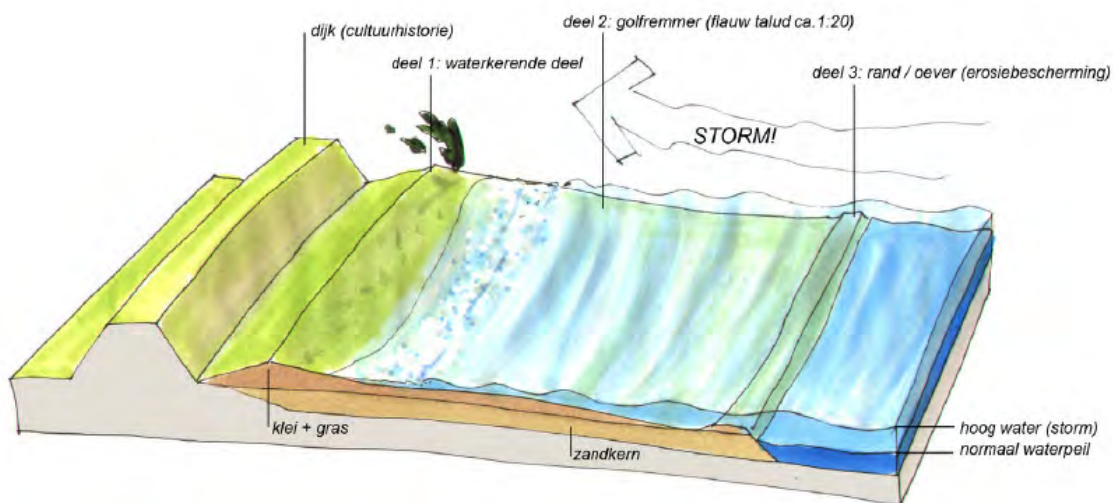
De planvarianten zijn de lange-termijnvarianten uit de Kosten-Effectiviteitsstudie van CPB en PBL (Bos *et al.*, 2012). In deze studie zijn de kosten en effecten voor het IJsselmeergebied globaal in beeld gebracht voor varianten waarin de zeespiegel met 35 tot 85 cm stijgt en met diverse opties voor het vergroten van de zoetwaterbuffer. De focus van Bos *et al.* (2012) lag om praktische redenen op technische oplossingen voor waterveiligheid, waarbij geen aandacht is besteed aan meekoppelingsmogelijkheden en waarbij effecten op natuur slechts in beperkte mate zijn meegenomen. De varianten verschillen in de omvang van de extra zoetwaterbuffer, de peilfluctuatie en de mate waarin het IJsselmeerpeil mee stijgt met de zeespiegel (zie Tabel 5). Het behalen van overstromingsnormen vindt

plaats met dijkverhoging. De manier van dijkverhoging hangt af van de gekozen peilverhoging en van het klimaatscenario. In het Warm⁺-scenario (W⁺-scenario) zal de zeespiegelstijging sneller gaan, zal bij meestijden het waterpeil in het IJsselmeergebied meer stijgen, en zullen de kosten en restrisico's (dat wil zeggen, de risico's die samenhangen met het overstromingsrisico dat nog overblijft na dijkversterking omdat de kans op overstromingen of een dijkdoorbraak nooit helemaal ongedaan kan worden gemaakt) dus anders uitvallen dan in het Gemiddeld klimaat-scenario (G-scenario). Voor de verschillende planvarianten worden negatieve effecten op bijvoorbeeld natuur, landbouw, scheepvaart en recreatie zoveel mogelijk gecompenseerd. De volgende planvarianten zijn onderscheiden (de oorspronkelijke aanduidingen van de varianten zijn gehandhaafd):

- P.L1 Het waterpeil in het IJsselmeer, Markermeer en Veluwerandmeren stijgt niet mee met de zeespiegel; voor het handhaven van het waterpeil worden extra pompen geïnstalleerd in de Afsluitdijk. Een extra buffer wordt gecreëerd door extra uitzakken van het IJsselmeer mogelijk te maken. Dit is de minimale variant die voor de lange termijn is doorgerekend.
- P.L2a-c: als P.L1 maar met een extra voorjaarsopzet van 20 of 60 cm of met extra uitzakken van 40 cm.
- P.L3a-b: als P.L4 maar met een extra voorjaarsopzet van 50 of en 80 cm, afhankelijk van het W⁺ of G-klimaatsscenario.
- P.L.4: het waterpeil in het IJsselmeer stijgt mee met de zeespiegel. Effecten zijn doorberekend voor de verwachte zeespiegelstijging van het W⁺ en G-klimaatsscenario. Om voldoende afvoer van water uit het IJsselmeer te garanderen is dan ook extra spuicapaciteit nodig. Het waterpeil in het Markermeer en de Veluwerandmeren blijft ongewijzigd.

3.5.2 Ecosysteemdienstenvarianten

De ecosysteemdienstenvarianten verschillen van de planvarianten door (meer) gebruik te maken van ecosysteemdiensten. Het belangrijkste verschil is dat waar het haalbaar is natuurvriendelijke vooroevers worden aangelegd en dijken ter plekke niet (of minder) worden verhoogd. Vooroevers zijn langzaam oplopende oevers vóór de dijk (Figuur 10). Door de vorm van deze vooroevers wordt golfslag afgeremd terwijl bij goed ontwerp hydraulische en waterbouwkundige functionaliteiten gelijk zijn aan die van conventionele dijken. Aangezien golfslag een belangrijke factor is die het falen van conventionele dijken veroorzaakt is het bij het aanleggen van vooroevers niet nodig om de achterliggende dijk ook nog te verhogen. De overstromingskansen zijn bij een vooroever vergelijkbaar met die van een conventionele dijk, maar er is dan geen dijkverhoging nodig (zie bijvoorbeeld Bel *et al.*, 2011; Stroming, 2012). De vooroevers creëren daarnaast aanzienlijke oppervlakten ondiep water, dat interessante habitats oplevert voor vogels en andere soorten die belangrijk zijn in het kader van de Natura 2000-wetgeving.



Figuur 10 Voorbeeld van de werking van een vooroever. (Bron: Stroming 2012).

Er kunnen helofytenmoerassen worden aangelegd die waterzuiverend werken en daarnaast ook biomassa opleveren. Tenslotte wordt het landschap minder verstoord of wordt het landschap er juist mooier door, dat extra recreatieve activiteiten kan aantrekken en woongenot kan verhogen. Voor de ecosysteemdienstenvariant worden ook een aantal sub-varianten onderscheiden. Deze leiden tot dezelfde peilverhogingen en toenames van zoetwaterbuffers als voor de planvarianten (E.L1, E.L2a,b,c, E.L3a,b, E4) maar vragen minder dijkverhoging.

3.5.3 Samenvatting van de varianten

Tabel 5 toont de omvang van de waterbuffer en de waterfluctuatie van de plan- en ecosysteemdienstvarianten. In de rest van dit hoofdstuk worden de effecten van de verschillende varianten gepresenteerd. De effecten van de ecosysteemdienstenvarianten worden indicatief weergegeven. De huidige analyse is een snelle indicatieve analyse om meer inzicht te krijgen in de potentie van een meer op ecosysteemdiensten gerichte aanpak. Er bestaat dus geen verschil tussen de plan- en ecosysteemdienstenvarianten voor wat betreft hun uitwerking op de beoogde niveaus voor de waterbuffer, het zomerpeil en de waterschijf (zie Tabel 5). Het verschil tussen de plan- en de ecosysteemdienstenvariant is dat bij de planvariant de overstromingsnorm wordt gehaald door het verhogen van de bestaande dijken, en bij de ecosysteemdiensten door het aanleggen van vooroevers.

Tabel 5

Samenvatting van de karakteristieken van de plan- (P) en ecosysteemdienst-(E) varianten voor het Warm+ (W+) en Gematigd (G) klimaatscenario.

Varianten	Karakteristieken	P/E.L1	P/E.L2a	P/E.L2b	P/E.L2c	P/E.L3a	P/E.L3b	P/E.L4
W+ scenario	Waterbuffer (Mm ³)	600	1,000	1,480	1,400	1,600	1,960	1,000
	Zomerpeil-fluctuatie (t.o.v. NAP)	(-10, -40)	(10, -40)	(50, -40)	(-10, -80)	(80, -40)	(110, -40)	(30, -40)
	Waterschijf (cm)	30	50	90	70	120	150	70
G scenario	Waterbuffer (Mm ³)	600	1,000	1,480	1,400	1,000	1,360	400
	Zomerpeil-fluctuatie (t.o.v. NAP)	(-10, -40)	(10, -40)	(50, -40)	(-10, -80)	(30, -40)	(60, -40)	(-20, -40)
	Waterschijf (cm)	30	50	90	70	70	100	20

Bron voor de planvarianten: Bos *et al.*, 2012.

3.6 Waarderen van welvaartseffecten (Stap 2)

3.6.1 Effecten van de varianten op ecosysteemdiensten

Voordat we de welvaartseffecten benoemen en waarderen, wordt zoals besproken in paragraaf 2.4, allereerst nagegaan wat, ten opzichte van de referentievariant (zie paragraaf 3.5), de effecten zijn van de plan- en ecosysteemdienstenvarianten op het voorkomen van ecosysteemdiensten in het IJsselmeergebied. Om dit systematisch te doen is gebruik gemaakt van de TEEB lijst van ecosysteemdiensten zoals gegeven in Bijlage 1 en is met een quickscan een inschatting gemaakt welke effecten kunnen optreden (fase 1 uit par. 2.4), hoe zij welvaart beïnvloeden (fase 2 uit Par. 2.4) en of zij naar verwachting omvangrijk zijn. Mogelijk belangrijke effecten van de verschillende varianten zijn: zie Tabel 6:

- Effecten op natuur omdat door peilverhoging het waterpeil in natuurgebieden hoger is komen te liggen waardoor ze minder aantrekkelijk worden voor bepaalde watervogels en -planten;
- Gevolgen voor kades die te laag worden of historische havens die beschermd moeten worden met schutsluizen;
- Gevolgen voor recreatie en woongenot door aantasting van het landschap;
- Gevolgen voor buitendijkse landbouwgronden die onder water lopen;
- Onvoldoende capaciteit van inlaatpunten met droogteschade voor de landbouw als gevolg;
- Toenemende kwel voor nabijgelegen landbouwgebieden en
- Gevolgen voor funderingen van huizen vanwege fluctuerende grondwaterstanden.

Tabel 6

Mogelijke effecten van peilverhoging en dijkverhoging op ecosystemendiensten in het IJsselmeervoorzieningsgebied.

Ecosysteemdienst	Soort effect	Welvaartseffect	Naar verwachting omvangrijk ¹⁾	Meegenomen in Bos <i>et al.</i> (2012)	
Productiedienst	Voedsel – gewassen	Verlies aan areaal voor de landbouw	Inkomstenverlieslandbouw	ja	ja
		Zoete en zoute kwel in gebieden grenzend aan ijsselmeer	Inkomstenverlieslandbouw	ja	ja
	Voedsel - vis	Verandering van aanwezige hoeveelheid vis door verandering in paaigronden en viswateren	Inkomstenverliesvisserij	nee	nee
	Biomassa	Verandering van oogst van vezels, hout, riet e.d.	Inkomstenverlies	nee	nee
	Zoetwater-voorziening	Voorkomen tekort doorspoelwater leidt tot verzilting	Voorkomen inkomstenverlieslandbouw	nee	nee
		Voorkomen tekort aan water voor peilbeheer leidt tot schade aan kaden en funderingen	Voorkomen herstelkosten	nee	deels
		Voorkomen droogteschade door tekort aan beregeningswater in ijsselmeervoorzieningsgebied	Voorkomen inkomstenverlieslandbouw	ja	ja
Regulerenddienst	Waterregulatie-grondwater	Veranderende grondwaterstanden leiden tot veranderingen voor de landbouw Veranderende grondwaterstanden leiden tot problemen voor funderingen van huizen	Voorkomen inkomstenverlies landbouw Voorkomen schade aan funderingen	nee nee	ja ja
	Klimaatregulatie	Verandering in CO ₂ -vastlegging door verandering van veenbodems	Voorkomen schade door klimaatverandering	nee	nee
	Water- en bodem-zuiveringsprocessen	Verandering op water- en bodem- zuiverend vermogen van de aanwezige flora en fauna	Schade voor recreatie, landbouw en drinkwatersector door verslechterde waterkwaliteit	nee	nee
Cultureldienst	Recreatie	Verandering kustrecreatie, watersport, sportvisserij, wandelen/fietsen, culturele activiteiten	Inkomstenverliesrecreatiesector, belevingswaarde	ja	nee
	Esthetische informatie: Natuurbeleving	Verandering natte (diep en ondiep) en droge natuur	Belevingswaarde, optiewaarde	ja	ja
	Esthetische-informatie: Woongenot	Verandering van woongenot door veranderingen in natuur, landschap en cultuurhistorie voor aanwonenden	Verandering van huizenprijzen	ja	nee
	Esthetische informatie: Landschapsbeleving	Verandering van aanzicht vanuit water en vanuit land door veranderende dijken en vooroevers voor niet-aanwonenden	Belevingswaarde, optiewaarde	ja	deels
	Cultuurhistorie	Verandering aan aanzicht van monumenten en karakteristieke dorpen voor niet-aanwonenden	Inkomstenverlies recreatiesector, verandering van huizenprijzen, belevingswaarde	ja	deels

1) Beoordeling op basis van gegevens uit Bos *et al.* (2012) en Acacia Water (2012) en expert beoordeling.

Een aantal van de in Tabel 6 genoemde effecten is naar verwachting klein. Deze worden verder niet in deze studie meegenomen. Van de overige effecten wordt in par. 3.6 onderzocht hoe omvangrijk ze zijn en in welke mate ze maatschappelijke welvaart beïnvloeden.

In Bos *et al.* (2012) zijn voor een aantal effecten van de planvarianten de compensatiekosten voor natuurverlies geschat (Tabel 7). Hoewel de kosten van de compensatiemaatregelen in het niet vallen bij de investeringskosten en de restrisico's, kan wel gesteld worden dat de compensatiemaatregelen omvangrijk zijn in het W+ -scenario en bij de varianten waarbij het IJsselmeerpeil meestijgt met de zeespiegel (planvariant L3 en L4 – zie Tabel 7).

Bij het bepalen van de fysieke en welvaartseffecten voor de verschillende varianten komen veel aspecten kijken. Zoals ook aangegeven in paragraaf 2.4 kunnen voor het bepalen van de fysieke effecten verscheidene methoden worden gebruikt en zijn er op onderdelen nog onbeantwoorde vragen over de relaties tussen ingrepen, fysieke effecten en welvaartseffecten (dosis-effect relaties). Droogteschade of schade door kwelwater is bijvoorbeeld van veel factoren afhankelijk. Dit wordt momenteel nader onderzocht in het Zoetwaterprogramma van het Deltaprogramma. Hieronder worden de effecten één voor één besproken, waarna in paragraaf 3.7 een overzicht wordt getoond van de totale effecten.

Tabel 7

Effecten van de planvarianten zoals gerapporteerd in Bos et al. (2012) en Acacia Water (2012).

Planvarianten KE-analyse	P.K0	P.K1	P.K2	P.K3	P.L1W+	P.L1G	P.L2aW+	P.L2aG	P.L2bW+	P.L2bG	P.L2cW+	P.L2cG	P.L3W+	P.L3aG	P.L3bW+	P.L3bG	P.L4W+	P.L4G
Inlaatpunten en gemalen	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein
• Verhogingkades en voorlandkeringen	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	groot	klein	groot	klein	groot	klein
• Aanleg schutsluizen voor bescherming havens	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	groot	klein	groot	groot	klein	klein
• Natuurcompensatie	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	groot	klein	groot	klein	klein	klein
• Beschermenstranden	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein
• Effectenlandbouw	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein
• Effectenfunderingenbebouwgebied	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	klein	groot	klein	groot	klein	groot	klein



3.6.2 Waardering van veranderingen in het aanbod van ecosystemendiensten

3.6.2.1 Opmerkingen vooraf

In deze paragraaf wordt besproken in hoeverre de welvaartseffecten door veranderingen in ecosystemendiensten verschillen tussen de plan- en ecosystemendienstenvarianten (stap 3 en 4 van de methode zoals besproken in paragraaf 2.4). De resultaten zijn gebaseerd op ruwe schattingen en hebben een indicatief karakter. Alvorens ons te richten op de ecosystemendiensten, worden de investeringskosten besproken.

Tabel 8 toont de investeringskosten, restrisico's en overige kosten voor de planvarianten – zie ook Bos et al. (2012). Verschillen in restrisico hangen samen met de omvang van de waterbuffer en hoogte van het IJsselmeerpeil, die de schade na een eventuele overstroming beïnvloeden. Een groot deel van de door het CPB berekende investeringskosten hangen samen met investeringen in de Afsluitdijk (investeringskosten in pompen voor de L1 en L2 varianten) en in dijkringen in de IJsseldelta en verder benedenstrooms langs de IJssel. De schattingen laten zien dat de varianten waarbij het IJsselmeerpeil meestijgt met de zeespiegelstijging (L3, L4) duurder zijn dan de varianten waarbij geïnvesteerd wordt in extra pompcapaciteit (L1, L2). De extra pompkosten bij niet meestijgen met de zeespiegel zijn dus lager dan de extra investeringskosten als het peil wel mee stijgt. Daarnaast stijgen de kosten met toenemende meerkosten als de buffercapaciteit toeneemt. De buffercapaciteit hangt vooral samen met watervraag voor peilbeheer, doorspoelen en beregening.

Tabel 8

Investeringskosten van de planvarianten.

Varianten	P.L1W+	P.L1G	P.L2aW+	P.L2aG	P.L2bW+	P.L2bG	P.L2cW+
Waterbuffer (Mm ³)	600	600	1,000	1,000	1,480	1,480	1,400
KostenPlanvariant(CW Mln€)	2,069	1,438	2,124	1,475	2,286	1,565	2,139
-investeringsveiligheid	1,094	603	1,094	603	1,094	603	1,094
-restrisico	971	835	1,008	868	1,094	943	971
-overig	4	0	22	4	98	19	74
Prijs voor extra buffer (€/m ³)			0.14	0.09	0.25	0.14	0.09
Varianten	P.L2cG	P.L3W+	P.L3aG	P.L3bW+	P.L3bG	P.L4W+	P.L4G
Waterbuffer (Mm ³)	1,400	1,600	1,000	1,960	1,360	1,000	400
KostenPlanvariant(CW Mln€)	1,452	3,519	2,345	3,806	2,586	3,270	2,213
-investeringsveiligheid	603	1,882	1,113	1,882	1,113	1,882	1,113
-restrisico	835	1,381	1,204	1,628	1,419	1,256	1,089
-overig	14	256	28	296	55	132	11
Prijs voor extra buffer (€/m ³)	0.02	1.45	2.27	1.28	1.51	3.00	-3.88

Opm.: momenteel is de buffergrootte 200 Mm³. De effecten op de overige kosten worden besproken in Bijlage 4- zie ook Bos *et al.* (2012).

Aangezien de exacte investeringskosten voor de aanleg van vooroevers nog onzeker zijn en daarnaast van veel factoren afhankelijk zijn, worden in dit rapport nog alleen indicatieve berekeningen gemaakt voor de ecosysteemdienstvarianten. Het inzetten van vooroevers zit nog in de pilotfase. De werking lijkt veelbelovend, maar er is nog onzekerheid over de lange termijneffecten en over de mate waarin lokale omstandigheden het ontwerp beïnvloeden. Eerste berekeningen, gebaseerd op de methode zoals ook is toegepast in Bel *et al.* (2012) voor vooroevers in het Markermeer, laten zien dat vooroevers zo'n 30% goedkoper zijn dan reguliere dijken bij een diepte van 2 meter. Tot circa 3 meter diepte zijn vooroevers goedkoper dan reguliere dijken. Hoe ondieper de huidige kuststrook, hoe groter het kostenverschil tussen vooroevers en dijken. Bij het huidige peilniveau en gegeven de dieptekaart van de IJsselmeerkust, is circa 50% van de kuststrook van het IJsselmeer en Markermeer geschikt voor vooroevers – zie Tabel B.4.2 in Bijlage 4. Dit percentage daalt tot circa 25% van de kust als de gebieden waarvoor geen dieptegegevens beschikbaar zijn als niet geschikt worden geclassificeerd. Zie Bijlage 4 waarin deze schattingen in meer detail worden besproken. Geschikte plaatsen voor vooroevers liggen vooral langs de kust van Noord-Holland en West Friesland. De huidige oevers van de Noordoostpolder en Flevoland zijn dusdanig diep dat vooroevers daar minder geschikt zijn. Hoe hoger de peilverhoging, hoe kleiner de kuststrook die geschikt lijkt voor vooroevers. Bij een peilverhoging van 1 meter daalt het percentage van de kustlijn dat geschikt is voor aanleg van een vooroever naar 10% tot 40%. In Scenario 3b.W+ zal nog slechts zo'n 35% van de kuststrook geschikt zijn. Ondanks dat in het gunstigste geval ongeveer de helft van de kuststrook geschikt lijkt voor vooroevers, zal de daadwerkelijke besparing op de investeringskosten naar verwachting slechts enkele tientallen miljoenen euro's zijn (Tabel B.4.3 in Bijlage 4). Zo'n 84% tot 94% van de verwachte investeringskosten is nodig voor investeringen in pompen in de Afsluitdijk en voor versterking van de dijken langs de waterwegen (vooral de IJssel) die grenzen aan het IJssel- en Markermeer om de gevolgen van het hogere IJsselmeerpeil in de aangrenzende wateren op te kunnen vangen. Deze kosten moeten ook gemaakt worden als vooroevers worden aangelegd. De mogelijke besparing door de aanleg van vooroevers ligt naar verwachting tussen de €11 en €77 miljoen – zie Tabel B.4.3 in Bijlage 4.

3.6.2.2 Productiediensten

De belangrijkste effecten van de maatregelen op productiediensten zijn veranderingen in landbouwproductie en –inkomsten in het IJsselmeergebied. Met het opzetten van het waterpeil wordt een grotere zoetwaterbuffer verkregen. Een grotere zoetwaterbuffer leidt tot een lagere kans op watertekorten voor peilbeheer, beregening en doorspoelen. Minder water voor peilbeheer (in sloten, meren en kanalen) en beregening leidt tot meer droogteschade en, afhankelijk van de prijsverandering, tot lagere landbouwinkomsten. Minder water voor doorspoelen leidt tot meer verzilting en daardoor tot lagere hectare-opbrengsten. Dit doet zich vooral voor bij langs de kust gelegen gebieden. De gevolgen van de extra waterbuffer voor peilbeheer, doorspoelen en beregening verschillen echter niet tussen de plan- en ecosysteemdienstvarianten; deze is afhankelijk van de omvang van de waterbuffer en niet van de soort dijk of vooroever. Een meer op ecosysteemdiensten gerichte vormgeving van de IJsselmeer- en Markermeerdijken heeft dus geen meerwaarde voor deze productiediensten.

Anders dan soms gedacht, doen knelpunten in de zoetwatervoorziening zich naar verwachting pas voor na 2050 (Bijlage 4). Pas na 2050 en alleen bij het W+-klimaatsscenario voldoet de buffercapaciteit niet in een extreem droog jaar en bij de kleine zoetwaterbuffers (L1, L2a en L4) ook in een gemiddeld en droog jaar. Een indicatieve inschatting door Deltares (2012a) geeft aan dat als de buffercapaciteit van het IJsselmeer en de efficiëntie van beregening niet verandert, de jaarlijkse gemiddelde droogteschade voor de landbouw in 2050 kan oplopen tot circa 200 miljoen euro als het klimaat niet verandert, 220 miljoen euro in het G-scenario en 540 miljoen euro in het W+-scenario. Voor de gemiddelde jaren is de schade enkele procenten van de gemiddelde jaarlijkse productie. In de extreem droge jaren ligt de schade tussen de 20% en 50% van de gemiddelde jaarlijkse productie. Verder kan de efficiëntie van beregening ook nog verbeteren waardoor de watervraag kan afnemen. Opzetten van het waterpeil blijft dus belangrijk om de buffercapaciteit te vergroten en daarmee schade door verdroging en verzilting te verminderen. Om na te gaan of de baat van deze schadevermindering de extra investeringskosten overtreft is een nadere analyse nodig.

3.6.2.3 Culturele diensten

Veranderingen in culturele diensten vertalen zich vooral in veranderingen in woongenot en recreatieve uitgaven. Peilverhoging betekent in de planvarianten dat dijken worden opgehoogd en in de ecosysteemdienstenvarianten dat vooroevers worden aangelegd. Dit heeft gevolgen voor de mensen die in de nabijheid van de dijken wonen. Hun woongenot zal veranderen door veranderingen van hun uitzicht en door veranderingen in recreatieve mogelijkheden (wandelen, fietsen, sportvissen), wat hun welvaart beïnvloedt. Het is moeilijk om in dit stadium aan te geven hoe groot voor de plan- en ecosysteemdienstenvarianten de effecten op woongenot precies zullen zijn. Daarvoor is het nodig om precies te weten waar de maatregelen worden genomen en wat het aantal huizen is dat erdoor wordt beïnvloed.

Woongenot

Rekening houdend met bestaande onzekerheden, verwachten we dat de effecten op woongenot per woning gering zijn voor de verschillende varianten. Om zicht te krijgen op de orde van grootte, is een ruwe schatting gemaakt van de verandering in woongenot op basis van een aantal aannames en berekeningen. In Brouwer *et al.* (2007) is geconcludeerd dat de mate waarin huizenprijzen afhangen van de afstand tot waterregio-afhankelijk is. (zie ook Dekkers en Koomen, 2013) De meerprijs voor een huis aan het water ten opzichte van een huis 100 meter van water was voor Flevoland geschat op €305 (0.1% van de gemiddelde huizenprijs).⁹ Door de dijkverhoging verandert echter niet de nabijheid van water maar het uitzicht erop. In Braaksma en Bos (2007) wordt er van uitgegaan dat de invloed van een groene omgeving op huizenprijzen groter is, variërend tussen de 4% en 16%. Dit lijkt voor het IJsselmeergebied hoog aangezien een dijkverhoging waarschijnlijk niet leidt tot een totaal ander landschap. Concluderend kan gesteld worden dat, naar verwachting, een verslechtering van het uitzicht bij de planvarianten kan leiden tot een daling van huizenprijzen met maximaal één tot enkele procenten. Bij de ecosysteemdienstenvarianten is het effect nog onzekerder, maar zal het landschap aantrekkelijker worden waardoor huizenprijzen licht kunnen stijgen. Het aantal woningen waarvan het uitzicht op het IJsselmeer wordt beïnvloed is beperkt (circa 6.350 woningen binnen een straal van 100 m van de IJssel- en Markermeerkust, 51.800 woningen binnen een straal van 500 m en 434.000 woningen binnen een straal van 10 km). Ondanks het beperkte effect per woning kan het welvaartsverlies bij de planvariant vanwege het aantal huizen en de huizenprijs toch snel oplopen. Bij een daling van de huizenprijs met € 2.000 (1% van een gemiddelde huizenprijs van circa € 200.000) en een aantal van 50.000 woningen dat beïnvloed wordt, is het welvaartsverlies 100 miljoen euro. Bij de ecosysteemdienstenvariant kan de landschapsverbetering dus mogelijk oplopen naar een welvaarts-winst van deze omvang. Of dit daadwerkelijk gebeurt, hangt samen met de interactie tussen landschap en veiligheidsperceptie. Dit is met een keuze-experiment nader verkend. In paragraaf 3.8.5 wordt daar verder op in gegaan.

⁹ Voor de Vechtstreek is dit geschat op gemiddeld € 1.875 (gemiddeld 0.8% van de huizenprijs) (Brouwer *et al.*, 2007).

Recreatie

Dijkverhoging en meer fluctuatie van het IJsselmeer- en Markermeerpeil hebben ook gevolgen voor beleving van natuur, landschap en cultuurhistorie voor recreanten die niet in het IJsselmeergebied wonen. Effecten ontstaan door een ander uitzicht vanaf het vasteland en vanaf het IJsselmeer naar het vasteland. Vooral het aanzicht van historische dorpen zoals Urk, Volendam, Enkhuizen en Stavoren kunnen veranderen als schutsluizen worden aangelegd of kades worden verhoogd. Vooral in de L3-varianten in het W+-scenario kunnen compensatiekosten hiervoor oplopen tot boven de 100 miljoen euro (Bos *et al.*, 2012). In de ecosysteemdienstenvarianten zullen deze hetzelfde zijn als in de planvarianten met dezelfde peilverhoging omdat, i.v.m. toegankelijkheid voor scheepvaart, vooroevers niet kunnen worden aangelegd bij kades en schutsluizen. Aan de andere kant verandert de aanleg van natuurvriendelijke vooroevers ook het aanzicht en de openheid van het IJsselmeer. Gevolgen voor sportvissers, wandelaars, fietsers en bezoekers aan de IJsselmeerdorpen zijn naar verwachting gering maar niet eenduidig voor alle betrokkenen waardoor het zonder gedetailleerde analyse moeilijk is daar een netto effect van te bepalen. Daarnaast zal er ook sprake zijn van substitutie waarbij een eventuele daling van het aantal recreanten in het IJsselmeergebied zal leiden tot een stijging in andere waterrijke gebieden in Noord-Holland en Friesland. Tenslotte beïnvloedt peilfluctuatie vaarroutes voor binnenvaart, visserij en pleziervaart. Deze effecten zullen voor de gebieden die op meer dan 100 meter uit de kust liggen identiek zijn voor de plan- en ecosysteemdiensten. Voor de gebieden langs de kust kunnen vooroevers in de ecosysteemdienstenvarianten de vaarroutes dicht langs de kust belemmeren. Wij zijn ervan uitgegaan dat waar dit tot mogelijke problemen leidt de aanleg van vaarroutes of vooroevers zo kan worden aangepast dat gevolgen voor recreatievaart nihil zijn.

3.6.2.4 Habitatdiensten

Een hoger IJsselmeerpeil heeft gevolgen voor de aanwezige natuur en dus voor de natuurkwaliteit. Als het peil niet meestijgt met de zeespiegelstijging (L1 en L2) zijn de natuureffecten gering.¹⁰ Het belangrijkste effect van een peilverandering op biodiversiteit is naar verwachting een afname van het aantal watervogels. Van Puijenbroek *et al.* (2012) hebben de effecten van de peilvarianten op natuur uitgedrukt in een verandering in natuurluipen (zie voetnoot). Tabel 9 laat zien dat de effecten op natuurluipen het grootst zijn voor de P.L3-varianten in het W+-scenario. In het W+-scenario kan het aantal natuurluipen afnemen met meer dan 20%. In dit geval wordt dat vooral veroorzaakt door afname van het aantal vogels. Bos *et al.* (2012) hebben de kosten bepaald voor compensatie van ondiepe wateren en oeverarealen. Door op bepaalde gebieden zand op te spuiten kan de natuur zich op die gebieden herstellen. Een schatting van de kosten hiervan is gegeven in de laatste kolom van Tabel 9.

In de ecosysteemdienstenvarianten compenseert het aanleggen van vooroevers de door de peilopzet veroorzaakte afname van het aantal ondiepe wateren of vergroot het zelfs het aandeel ondiepe wateren. De natuureffecten hangen daarbij sterk af van de exacte inrichting van de vooroevers. Als de vooroevers het verlies van de verschillende natuurtypen (ondiepe wateren, moerasnatuur en rietnatuur) kan compenseren, zal de peilverandering weinig of geen effect hebben op het aantal watervogels, vissen en planten. De soort biodiversiteit kan weliswaar veranderen, maar naar verwachting zal de afname in natuurluipen zoals in Tabel 9 getoond voor de planvarianten dan niet optreden. Afhankelijk van de inrichting van de vooroevers kunnen zij ook leiden tot een verbetering van de natuur- en waterkwaliteit (en dus het aantal natuurluipen). Merk op dat de precieze natuureffecten sterk afhangen van de exacte peilvariatie. Deze kan van maand tot maand sterk verschillen, afhankelijk van de instroom vanuit de IJssel.

¹⁰ Natuureffecten zijn hier gemeten in veranderingen in de natuurluipenindicator. Deze indicator meet op een gestandaardiseerde wijze de veranderingen in de omvang van habitats, gewogen naar het belang van deze habitats voor de biodiversiteit in Nederland (zie Sijtsma *et al.*, 2009). Merk op dat een verandering in natuurluipen niet veel zegt over de welvaartsverandering die daar door plaats vindt. Deze is afhankelijk van de waarde die mensen er aan hechten en het aantal mensen dat beïnvloed wordt door de natuurverandering wat sterk locatie- en tijdafhankelijk is.

Tabel 9

Gevolgen van de planvarianten voor natuur t.o.v. het de huidige situatie.

	Effect	Effect	Doelbereik KRW		Compensatie Kosten (Mln Euro)
	Opnatuurpunten	Opvismigratie	Waterplanten	Schelpdieren	
P.L1	-1%	--	-	=	0
P.L2a	-1%	--	-	=	6
P.L2b	-6%	--	-	=	36
P.L2c	+1%	--	-	=	0
P.L3aW+	-21%	=	--	-	91
P.L3aG	-10%	-	-	-	6
P.L3bW+	-22%	=	--	-	117
P.L3bG	-9%	-	-	-	17
P.L4W+	-18%	-	-	--	40
P.L4G	0%	-	=	=	0

Bron: Van Puijenbroek *et al.* (2012) ; compensatiekosten: Acacia Water (2012).

3.6.2.5 Preferenties over vooroevers, overstromingskansen en biodiversiteit

De hierboven besproken effecten op ecosysteemdiensten geven nog geen volledig beeld van de welvaartseffecten die de plan- en ecosysteemdienstenvarianten zullen veroorzaken. Zoals aangegeven geeft het berekenen van effecten op natuurlinies geen inzicht in de welvaartseffecten van de natuurveranderingen; het laat zien of de natuur er op voor- of achteruit gaat, maar niet hoe mensen dit waarderen en dus ook niet hoe de natuurveranderingen worden beoordeeld in vergelijking met de andere effecten (De Blaeij en Verburg, 2011). Ook huizenprijzen en recreatie-uitgaven geven slechts voor een deel de waardering van een biodiversiteitsverandering weer. Om een vollediger beeld van de welvaartseffecten te krijgen is voor deze casestudie een keuze-experiment uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de wijze waarop mensen waterveiligheid, natuurontwikkeling en landschap waarderen. De effecten op de verschillende ecosysteemdiensten worden daarin niet afzonderlijk gewaardeerd, maar allemaal in één keer, rekening houdende met de wijze waarop zij samenhangen. De hieronder geschatte waardes vervangen de waardes die zijn geschat in paragraaf 3.6.2.3.

Een keuze-experiment is een *stated preference techniek* om voorkeuren van respondenten te meten voor producten of diensten die niet of nauwelijks op een markt worden verhandeld. Anders dan bij de *contingent valuation methode*, waarbij respondenten direct wordt gevraagd naar hun betalingsbereidheid voor een product of situatie, wordt respondenten bij een keuze-experiment een aantal keuzevarianten voorgelegd. Zij geven aan welke van de voorgelegde keuzevarianten hun voorkeur heeft. Iedere variant bestaat uit een aantal kenmerken (attributen) waarvan er één een monetair kenmerk is. In dit keuze-experiment maken mensen een afweging tussen drie varianten die ieder verschillen in de mate waarin waterveiligheid (overstromingskansen), natuurontwikkeling (vogelstand), landschap (vooroever of dijkverhoging) en waterschapsbelasting veranderen. Het gekozen alternatief geeft informatie over de voorkeuren van de respondenten. Vervolgens wordt met een econometrisch model geschat hoeveel men bereid is te betalen voor een verandering in waterveiligheid, natuurontwikkeling en landschap. Dit geeft een maat voor de invloed van de veranderingen op welvaart. Deze welvaartseffecten kunnen worden vergeleken met de overige kosten en baten van de verschillende varianten. De methode en resultaten worden besproken in Bijlage 4 (zie ook Koetse en Brouwer (2013) voor een uitgebreidere bespreking).

De belangrijkste resultaten uit het keuze-experiment zijn de volgende.

- Een dijkverhoging wordt gemiddeld genomen als positief gewaardeerd, al is de variatie tussen de respondenten groot en waarderen sommige respondenten haar als negatief. Dit hangt waarschijnlijk samen met de verhoogde veiligheidsperceptie door een verdere dijkverhoging.
- Het referentiepunt, in dit geval de overstromingskansen in de status quo situatie, is van groot belang voor de betalingsbereidheid. Niet zozeer de absolute verandering in overstromingskansen maar de relatieve verandering bepaalt de betalingsbereidheid.
- De respondenten waarderen de landschappelijke waarde van een vooroever hoger dan de landschappelijke waarde van een traditionele dijk.
- De welvaartseffecten van een biodiversiteitsverandering zijn aanzienlijk. Er is sprake van een sterk niet-lineaire relatie tussen biodiversiteitsverandering en betalingsbereidheid; bij meer biodiversiteit neemt de extra betalingsbereidheid af.

- Voor de straal waarin de respondenten zijn gekozen (10 km tot het IJssel- of Markermeer) is geen *distance decay* effect gevonden, d.w.z. de betalingsbereidheid neemt niet af als mensen verder weg wonen van het IJsselmeer of Markermeer. Daardoor is het lastig aan te geven of de betalingsbereidheid ook geldt buiten het onderzochte gebied.

Met behulp van het keuze-experiment berekenen we de welvaartseffecten van de verandering van de landschappelijke (aanleg vooroevers t.o.v. dijkverhoging) en de natuureffecten van de plan- en ecosysteemdienstvarianten – zie Tabel 10. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen de varianten met betrekking tot het percentage kustlijn waar een vooroever voor wordt aangelegd. De overstromingskansen verschillen in principe niet tussen de verschillende varianten en worden daarom niet verder meegenomen in de waardering. Voor de waardering van de planvarianten nemen we de positieve waardering van de effecten van dijkverhoging op risicoperceptie mee en de negatieve effecten op natuur en landschap. De waardering voor de risicoperceptie is gelijk gekozen voor alle planvarianten omdat niet bekend is in welke mate zij afhangt van de mate van dijkverhoging. De gemiddelden die in Tabel 10 zijn getoond moeten dus voorzichtig worden geïnterpreteerd. Voor de planvarianten variëren de negatieve welvaartseffecten door de daling van natuurwaarden tussen de €1.20 per huishouden voor de varianten met een klein negatief natuureffect (L1- en L2-varianten) tot €35 per huishouden voor de varianten met grote negatieve natuureffecten (L3 varianten in het W+-scenario). Bij de ecosysteemdienstvarianten is deze positieve waardering voor een hogere risicoperceptie niet aanwezig, maar nemen we wel de positieve effecten van vooroevers op landschap en natuur mee. Voor deze effecten is aangenomen dat de natuureffecten van peilverhoging worden gecompenseerd en dat de landschappelijke effecten voor alle varianten gelijk zijn. De geschatte jaarlijkse welvaartstoename is voor deze varianten circa €30 per huishouden.

Tabel 10

Geschatte welvaartseffecten van een verandering van natuur- en landschapseffecten voor de plan- en ecosysteemdienstvarianten voor een discontovoet van 2.5% en van 5.5%.

	Risico per ceptie door dijkverhoging (per huish.)	Planvarianten		Ecosysteemdienstvarianten			Verschil ecosysteem- diensten- en planvariant (milj. €) bij 5.5% d.v.	
		Natuur- effecten (per huish.)	Netto Contante Waarde (milj. €) 2.5% d.v.	Netto Contante Waarde (milj. €) 5.5% d.v.	Aanleg voor oever (per huish.)	Netto Contante Waarde (milj. €) 2.5% d.v.		Netto Contante Waarde (milj. €) 5.5% d.v.
L1	+€20,23	-€ 1,18	€ 300	€ 157	+€ 29,69	€ 468	€ 245	€ 88
L2a	+€20,23	-€ 1,18	€ 300	€ 157	+€ 29,69	€ 468	€ 245	€ 88
L2b	+€20,23	-€ 7,06	€ 208	€ 109	+€ 29,69	€ 468	€ 245	€ 136
L2c	+€20,23	€ 1,18	€ 300	€ 157	+€ 29,69	€ 468	€ 245	€ 88
L3aW+	+€20,23	-€ 33,09	-€ 203	-€ 106	+€ 29,69	€ 468	€ 245	€ 351
L3aG	+€20,23	-€ 11,77	€ 133	€ 70	+€ 29,69	€ 468	€ 245	€ 175
L3bW+	+€20,23	-€ 35,03	-€ 233	-€ 122	+€ 29,69	€ 468	€ 245	€ 367
L3bG	+€20,23	-€ 10,59	€ 152	€ 80	+€ 29,69	€ 468	€ 245	€ 165
L4W+	+€20,23	-€ 27,28	-€ 111	-€ 58	+€ 29,69	€ 468	€ 245	€ 303
L4G	+€20,23	€ 0,00	€ 319	€ 167	+€ 29,69	€ 468	€ 245	€ 78

Opm.: De netto contante waarde is berekend voor een planperiode tot 2100 met een discontovoet van 2.5% en van 5.5%. Het aantal huishoudens in het plangebied is geschat op 434.000.

Tabel 10 laat zien dat de welvaartseffecten die uit het keuze-experiment volgen voor een aantal planvarianten negatief zijn, vooral voor de varianten met grote natuureffecten (L3 en L4 in het W+-scenario). De ecosysteemdienstvarianten vallen positiever uit door de landschappelijke verbetering door vooroevers.

Voor de planvarianten variëren de welvaartseffecten door een veranderend landschap, natuur en woongenot tussen de -122 en +167 miljoen Euro. Dijkverhoging leidt weliswaar tot een hoger veiligheidsgevoel, maar dit wordt in de planvarianten met veel peilverhoging teniet gedaan door een grote negatieve impact op landschap, natuur en woongenot. Voor de ecosysteemdienstvarianten worden de welvaartseffecten door een veranderende natuur, landschap en woongenot geschat op +245 miljoen euro ten opzichte van de planvarianten leiden de ecosysteemdienstvarianten naar verwachting dus tot een welvaartstoename tussen de +78 en +367 miljoen Euro. In deze

berekeningen zijn de verschillen in investerings- en onderhoudskosten of welvaartseffecten door veranderende recreatiemogelijkheden niet meegenomen.

De precieze interpretatie van deze cijfers, evenals haar bruikbaarheid voor een MKBA van de IJsselmeervarianten is complex.

- We kennen de dosis-response relaties niet goed. Aan welke specificaties moet een vooroever voldoen om dezelfde overstromingskansen te hebben als een reguliere dijk? Hoe precies beïnvloedt een vooroever de aanwezige biodiversiteit? Omdat deze relaties niet bekend zijn, zijn de hier gegeven schattingen indicatief.
- In welke mate overlapt de betalingsbereidheid voor een dijkverhoging met de daling van de verwachte overstromingsrisico's door deze dijkversterking zoals ook door Bos *et al.* (2012) is berekend (Tabel 8). Door gebrek aan informatie is het mogelijk dat voorkeuren niet alle gebruikswaardes reflecteren of dat respondenten niet bereid zijn te betalen voor alle overstromingsrisico's.
- Het keuze-experiment toont de verschillen tussen betalingsbereidheid en acceptatiebereidheid. Gebruik van acceptatiebereidheidresultaten voor de natuureffecten zou leiden tot substantieel hogere welvaartsverliezen in de planvarianten (meer dan het dubbele). Afhankelijk van de eigendomsrechten (echte of verworven) van de veranderingen zou het welvaartseffect moeten worden weergegeven met de betalingsbereidheid of acceptatiebereidheid.
- De schattingen van het keuze-experiment vallen in theorie hoger uit dan de geaggregeerde schattingen van de afzonderlijke effecten. Het keuze-experiment schat de gebruiks- en niet-gebruikswaarde terwijl effecten op huizenprijzen in theorie alleen (een deel van) de gebruikswaarde omvatten. Voor een MKBA mogen de welvaartseffecten uit het keuze-experiment niet worden opgeteld bij de effecten op huizenprijzen. Dit zou tot dubbeltellingen leiden.

3.7 Vergelijking van de ontwikkelingsvarianten

Zoals in voorgaande paragraaf is besproken, verschillen de varianten op een beperkt aantal effecten. Veel effecten zijn niet of nauwelijks onderscheidend tussen de varianten, zoals welvaartseffecten die te maken hebben met overstromingskans, waterkwantiteit of met inlaatpunten en haveningangen. Omdat deze effecten niet zijn meegenomen in de analyse kan het netto welvaartseffect niet worden berekend en betekent een negatief resultaat, waarbij de kosten hoger zijn dan de baten, dus niet dat het alternatief maatschappelijk niet rendabel is. Tabel 11 geeft een overzicht van de effecten die van elkaar onderscheidend zijn. De varianten verschillen vooral van elkaar op de investeringskosten en op de welvaartseffecten die samenhangen met biodiversiteit en landschap. De onzekerheid in deze welvaartseffecten is echter aanzienlijk. Desondanks zijn volgens deze schattingen de ecosysteemdienstvarianten interessant. Naar verwachting zijn de investeringskosten lager en de baten hoger, vooral niet-gebruiksbatens van landschap en biodiversiteit. Besparingen op investeringskosten zijn relatief gering omdat het grootste deel van de investeringen nodig is voor de Afsluitdijk en dijksegmenten die niet direct langs het IJsselmeer of Markermeer liggen. Daarnaast is voor ongeveer de helft van de kustlijn van het IJsselmeer en Markermeer het aanleggen van een vooroever duurder dan een dijkverhoging omdat de oevers te steil aflopen. Functiecombinaties met bijvoorbeeld de aanleg van jachthavens kan de aanleg van vooroevers goedkoper en dus interessanter maken. Indicatieve schattingen laten zien dat de maatschappelijke kosten (investeringskosten minus positieve welvaartseffecten) lager zijn voor de ecosysteemdienstvarianten dan voor de planvarianten. De kosten per extra eenheid waterbuffer dalen dan ook met zo een € 0,12 tot € 1.01 per m³ extra waterbuffer, oftewel een daling van 11% tot 23% (zie rij U en V in Tabel 11). Het is afhankelijk van de baten die met deze extra watervoorraad gerealiseerd kunnen worden (beregening, peilbeheer en doorspoelen) of deze investering efficiënt is. Deze baten zijn in deze studie niet bepaald maar zijn onderwerp van onderzoek van het deelprogramma Zoetwater van het Deltaprogramma.

Tabel 11

Overzichtstabel met projecteffecten (in contante waarden in miljoenen Euro's)¹⁾.

Naam	L1W+	L1G	L2aW+	L2aG	L2bW+	L2bG	L2cW+	L2cG	L3aW+	L3aG	L3bW+	L3bG	L4W+	L4G
A Waterbuffer (Mm ³)	600	600	1.000	1.000	1.480	1.480	1.400	1.400	1.600	1.000	1.960	1.360	1.000	400
B Zomerpeil-fluctuatie (t.o.v. NAP)	(-10, -40)	(-10, -40)	(10, -40)	(10, -40)	(50, -40)	(50, -40)	(-10, -80)	(-10, -80)	(80, -40)	(30, -40)	(110, -40)	(60, -40)	(30, -40)	(-20, -40)
PLANVARIANTEN														
C Investerings dijken	1.094	621	1.094	621	1.094	621	1.094	621	1.907	1.127	1.907	1.127	1.907	1.127
D Restrictie	971	835	1.008	868	1.094	943	971	835	1.381	1.204	1.628	1.419	1.256	1.089
E Overige kosten	4	0	22	4	98	19	74	14	256	28	296	55	132	11
F Totale Kosten (C+D+E)	2.069	1.456	2.124	1.493	2.286	1.583	2.139	1.470	3.544	2.359	3.831	2.601	3.295	2.227
G Welvaartseffect door veranderingen in natuur en landschap (keuze-exp.)	300	300	300	300	208	208	338	338	-203	133	-233	152	-111	319
H Natuurpunten IJsselmeer t.o.v. KO ²⁾	-1	-1	-1	-1	-7	-7	2	2	-27	-13	-29	-12	-23	0
I Natuurpunten Markermeer t.o.v. KO ²⁾	-1	-1	-2	-2	-2	-2	2	2	0	0	0	0	0	0
J Kosten - welvaartseffecten natuur/landschap (F-G)	1.769	1.156	1.824	1.193	2.078	1.375	1.801	1.132	3.747	2.226	4.064	2.449	3.406	1.908
K Kosten per m3 extra water t.o.v. huidige buffer ³⁾ (J/A)	4,42	2,89	2,28	1,49	1,62	1,07	1,50	0,94	2,68	2,78	2,31	2,11	4,26	9,54
Ecosysteemdienstenvarianten														
L Lengte IJsselmeer- en Markermeerkust waar voorroevers goedkoper zijn dan dijken	37%-49%	37%-49%	36%-38%	36%-38%	26%-43%	26%-43%	37%-49%	37%-49%	25%-42%	36%-48%	22%-38%	29%-44%	36%-48%	38%-50%
M Investerings dijken	1.062	606	1.067	608	1.071	611	1.062	606	1.844	1.086	1.852	1.088	1.832	1.081
N Restrictie	971	835	1.008	868	1.094	943	971	835	1.381	1.204	1.628	1.419	1.256	1.089
O Overigekosten	4	0	13	4	55	19	24	14	146	6	160	30	73	4
P Totale Kosten (M+N+O)	2.037	1.441	2.088	1.480	2.220	1.573	2.057	1.455	3.371	2.296	3.640	2.537	3.161	2.174
Q Welvaartseffect door veranderingen in natuur en landschap (keuze-exp.)	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468
R NatuurpuntenIjssel/Markermeer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S Kosten - welvaartseffecten natuur/landschap (P-Q)	1.568	973	1.620	1.012	1.752	1.105	1.588	987	2.903	1.828	3.172	2.069	2.692	1.706
Y Kosten per m3 extra water t.o.v. huidige buffer ³⁾ (S/A)	3,92	2,43	2,02	1,27	1,37	0,86	1,32	0,82	2,07	2,29	1,80	1,78	3,37	8,53
U Reductie netto maatschappelijke kosten per m3 extra water t.o.v. planvarianten (K-Y)	0,50	0,46	0,25	0,23	0,25	0,21	0,18	0,12	0,60	0,50	0,51	0,33	0,89	1,01
V Reductie netto maatschappelijke kosten per m3 extra water t.o.v. planvarianten (%)	11%	16%	11%	15%	16%	20%	12%	13%	23%	18%	22%	16%	21%	11%

Opmerking: 1) Bij een discontovoet van 2.5% en planingsperiode tot 2100.; 2) De geschatte welvaartseffecten door de verandering in natuurwaarden is onderdeel van G. 3) De huidige buffer is 200 Mm³; merk op dat de hier gegeven schattingen indicatief zijn en gemiddelden die afhangen van de lengte van het IJsselmeer dat in aanmerking komt voor voorroevers en van de welvaartseffecten van de veranderingen.

Over het algemeen scoren de ecosysteemdienstenvarianten beter voor betrokkenen dan de planvarianten. Voor de landbouwsector verschillen de varianten niet omdat de buffers gelijk zijn voor de plan- en ecosysteemdienstenvarianten. De varianten met grotere buffers zullen minder negatieve effecten voor de landbouwsector hebben dan de varianten met kleinere buffers. De bewoners van het IJsselmeergebied reageren doorgaans positiever op de ecosysteemdienstenvarianten dan op de planvarianten. Het positieve effect op landschap en biodiversiteit geeft daarbij de doorslag. De negatievere effecten op risicoperceptie, omdat dijken minder verhoogd worden, vallen, gemiddeld genomen, weg ten opzichte van de positieve effecten. Voor de recreatiesector zijn de effecten van de ecosysteemdienstenvarianten doorgaans positief. Voor vissers zullen de planvarianten leiden tot minder paaigronden en dus minder geschikte vismogelijkheden. Voor de recreatievaart kan het zijn dat vaarroutes langs de kust belemmerd worden door de aanleg van vooroevers, hoewel het uitzicht er wel door wordt verbeterd. Voor historische stads- en dorpsgezichten leveren zowel de plan- als ecosysteemdienstenvarianten negatieve effecten. Compensatiemaatregelen (ophogen van kades en aanleg van schutsluizen) zijn in de verschillende varianten gelijk. Alleen de beroepsvaart kan hinder ondervinden door de aanleg van vooroevers als deze vaarroutes belemmeren. Dit kan echter ongedaan gemaakt worden door vaarroutes te verleggen of vooroevers slim te plaatsen.

3.8 Conclusie casus

1. Bij het verhogen van het waterpeil in het IJsselmeer- en Markermeer moeten maatregelen genomen worden om de normen voor waterveiligheid te halen. Bos *et al.* (2012) stelden varianten op voor het gebied waarbij de waterveiligheid bereikt wordt door het verhogen van dijken. Deze studie laat zien dat het aanleggen van vooroevers, als alternatief voor dijkverhoging, zowel in ecologisch als in financieel opzicht meer kan bijdragen aan maatschappelijke welvaart dan de technische planvarianten. Bij vooroevers loopt de waterbodem voor de kust langzaam op zodat golfslag wordt afgeremd en dijken minder hoog hoeven te zijn om toch een zelfde bescherming tegen overstroming te bieden. Door aanleg van vooroevers ontstaan nieuwe kansen voor ecosysteemdiensten zoals natuur- en landschapsschoon, waterzuivering en leefgebied voor belangrijke soorten uit het natuurbeleid. Hierdoor kunnen win-win situaties ontstaan tussen beleidsdoelen voor watervoorziening, waterveiligheid, waterkwaliteit, natuur, recreatie en wonen.
2. Uit de opgestelde planvarianten door Bos *et al.* (2012) blijkt dat het verhogen van het waterpeil met dijkverhoging een positieve bijdrage levert aan de ecosysteemdiensten zoetwatervoorraad en overstromingsbescherming. De grotere zoetwatervoorraad is positief voor de landbouw doordat er meer water beschikbaar is waardoor minder droogteschade en verzilting zal optreden. De grotere overstromingsbescherming leidt tot hogere welvaartseffecten door een hogere waterveiligheid. Daarnaast heeft verhogen van het waterpeil en dijkverhoging een negatief effect op ecosysteemdiensten, voornamelijk door een vermindering van natuur- en landschapsschoon en vermindering van leefgebied voor planten en dieren. Dit leidt vervolgens tot negatieve welvaartseffecten omdat door dijkverhoging bewoners uitzicht verliezen over het IJsselmeer waardoor hun woongenot daalt. Het zicht op historische plaatsen Urk, Volendam, Enkhuizen en Stavoren kan veranderen als schutsluizen moeten worden aangelegd en kades worden verhoogd. Natuurwaarden verminderen doordat bij stijging van het waterpeil de arealen ondiepe wateren en oevers afnemen. Het belangrijkste effect op biodiversiteit is naar verwachting een afname van het aantal watervogels.
3. Aanleg van vooroevers heeft dezelfde positieve welvaartseffecten op waterveiligheid en de zoetwatervoorraad als dijkverhoging. Echter waar dijkverhoging negatieve effecten kent, heeft deze variant positieve effecten op woongenot, landschapsbeleving en natuur. Het uitzicht van huizen blijft gehandhaafd en het landschap wordt met aanleg van natuur zelfs aantrekkelijker. Verder compenseert het aanleggen van vooroevers de door de peilopzet veroorzaakte afname van het aantal ondiepe wateren en oevervegetatie. Bij een juiste inrichting zal de peilverandering weinig of geen effect hebben op het aantal watervogels, vissen en planten. De vooroevers kunnen ook leiden tot een verbetering van de waterkwaliteit in de oeverzone doordat vegetatie voedingsstoffen opneemt uit het water en vertroebeling tegengaat.

-
4. De maatschappelijke welvaartseffecten door veranderingen in landschap en woongenot zijn voor de varianten met vooroevers op basis van ruwe schattingen 78 tot 367 miljoen euro hoger dan voor de planvarianten die uitgaan van dijkverhoging (zoals beschreven in Bos *et al.*, 2012). De ecosysteemdienstvarianten met vooroevers dragen dus meer bij aan maatschappelijke welvaart dan de technische planvarianten met dijkverhoging. Dijkverhoging bij de planvarianten leidt weliswaar tot een hoger veiligheidsgevoel, maar de negatieve welvaartseffecten die zij heeft op natuur, landschap en woongenot zijn dusdanig groot dat de omwonenden gemiddeld genomen de voorkeur geven aan de ecosysteemdienstvarianten boven de planvarianten.
 5. De aanleg van vooroevers als natuurlijke oplossing om overstromingskansen te verkleinen kan goedkoper uitvallen dan dijkverhoging. De doorgerekende varianten laten zien dat varianten met vooroevers goedkoper zijn dan reguliere dijken mits de kuststrook niet dieper is dan drie meter. Bij de huidige peilniveaus is circa 25% tot 50% van de IJssel- en Markermeerkust geschikt voor aanleg van vooroevers. Als het waterpeil zou stijgen met één meter, is circa 10% tot 40% van de kuststrook geschikt. Het aanleggen van vooroevers levert bovenop de positieve welvaartseffecten een potentiële kostenbesparing die, afhankelijk van de gekozen variant, naar schatting enkele tientallen miljoenen euro's kan bedragen. Rekening houdende met deze positieve welvaartseffecten hebben de ecosysteemdienstvarianten een hogere kosteneffectiviteit dan de planvarianten. De netto maatschappelijke kosten per m³ extra buffer dalen van €0,94 - €9,54 naar €0,82 - € 8,53 (merk op dat de daling van de investeringskosten veel lager is).
 6. Ook zonder peilverhoging kan het zinvol zijn om vooroevers aan te leggen. In het kader van het Hoogwater beschermingsprogramma (HWBP) is dijkversterking voorzien langs segmenten van de IJsselmeer- en Markermeerkust die niet voldoen aan de huidige normen. Daarnaast zijn er ook nog beleidsopgaven gerelateerd aan Natura 2000 en de Kaderrichtlijn Water (KRW). De casestudie IJsselmeer laat zien dat deze dijkversterking leidt tot negatieve effecten op landschap en natuur. Deze negatieve effecten kunnen (deels) worden voorkomen of juist ten positieve worden gekeerd als niet wordt gekozen voor dijkverhoging maar voor het aanleggen van vooroevers. Vooroevers verstoren het landschap minder dan dijken (of verfraaien het juist) en kunnen daarnaast ook natuurwaarden versterken en zo bijdragen aan Natura 2000 en KRW-doelen. Het kiezen voor geïntegreerde oplossingen leidt zo tot kostenbesparingen.
 7. Voor zowel dijkverhoging of aanleg van vooroevers zijn forse investeringen nodig. Bij opzetten van het waterpeil met verhoging van dijken winnen de bewoners van het gebied aan waterveiligheid en de inwoners en (agrarische) bedrijven in het IJsselmeervoorzieningsgebied aan een grotere zoetwaterbeschikbaarheid wat hun productie ten goede komt. Door te kiezen voor aanleg van vooroevers kan de overheid een veilige en goedkopere oplossing kiezen die 'win-win' situaties oplevert waarbij bewoners meer woongenot verkrijgen, recreanten en natuurliefhebbers van een aantrekkelijk landschap kunnen genieten, waterbeheerders profiteren van een betere waterkwaliteit en natuurbeheerders baat hebben bij meer geschikt habitat voor flora en fauna. Uiteindelijk is ook de burger in zijn algemeenheid baathebber, omdat de lagere investeringskosten van vooroevers tot minder overheidsuitgaven, en dus minder belastingen zal leiden.

4 Openhouden Jachthaven Schiermonnikoog

4.1 Samenvatting

Beleidsopgave en context

In de case openhouden Jachthaven Schiermonnikoog gaat over havenonderhoud (uitbaggeren jachthaven) in een natuurgebied. De Waddenzee, waaraan de jachthaven ligt is aangewezen als Werelderfgoed en als Natura 2000- gebied. Hierdoor mag onderhoudsbagger alleen onder voorwaarden worden verspreid. De uitdaging hierbij is het vinden van kosteneffectieve oplossingen om de haven open te houden voor plezierjachten en die de natuur niet schaden.

Werkwijze

Voor twee varianten (zoals beschreven in DLG, 2012) is gekeken naar de effecten van baggeren en verspreiden van de bagger uit de jachthaven op ecosystemendiensten: (1) planvariant: 'Lozen op stroom', (2) ecosystemendienstenvariant: aanleg van een vooroever met (2a) transport van de bagger per vrachtwagen of tractor en (2b) transport van de bagger via een persleiding. In de casestudie zijn de effecten van de varianten op ecosystemendiensten gekwantificeerd en gemonetariseerd, waarna de varianten onderling vergeleken zijn. De resultaten van de studie zijn gebaseerd op ruwe schattingen en hebben een indicatief karakter.

Resultaten

In de huidige situatie leveren de ecosystemen in het gebied vooral voedsel (vis, schelpdieren), biomassa (zee-aas) en leefgebied voor vogels (foerageer- en broedgebied). Analyse met de TEEB-aanpak laat zien dat voor de ecosystemendienstenvarianten met een vooroever (varianten 2a en 2b) de omvang van de actueel voorkomende ecosystemendiensten zoals voedsel (vis en schelpdieren) en biomassa (zee-aas) in beperkte mate afnemen en dat het leefgebied voor vogels verandert. Het habitat voor vogels verandert ter plekke van de vooroever van foerageergebied voor steltlopers (onder andere kanoet, wulp, scholekster, bontbekplevier en eenden) naar potentieel broedgebied voor beschermde soorten (bijvoorbeeld noordse stern, visdief en bontbekplevier). Deze verandering levert een beperkte baat op voor de ecosystemendienstenvariant vanwege de bijzondere soorten. In vergelijking tot de planvariant pakken de maatschappelijke welvaartseffecten voor de ecosystemendienstenvarianten slechter uit. Op jaarbasis zijn deze tussen de k€ 31 en k€ 134 lager dan voor de planvariant. Dit wordt voornamelijk bepaald door de hogere uitvoeringskosten. Het is echter onduidelijk hoe deze ecosystemendienstenvarianten uitpakken voor de recreatieve baten en landschapsbeleving. Bij de kosten van de planvariant 'Lozen op stroom' is ervan uitgegaan dat kan worden meegelift op het bestaande baggerprogramma van Rijkswaterstaat in de Waddenzee. Belangrijke randvoorwaarde hierbij is dat het binnen bestaande regelgeving is toegestaan om de bagger op deze wijze te lozen. In deze case is de ecosystemendienstenvariant dus niet de meest gunstige variant. Belangrijkste reden hiervoor zijn de hoge investeringskosten in aanleg van de vooroever. Deze overstijgen de baten van de ecosystemendienst broedgebied voor vogels die ontstaan door aanleg van de vooroever. Deze bevinding laat zien dat het vinden van mogelijke oplossingen binnen het relatief kleine plangebied (directe omgeving haven Schiermonnikoog) beperkingen kent, vanwege de geldende Natura 2000 regelgeving, maar ook vanwege de schaal van het plangebied. Een opschaling van het plangebied tot de hele Waddenzee kan het vinden van oplossingsrichtingen mogelijk verruimen. Bijvoorbeeld door uitruil met inrichtingsplannen die elders in het Natura 2000 gebied gemaakt moeten worden. Of hier werkelijk kansen liggen moet uit nader onderzoek blijken.

4.2 Inleiding en achtergrond casus

De Waddenzee is een uniek natuurgebied van wereldbelang en het is tegelijkertijd ook van grote economische betekenis (Arndt, Dirks *et al.*, 2004). Dit leidt ertoe dat de Waddenzee een gebied is met relatief veel (potentiële) conflictgebieden tussen natuur en mens. Om de waarden van het gebied te waarborgen zijn verschillende beleidskaders opgesteld en nationale en internationale samenwerkingen met Duitsland en Denemarken opgestart¹¹. Zo behoort de Waddenzee tot het Europese Natura 2000-netwerk, heeft de werelderfgoed status ontvangen van Unesco (Ministerie Infrastructuur en Milieu, 2011), en delen ervan hebben de status van Man and Biosphere reservaat. Concreet houden deze beleidskaders in dat de economische activiteiten geen negatieve invloed mogen hebben op de habitats en soorten in het gebied.

Het ruimtelijke beleidskader voor het gebied is de planologische kernbeslissing (PKB) Derde Nota Waddenzee, die het integrale beleid van het rijk voor dit gebied omschrijft. Centraal hierin staat de ambitie om de Waddenzee duurzaam te beschermen en te ontwikkelen en het unieke en open landschap te behouden. Centraal in deze ambitie staat het waarborgen van de veiligheid van bewoners van het waddengebied tegen water, het waarborgen van de bereikbaarheid van havens en eilanden, het waarborgen van geomorfologische en bodemkundige processen en versterken van kwaliteit van water, bodem, lucht, fauna, flora en landschap. Te noemen is dat ook de in de bodem aanwezige archeologische waarden en in het gebied aanwezige cultuurhistorische waarden beschermd worden. De aanpak om deze ambitie en beleidsopgaven te realiseren, staat beschreven in het Beheer- en Ontwikkelingsplan Waddengebied (B&O-plan, Bijlage 5) dat opgesteld is door het Regionaal College Waddengebied waarin overleg plaatsvindt tussen rijk, provincies, gemeenten en waterschappen (Regionaal College Waddengebied, 2008). Dit Beheer- en Ontwikkelingsplan geeft aan welke kansen de overheden zien voor het gebied, welke koers gevaren kan worden en welke de afspraken hierover zijn. Over het waarborgen van de bereikbaarheid van havens en eilanden is de afspraak gemaakt dat er daartoe incidenteel in de natuurlijke ontwikkeling van geulen en platen kan worden ingegrepen. Over de natuurlijke systemen is afgesproken dat verjonging en versterking van duinsystemen en het herstellen van kwelders nodig blijft. De projecten die uitvoering geven aan het B&O-plan zijn opgenomen in het programma 'naar een Rijke Waddenzee' (Regionaal College Waddengebied, 2011).

Dit alles stelt behoorlijk wat uitdagingen en randvoorwaarden aan partijen die betrokken zijn bij het verbeteren van de positie, samenhang en strategische ruimte van de Nederlandse waddenzeehavens. Het wordt onder meer opgepakt in het overlegplatform Waddenzeehavens (www.waddenzeehavens.nl).

Eén van de waddenzeehavens is de jachthaven van Schiermonnikoog. De jachthaven wordt veel gebruikt voor pleziervaart en heeft een capaciteit van ongeveer 140 ligplaatsen voor passanten en 25 vaste ligplaatsen. De haven is een getijdhaven en is alleen toegankelijk tijdens hoogwater. Door natuurlijke stromingen voert de Waddenzee ter plekke veel zand aan. Om de haven bereikbaar te houden moet daarom jaarlijks worden gebaggerd. Tot en met 2007 werd de onderhoudsbagger verspreid op het wad ten oosten van de jachthaven. Vanaf 2007 is echter geen toestemming meer verleend door het toenmalige ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie. Daarom gebeurt opslag van de bagger sindsdien in een depot even ten noorden van de jachthaven. Echter, het depot is inmiddels vol en het legen ervan is een kostbare zaak. Omdat er nog gezocht wordt naar een oplossing die past binnen de context van Natura 2000, heeft de gemeente besloten om in 2013 geen baggerwerken uit te voeren. Maar bij het niet baggeren komt de toegankelijkheid van de haven in het geding.

Uit een verkenning van DLG (DLG, 2012) blijkt dat voor het openhouden van de jachthaven twee opties zijn. Een optie waarbij de bagger in de Waddenzee wordt geloosd en een waarbij met het baggerslib een vooroever of vogeleiland wordt aangelegd in de kwelder naast de jachthaven. De

¹¹ Het Nederlandse deel van de Waddenzee wordt bestuurd door de rijksoverheid, drie provincies, 17 gemeenten en vier waterschappen. Van de totale Waddenzee besturen naast Nederland, ook Duitsland en Denemarken elk een deel. De landen maken onderling (trilateraal) om de vier jaar afspraken over internationale bestuur en beleid in het waddengebied.

verkenning zoomt vooral in op de kosten van de opties. In deze case wordt aanvullend op de verkenning nagegaan wat beide opties betekenen voor de ecosysteemdiensten in het gebied.

4.3 Beschrijving van het gebied

De jachthaven van Schiermonnikoog ligt in Noord Nederland, in de mariene omgeving van het waddengebied (Figuur 11). De jachthaven is één van 17 Waddenzeehavens en ligt aan de zuidwest kant van het eiland aan de oude Veerdam (Figuur 12).



Figuur 11 Ligging van het case-studiegebied Jachthaven Schiermonnikoog.

De Waddenzee behoort tot het Natura 2000-landschap 'Noordzee, Waddenzee en Delta'. Het Nederlandse Natura 2000-gebied Waddenzee beslaat 271.023 ha. In het aanwijzingsbesluit (De minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2008) wordt het volgende over de Waddenzee gezegd: "De Nederlandse Waddenzee is onderdeel van het internationale waddengebied dat zich uitstrekt van Den Helder tot Esbjerg (Denemarken). Het is een natuurlijk en dynamisch zoutwatergetijdengebied dat bestaat uit een complex van diepe geulen en ondiep water met zand- en slibbanken, waarvan grote delen bij eb droog vallen. Deze banken worden doorsneden door een fijn vertakt stelsel van geulen. Langs het vasteland en op de eilanden liggen verspreid kweldergebieden, die door grote verschillen in vocht- en zoutgehalte bijdragen aan een zeer diverse flora en vegetatie. (...) Er is een nagenoeg ongestoorde hydrodynamiek en geomorfologie aanwezig, waarin natuurlijke processen zorgen voor instandhouding en ontwikkeling van karakteristieke ecotopen en habitats en de grenzen van land en water voortdurend wijzigen. (...) Het landschap kenmerkt zich door zijn vrijwel ongerepte en weidse en open karakter. De identiteit van het Waddengebied wordt mede bepaald door de natuurlijke samenhang tussen Waddenzee, Waddeneilanden, Noordzeekustzone en de vastelandskust en de karakteristieke overgangen tussen land en zee, zoet en zout en droog en nat."

De Waddenzee is een Natura 2000-gebied maar kent naast natuur vele gebruiksvormen. Zo vinden er in het gebied vele activiteiten plaats waaronder scheepvaart, baggerwerkzaamheden, gaswinning, koelwaterinname, visserij, wadlopen, waterrecreatie, rondvaarten en nog vele andere activiteiten (Jongbloed, 2011; Jonker *et al.*, 2011; Koolstra en Jongbloed, 2011).



Figuur 12 Links: Luchtfoto van het casestudiegebied Waddenzee, met links de oude veerdam, jachthaven en depot, rechts de nieuwe veerdam en daartussen de locatie voor baggerstort t.b.v. de beoogde vooroever (aangegeven met rode stippellijn); aangepast uit de Passende Beoordeling (ARCADIS 2009). Rechts: De jachthaven van Schiermonnikoog, met op de voorgrond het baggerdepot (Bron: <http://www.schierweb.nl/2010.htm>).

Het casestudiegebied ligt tussen de Oude en de Nieuwe Veerdam, dat beoogd is voor de baggerstort, en bestaat uit oevers en wadplaten, die bij laag water droogvallen. De wadplaten behoren tot het Natura 2000-habitattypen H1140A (slik- en zandplaten). In de Waddenzee is in de loop der tijd veel areaal aan kwelder verloren gegaan door bedijking en agrarisch gebruik. Dat is ook het geval voor het gebied tussen de veerdam en de jachthaven bij Schiermonnikoog. Oorspronkelijk was dit een kwelder die door bedijking is verdwenen. Het gebied tussen de Oude en de Nieuwe Veerdam is van waarde voor wadvogels (eenden en steltlopers) die voor hun voedsel afhankelijk zijn van harde oevers (vooral steenlopers) en wadplaten. De jachthaven zelf, de dijk, de weg langs de dijk en (een deel van) de achterliggende polder worden meegenomen in het studiegebied vanwege mogelijke invloeden van de verschillende opties op het aantal bezoekers van Schiermonnikoog.

De haven bestaat uit een rechthoekige havenkom van ongeveer 250 bij 70 meter. De ingang van de jachthaven blijft permanent onder water staan en effecten hierop door activiteiten op het depot zijn uitgesloten (ARCADIS, 2009a). De polder (weilanden), het dorp en de duinen van Schiermonnikoog en het grootste deel van de Oosterkwelder vallen buiten het studiegebied. De aard van de omgeving van de jachthaven is van belang voor de beleving van de jachthaven door bezoekers van de jachthaven zelf en Schiermonnikoog in het algemeen.

De begrenzing van het studiegebied is gebaseerd op de afbakening van potentiële effecten van het storten van baggerslib uit de jachthaven zoals beschreven in de Passende Beoordeling Jachthaven Schiermonnikoog (ARCADIS 2009a). Het studiegebied betreft de bovenste 6 kwadranten (met nummers 381992-381993-381994 en 381241-381242-381243) in Figuur 13, en komt ruwweg overeen met het zichtbare deel op de luchtfoto in Figuur 12 (links).

4.4 Voorkomende ecosysteemdiensten (Stap 1)

Het studiegebied bestaat uit (harde) oevers en wadplaten. Voor de Natura 2000-indeling van habitats zijn de wadplaten aangewezen als Habitattypen 1140A: slik- en zandplaten. Behalve deze habitatdiensten levert het gebied culturele diensten, regulerende diensten en productiediensten. In de Passende Beoordeling (PB) worden de volgende gebruiksvormen (productiediensten) rond Schiermonnikoog genoemd: vaarweg; visserij; schelpen-, gas- en zoutwinning (ARCADIS, 2009a). Regulerende en culturele diensten worden niet genoemd in de PB. In Tabel 12 staan de meest relevante ecosysteemdiensten die door het studiegebied geleverd worden met daarbij aangegeven de relatie met de aanleg van een vooroever.

Tabel 12

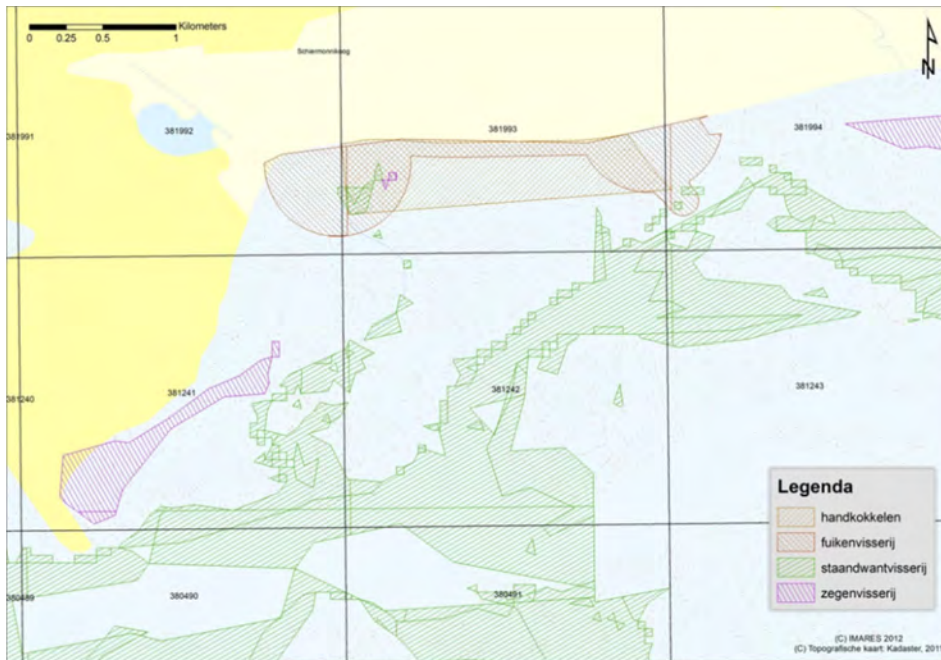
Voorkomende ecosystemediensten in het casestudiegebied Jachthaven van Schiermonnikoog, verwachte potenties om ze meer te kunnen gebruiken en de relatie met de aanleg van een vooroever.

Ecosysteemdienst		Huidig gebruik van ecosystemediensten	Potenties voor meer gebruik van ecosystemediensten	Relatie met aanleg vooroever
Productiediensten	Voedsel - Vis	Op beperkte schaal rapen van schelpdieren; staandwant visserij; zegenvisserij en fuikenvisserij.	Weinig mogelijkheden voor meer visserij binnen vergunningsnormen.	Verdwijnt ter plekke van de vooroever.
	Biomassa	Op beperkte schaal steken van zee-aas voor recreatieve visserij.	Beperkingen verwacht vanuit beheerplan.	Verdwijnt ter plekke van de vooroever.
Regulerende diensten	Overstromingsbescherming	De huidige kustbescherming vindt plaats met een dijk .	Aanleg vooroever is niet zonder meer gunstig voor kustbescherming.	Aanleg vooroever is niet zonder meer gunstig voor kustbescherming.
	Bodemvruchtbaarheid	Bodemvruchtbaarheid is van invloed op aanwezig bodemleven en vegetatie.	In het Natura 2000 gebied Waddenzee wordt de bodemvruchtbaarheid door natuurlijke dynamiek bepaald.	Aanleg van vooroever is waarschijnlijk niet gunstig voor de bodemvruchtbaarheid.
Habitat dienst	Habitatfunctie	Belangrijke habitatfunctie als foerageergebied voor diverse vogelsoorten, o.a. voor kanoet, scholekster, wulp, bontbekplevier en wilde eend Beperkte habitatfunctie als broedgebied voor o.a. kluut en strandplevier Beperkte habitatfunctie als hoogwater vluchtplaats Geulen en ondergelopen platen vormen foerageergebied voor (jonge) (plat)vis.	In het Natura 2000gebied Waddenzee worden de habitatfuncties door de natuurlijke dynamiek en de aanwezige habitattypen bepaald. Of aanleg van een vooroever wat toevoegt aan de habitatdiensten hangt af of beschermde vogelsoorten er daadwerkelijk gaan broeden.	Bij aanleg van een vooroever zal een deel van de huidige habitatfuncties (behorend bij een bepaald habitatype) verdwijnen en komen er andere habitatfuncties (behorend bij een ander habitatype) voor terug.
Culturele diensten	Recreatie	De jachthaven is belangrijk voor de pleziervaart op de Waddenzee, het studiegebied buiten de haven speelt een beperkte rol voor de pleziervaart. Er vind beperkte recreatieve visserij en steken van zee-aas plaats.	Het toegankelijk houden van de jachthaven kan niet op natuurlijke wijze	Door de haven uit te baggeren en de bagger toe te passen voor aanleg van een vooroever kan de haven toegankelijk worden gehouden.
	Esthetische informatie: Natuurbeleving	Vanaf de dijk wordt bij laagwater regelmatig naar foeragerende vogels gekeken, er wordt beperkt wadgelopen en recreatief gevaren.	Aanleg vooroever zal weinig veranderen aan de omvang van de dienst. Aanleg van bijvoorbeeld vogelhutten, verrekijkers, informatiepanelen e.d. mogelijk wel.	Door aanleg van vooroever verandert de habitatfunctie ter plekke en daardoor de voorkomende soorten. Hierdoor verandert de aard van de natuurbeleving ter plekke maar de omvang waarschijnlijk niet.
	Esthetische informatie: Landschapsbeleving	Vanaf de dijk of vanuit recreatieve boten wordt het Waddenlandschap en natuurlijke processen bekeken.	Aanleg vooroever zal weinig veranderen aan de omvang van de dienst. Aanleg van bijvoorbeeld informatiepanelen, georganiseerde wandelingen e.d. mogelijk wel.	Door aanleg van een vooroever verandert het uitzicht vanaf de dijk, en daarmee de aard van de landschapsbeleving, maar de omvang waarschijnlijk niet.
Betekenis kleuren in tabel				
Belangrijke functie of mogelijkheden om in de toekomst meer van te gebruiken				
Beperkte functie of beperkte mogelijkheden om in de toekomst meer van te gebruiken				

4.4.1 Productiediensten

Visserij: Voedsel

Het gebied levert verschillende producten door de visserij. Een aantal visserijvormen vindt plaats in of nabij het voorziene depot, zoals: het rapen van schelpdieren; staandwant visserij; zegenvisserij en fuikenvisserij (Figuur 13). Gegevens over de intensiteit van deze diensten door beroepsvissers in termen van uren aanwezigheid van vissersboten zijn beschikbaar in GIS. Op basis van deze gegevensbestanden (in beheer bij IMARES) is de intensiteit van staandwant visserij en zegenvisserij in het gebied te verwaarlozen (< 1 uur per jaar). De commerciële visserij met fuiken in de Waddenzee op consumptievis is te verwaarlozen. Recreatief wordt er meestal alleen nog met fuiken gevist om wolhandkrab te vangen (Lindeboom en Jongbloed, 2007).



Figuur 13 Visserijvormen in het studiegebied.

Biomassa

Ook het steken van zee-aas komt voor (Figuur 14). Zee-aas wordt gebruikt als biomassa, bijvoorbeeld voor de sportvisserij met hengels. De enige lokale markt voor zee-aas zou moeten komen voor visserij vanaf het Noordzeestrand. Er zijn geen boten voor hengelvisserij die vanaf Schiermonnikoog opereren. De dichtstbijzijnde boten die in de regio opereren, werken vanuit Oostmahorn (Lauwersmeers) of Lauwersoog en vissen voornamelijk op de Noordzee (de focus ligt buiten de Noordzeekustzone).

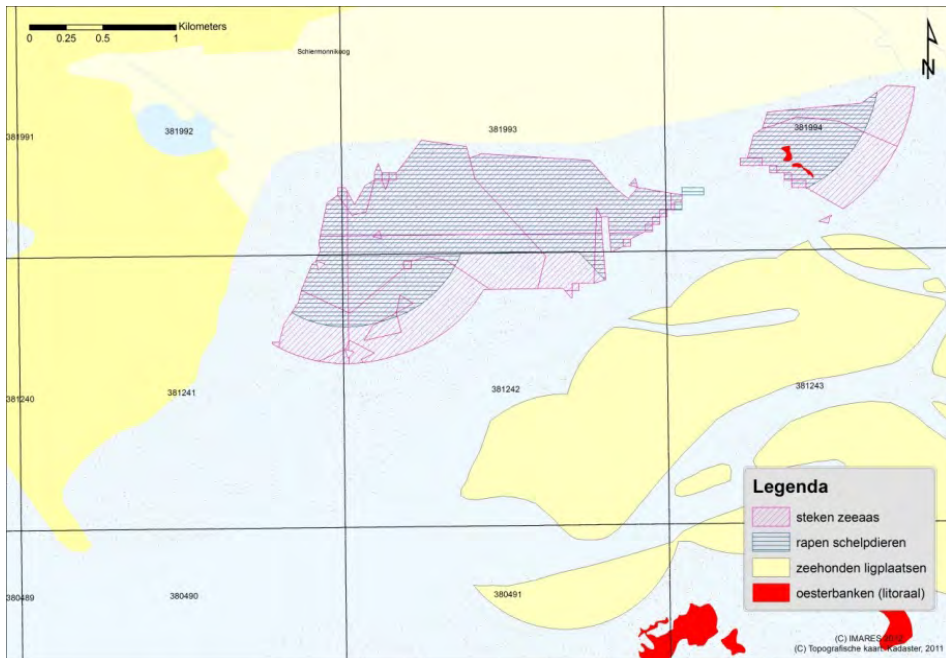
4.4.2 Regulerende diensten

Verstoringsbescherming

Niet alleen de abiotische omstandigheden (de fysieke vorm van het gebied), maar ook de biotische omstandigheden spelen een rol bij verstoringsbescherming, in dit geval kustbescherming. Mariene flora en fauna kunnen waardevol zijn voor de natuurlijke bescherming van kustgebieden (Beaumont *et al.*, 2007). Bijvoorbeeld, laaggelegen gebieden, zoals kwelders die niet of slechts enkele keren per jaar overstromen, evenals zeegrasvelden en schelpdierbanken die permanent onder water staan kunnen de golfwerking dempen.

Bodemvruchtbaarheid

Bodems van natuurlijke intergetijdengebieden hebben een hoog gehalte aan organische stof en een hoge nutriëntenconcentratie (Van Oevelen *et al.*, 2000), hetgeen leidt tot een hoge productiviteit in de hogere trofische niveaus.

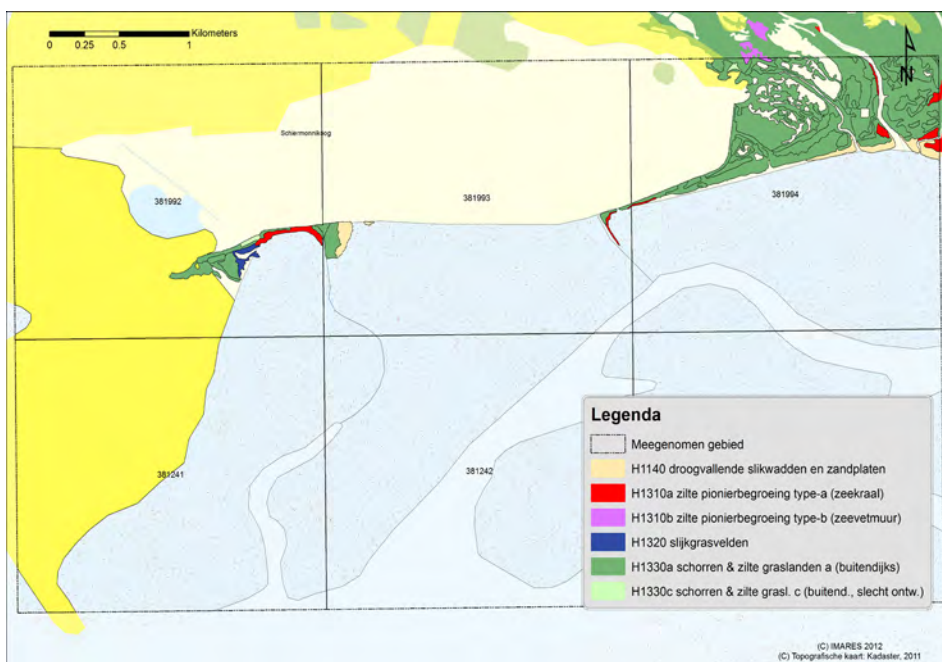


Figuur 14 Het steken van zee-aas, het rapen van schelpdieren, ligplaatsen van zeehonden en litorale oesterbanken in het studiegebied.

4.4.3 Habitatdiensten

Habitatfunctie

De habitatdiensten in het studiegebied hebben betrekking op het ter plekke voorkomen van beschermde habitattypen H1140 (slik- en zandplaten), H1310 (zilte pionierbegroeiingen), H1320 (slijkgrasvelden) en H1330 (schorren en zilte graslanden; ook wel 'kwelders') (zie Figuur 15). Daarnaast is vooral de functie van deze habitattypen voor wadvogels, die het gebied gebruiken als foerageergebied, hoogwatervluchtplaats (HVP) of aan de andere kant als rustplaats (luwte), van belang.

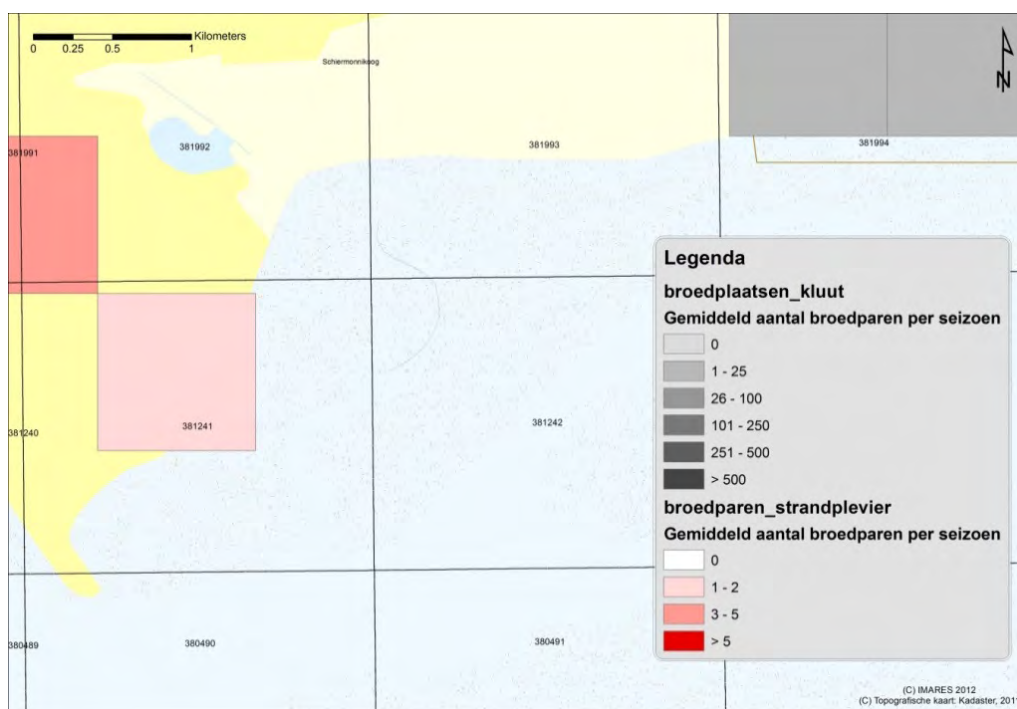


Figuur 15 Overzicht van het voorkomen van beschermde habitattypen in het studiegebied (op basis van kwelderinventarisaties). Het gele gebied bestaat uit begroeide zandplaten (kweldertypen H13xx) en duinen, en het blauw gestippelde gebied behoort tot type H1140, slik- en zandplaten.

Broedgebied vogels. In de huidige situatie is het studiegebied in beperkte mate geschikt als broedgebied, zie Figuur 16. De kluut broedt met gemiddeld 1 tot 25 broedparen per seizoen in het gebied ten oosten van de oude veerdam waar de jachthaven is gelegen. De strandplevier broedt ten westen en zuidwesten van de locatie met gemiddeld 3 tot 5 en 1 tot 2 broedparen per seizoen. Een meer uitgebreide beschrijving van het broedgebied per vogelsoort is gegeven in Bijlage 6.

Foerageergebied vogels. - Droogvallende platen in het intergetijdengebied vormen bij eb een foerageergebied voor veel soorten vogels, vooral uit de groep steltlopers (onder andere kanoet, scholekster, wulp en bontbekplevier) en eenden. De steltlopers en eenden foerageren vooral op dieren uit de bovenste laag van de onderwaterbodem (benthos), met meestal een voorkeur voor twee-kleppigen, maar ook kreeftachtigen, wormen, insecten en wadslakjes worden gegeten. Scholekster en wulp foerageren ook op graslandpercelen en bontbekplevieren worden tijdens hoogwater vaak ook foeragerend op de kwelders waargenomen. In het gebied komen veel vogels voor. Vooral tijdens de voorjaars- en najaarstrek zijn er enorme groepen vogels, met name steltlopers, die zich tegoed doen aan de enorme voedselvoorraden in de wadbodem. De oorzaak van de vele vogelsoorten en hoge aantallen is de geografische ligging van het eiland (op de trekroutes en midden in de voedselrijke Waddenzee).

Foerageergebied vissen. De bij hoogwater ondergelopen platen en de geulen dienen als voedselgebied voor (jonge) vis. Platvissoorten en andere bodemvissoorten eten vooral benthos, in de waterkolom levende (pelagische) vissoorten zoals zandspiering, haring en sprat eten vooral zoöplankton en vislarven, en planteneters zoals harders schrapen algen en wieren van de zeebodem.



Figuur 16 Bekende broedgebieden in het studiegebied.

Rustgebied vogels (hoogwatervluchtplaats, HVP) - Tijdens vloed, zolang als het water nog niet tot aan de dijk reikt, worden de kwelders, zilte pionierbegroeiingen en dan nog drooggevallen platen gebruikt als uitwijk- of rustgebied: hoogwatervluchtplaats (HVP). Ook de polder aan de noordzijde van de dijk wordt, zeker wanneer het water tot aan de dijk staat, gebruikt als HVP. In Figuur 17 staan de locaties van deze HVPs en het aantal vogels dat is geteld (in september, gemiddeld over de periode 2000-2004).



Figuur 17 Hoogwatervluchtplaatsen (HVPs) in het studiegebied.

4.4.4 Culturele diensten

Er worden verschillende culturele diensten onderscheiden, die hieronder nader worden toegelicht. In het gebied van de jachthaven tot en met de veerdam en vlak daarbuiten is een aantal culturele diensten goed ontsloten door de aanwezigheid van de Waddendijk, vooral voor fietsers en voetgangers (er is geen gemotoriseerd verkeer toegestaan op de dijk).

Naar het Waddengebied komen de volgende soort bezoekers (Engelsman, 2011):

- Badgasten, die het strand bezoeken, maar ook de natuur in trekken.
- Mensen die willen wandelen en fietsen met de natuur als decor.
- Echte natuurliefhebbers die komen voor het observeren van soorten en de dynamiek van het gebied.
- Watersporters, die de Waddenhavens willen bezoeken.
- Wadvaarders, die tussen de platen doorvaren en af en toe willen droogvallen.
- Wadlopers.
- Badgasten, die vrijwel uitsluitend komen voor strandvermaak en uitgaan.
- Recreanten en toeristen, die uit zijn op allerlei vermaak.
- Bezoekers van evenementen.

Meer dan 80% van de bezoekers aan het Nederlandse Waddengebied valt onder de eerste drie categorieën en komen voor de recreatieve beleving van natuur en landschap (Engelsman, 2011).

Esthetische, inspirerende en spirituele informatie

Schiermonnikoog wordt gekenmerkt door een afwisseling van de verschillende landschapstypen. De natuurgebieden zijn bijna allemaal vrij toegankelijk. In 1989 is een groot deel van Schiermonnikoog (met uitzondering van de polder en de omgeving van het dorp) met het aangrenzende wad aangegeven als Nationaal Park. Het hele eiland is goed ontsloten door de vele wandel- en fietspaden. Een groot deel van het studiegebied betreft typisch Waddenlandschap met droogvallende platen (Figuur 18). Direct ten zuiden van de Waddendijk, tussen de Oude en de Nieuwe Veerdam, komt het zeewater bij hoog water tot aan de voet van de dijk, maar meer dan de helft van de tijd staat hier geen water en vormt het een belangrijk foerageergebied voor wadvogels. Bij opkomend water verzamelen zich hier zelfs grote groepen wadvogels in zogenaamde hoogwatervluchtplaatsen (HVP's). Wanneer het water verder stijgt, verplaatst een deel van de vogels zich naar de aan de noordzijde van de dijk gelegen weilanden (zie boven). Het Waddendeel van het gebied rondom de jachthaven kan op basis van meerdere aspecten gewaardeerd worden (esthetisch, inspirerend of spiritueel): vanwege de activiteit van pleziervaartuigen in en rondom de jachthaven, vanwege het gezicht op open water

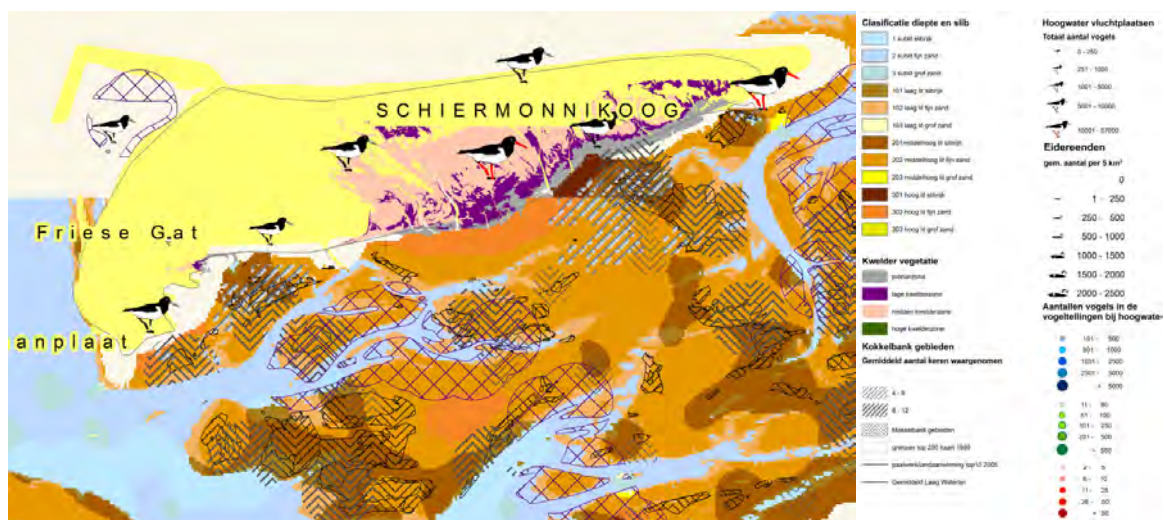
(bij hoogwater), vanwege het zicht op droogvallende platen (typisch Waddenlandschap), of vanwege de aanwezige rust en ruimte. Aangezien meer dan 80% van de bezoekers voor de recreatieve beleving van natuur en landschap komen (zie hierboven), is de natuur en het landschap van groot belang voor de levering van culturele diensten. Door de aanwezigheid van de dijk zijn drooggevallelen delen en de betreffende weilanden goed te observeren door recreanten die vogels willen kijken. Bovendien is voor voetgangers en fietsers de Waddendijk de hoofdroute naar het dorp.

Recreatieve en toeristische entourage

Varen - De jachthaven van Schiermonnikoog is een belangrijke recreatieve voorziening voor het eiland. De haven is een echte getijdenhaven; de toegang is alleen bevaarbaar rondom hoogwater (circa twee uur voor en na). Schepen (vooral platbodems) kunnen ook droogvallen aan de kop van de oude Veerdam en op de plaat ten oosten van de haven, bij laagwater is dan het vaste land bereikbaar. De haven biedt plaatsen en faciliteiten voor ongeveer 140 schepen waarvan 25 plaatsen voor bootjes van eilanders en de overige voor passanten. Bij de havens zijn voorzieningen zoals een restaurant (voor ongeveer 50 personen), kantoor van de havenmeester, sanitaire units (tien warme douches en tien toiletten), vijf drijvende steigers met voorziening voor stroom en water, aanwezigheid van een hotspot voor draadloos internet. Er is een supermarkt op 10-15 minuten lopen vanaf de haven (<http://www.schierweb.nl/2010.htm>). De haven is geopend van begin mei tot eind oktober. Voor Schiermonnikoog vertegenwoordigt de jachthaven een groot economisch belang. Jaarlijks wordt door de jachthaven voor € 1,3 miljoen aan inkomsten op het eiland gegenereerd (Arcadis, 2009b). De jachthaven zorgt bovendien voor 15 fte aan arbeidsplaatsen. De jachthaven van Schiermonnikoog draagt bij aan de recreatieve waarde van de Waddeneilanden als vaardoel vanuit het Lauwersmeer-gebied en het op een veilige en verantwoorde manier opvangen van schepen (Waterrecreatie advies, 2012).

Rondvaarten en/of robbentochten.- In het studiegebied bevindt zich een aantal zandplaten die door zeehonden als ligplaatsen worden benut, zie 15. Hoogstwaarschijnlijk zullen er ook vanaf de dijk en de veerdammen met enige regelmaat zwemmende en foeragerende zeehonden kunnen worden waargenomen. In het gebied tussen Schiermonnikoog en de kust van Groningen houdt zich regelmatig 6-10% van de gehele Waddenzeepopulatie op (gebaseerd op tellingen in de periode 2000-2005; Jongbloed et al., 2011). Vanaf Schiermonnikoog worden voor zover bekend geen robbentochten uitgevoerd. Vanaf andere havens zijn waarschijnlijk betere observatiemogelijkheden voor handen dichterbij die havens. Robben zijn het beste zichtbaar bij laagwater, dus je moet een haven hebben van waaruit je met laagwater kunt opereren. De jachthaven van Schiermonnikoog is slecht toegankelijk gedurende een periode van minstens twee uur rond laagwater, dus ongeschikt om als uitvalsbasis voor robbentochten te kunnen dienen. De veerbootsteiger heeft wel 'water', maar is niet beschikbaar voor dit soort doeleinden.

Recreatieve aantrekkingskracht - Zie boven onder 'Esthetische, inspirerende en spirituele informatie'.



Figuur 18 Landschappenkaart met enkele natuurwaarden van Schiermonnikoog. (Bron: Ecologische Atlas Waddenzee, Dankers et al. 2006.

4.5 De ontwikkelingsvarianten

Het casestudiegebied in de Waddenzee beschrijft de maatregelen die genomen moeten worden voor het open houden van de jachthaven in Schiermonnikoog (al dan niet in combinatie met de ontwikkeling van een kwelder of vooroever bij Schiermonnikoog) en de effecten van die maatregelen op de ecosysteemdiensten. De onderstaande beschrijving van de varianten is voor een groot deel rechtstreeks overgenomen uit het rapport van DLG (DLG, 2012).

Voor deze case is in feite geen nulvariant te benoemen. Bij een autonome ontwikkeling zou de haven immers verzanden. In plaats van de nulvariant beschrijven we hier de huidige situatie. Gezien het belang van de haven voor de werkgelegenheid en lokale economie is de verwachting dat gekozen zal worden voor een variant waarbij de jachthaven toegankelijk blijft. Voor het openhouden is baggeren echter noodzakelijk. Voor het openhouden bestaan twee varianten. De variant waarbij de haven wordt uitgebaggerd en de bagger wordt geloosd op stroom wordt de planvariant genoemd. De variant waarbij de aanleg van een vooroever wordt beoogd en waarmee ook broedgebied voor vogels wordt beoogd, wordt ecosysteemdienstenvariant genoemd. Dit omdat in deze variant de te ontwikkelen vooroever ook wel een 'voegeiland' wordt genoemd die moet gaan dienen als hoogwatervluchtplaats en broedgebied voor vogels.

4.5.1 Huidige situatie

Om de haven op de vereiste diepte te houden, is het sinds een aantal jaar noodzakelijk om jaarlijks te baggeren (ARCADIS, 2009a). Sinds 2007 is het echter niet meer toegestaan het baggerslib over het wad ten oosten van de jachthaven te verspreiden. Sindsdien wordt het baggerslib opgeslagen in een depot op het vaste land ten noorden van de jachthaven. De gebruiksmogelijkheden van het baggerslib zijn beperkt en afvoerkosten hoog waardoor het slib niet wordt afgevoerd en het depot inmiddels vol is geraakt. Uiterlijk in 2013 moet worden begonnen met het legen ervan wat gepaard gaat met hoge kosten.

Als de jachthaven niet wordt uitgebaggerd zal zij verzanden en neemt de capaciteit (het aantal pleziervaartuigen wat in de haven kan overtijen) af. Hierdoor zal het aantal vaartuigen dat moet overtijen op het Wad sterk toenemen en komt de financiële exploitatie van de haven onder druk te staan, omdat er geen havengeld kan worden geïnd. Ook zullen inkomsten voor het eiland dalen en werkgelegenheid gerelateerd aan de jachthaven afnemen (Waterrecreatie advies, 2012). Schiermonnikoog heeft het convenant vaarrecreatie ondertekend (DLG, 2012), waarbij het creëren van voldoende ligplaatsen in de jachthaven een belangrijk onderdeel is. Het sluiten van de jachthaven van Schiermonnikoog op korte termijn wordt daarom niet als reële optie gezien.

Opgemerkt moet worden dat een 'vaste' locatie voor de haven in het dynamische waddengebied niet duurzaam is. Een jachthaven op de huidige plek is op de lange duur niet vol te houden, omdat de locatie uiteindelijk zal verzanden. De verwachting is dat op een termijn van zo een 25 jaar ter plekke een zandplaat uit het zuidwesten zal aanlanden.

Gezien de ambitie van het convenant vaarrecreatie om de haven open te houden, maar tegelijkertijd de wetenschap dat dat op de huidige locatie op de lange duur niet is vol te houden, wordt voor deze case in de varianten uitgegaan van het openhouden van de haven voor een periode van 25 jaar. Dit sluit aan bij bestaande plannen en biedt tijd om te zoeken naar een andere oplossing voor de haven. In onze varianten houden we een planhorizon van 20 jaar aan.

Om de haven toegankelijk te houden moet de haven en haar toegang jaarlijks worden uitgebaggerd. Bij de werkzaamheden voor het openhouden van de jachthaven moet rekening worden gehouden met het volgende (ARCADIS, 2009a):

- Baggeren gebeurt in een aaneengesloten periode van circa vier weken in de maanden maart en april, voor het begin van het vaarseizoen.
- Gemiddeld wordt jaarlijks circa 10.000 m³ baggerspecie uit de haven gebaggerd.
- Het sediment dat in de haven wordt afgezet bestaat uit een mengsel van fijn zand en slib. De samenstelling komt overeen met het sediment op het wad in de omgeving van de jachthaven en is

niet verontreinigd (analyse maart 2010). Het sediment bevat nabij de haveningang meer fijn zand en aan de achterzijde van de haven meer slib.

Bij de verwerking van de bagger worden de volgende randvoorwaarden gehanteerd (DLG, 2012):

- Bij gebruik van de bagger voor natuurontwikkeling mag het nabij liggende zeegrasexperiment niet worden verstoord. In de Waddenzee lopen diverse proeven om zeegrasvelden te ontwikkelen, waarvan er één onder Schiermonnikoog ligt. De proef lijkt op dit moment succesvol te verlopen wat blijkt uit het ontkiemen en vestigen van zeegraszaden.
- Bij gebruik van de bagger voor natuurontwikkeling mogen een nabijgelegen mosselbank en een onderzoeksplot van Wadden Engine (een onderzoeksproject van NIOZ en RUGroningen (zie bijvoorbeeld <http://waddenengine.webhosting.rug.nl/>) niet negatief worden beïnvloed.
- Er moet rekening worden gehouden met de vaarweg.

Voor de verschillende ontwikkelingsvarianten zijn de baggerwerkzaamheden gelijk en zullen dus niet tot verschil in effecten of kosten leiden. De verschillen in effecten en kosten worden gemaakt door de bestemming en het transport van de bagger. Daarom zijn een twee varianten opgesteld die verschillen in de bestemming en het transport van de bagger. De gemeente Schiermonnikoog heeft momenteel twee opties in overweging voor de bestemming van de bagger:

- 1) 'Lozen op stroom' en
- 2) Natuurontwikkeling tussen veerdam en jachthaven.

Deze opties zijn door ons uitgewerkt in de volgende drie ontwikkelingsvarianten.

4.5.2 Planvariant: 'Lozen op stroom'

In de variant 'Lozen op stroom' wordt voor de bestemming van de bagger aangehaakt bij het baggerprogramma van Rijkswaterstaat in de Waddenzee. Met het baggerprogramma worden vaarroutes opengehouden en de bereikbaarheid van de eilanden gewaarborgd. De bagger uit de jachthaven kan op diep water in een stromende geul worden verspreid (het 'gat van Schiermonnikoog'). Dit is circa 2 kilometer ten zuiden van de jachthaven in de Waddenzee. Het zeewater verspreidt de bagger vervolgens op een natuurlijke manier. De hoeveelheid onderhoudsbagger uit de jachthaven van Schiermonnikoog (gemiddeld circa 10.000 m³; Arcadis, 2009b) is een marginaal kleine hoeveelheid vergeleken met het totale baggerwerk in de Waddenzee. In 2008 was de totale hoeveelheid bagger van deze werken in de Waddenzee 1,7 miljoen m³ (Arcadis, 2011).

4.5.3 Ecosysteemdienstenvariant: Aanleggen van een vooroever

Voor wat betreft de besloten ligging van het gebied tussen de beide veersteigers en de afgebakende locatie, leent het gebied zich goed voor kweldervorming. De afstand tussen de twee veerdammen bedraagt ongeveer 2.000 meter. In deze beide ecosysteemdienstenvarianten wordt de bagger verspreid tussen de veerdam en de jachthaven. Startpunt van verspreiding is direct naast het depot, waarna het voor een periode van 20 jaar wordt uitgebreid via lange stroken evenwijdig aan de kustlijn. Hierdoor vindt een aangroei plaats van circa één hectare per jaar met een ophoging tot uiteindelijk 75-100 cm. De vooroever die uiteindelijk gevormd zal worden, kan dus ongeveer 10-20 hectare groot worden. In deze variant gaan we uit van het maximale oppervlak van 20 ha.

In een verkenning van de baggerproblematiek voor de jachthaven (DLG, 2012) staat beschreven dat het niet zeker is dat het gebied dat met het opbrengen van de bagger gaat ontstaan, aan de eisen van de habitattypen 1310A 'Schorren en zilte graslanden (buitendijks)' of 1330 'Zilte pionierbegroeiingen' zal gaan voldoen. Daarom zou in plaats van kwelder beter gesproken kunnen worden van een vooroever of vogeleiland. In deze rapportage is het betreffende gebied als een vooroever betiteld.

Het transport van de bagger is kostbaar. Daarom zijn er twee opties van de ecosysteemdienstenvariant uitgewerkt met een verschil in transport van de bagger naar de locatie van de vooroever. De eerste optie is het transport met vrachtauto's of tractoren, de tweede optie is transport via een persleiding.

Ecosysteemdienstenvariant 2a: Aanleggen van een vooroever met opslag (spuiten) van bagger in depot en transport per as (vrachtauto of tractor) naar locatie

In deze variant worden bij de aanleg van de vooroever rijshouten dammen gebruikt om de te storten bagger te fixeren. De onderhoudsbagger wordt volgens de huidige methode in het depot gespoten en blijft daar vervolgens een jaar liggen om de bagger te laten drogen. Na dat jaar wordt de bagger uit het depot gehaald en met een vrachtauto of tractor langs de dijk getransporteerd naar een locatie ter hoogte van het gewenst opbrengpunt. Vanaf dat punt wordt het verder op het wad verspreid en verwerkt.

Ecosysteemdienstenvariant 2b: Aanleggen van een vooroever door het opspreiden van de bagger via een persleiding

Ook in deze variant worden rijshouten dammen gebruikt om de te storten bagger te fixeren. Onder aanname dat er een persleiding aangelegd mag worden, wordt de onderhoudsbagger direct op de locatie van de aan te leggen vooroever gespoten.

4.5.4 Samenvatting van de varianten

In Tabel 13 zijn de maatregelen van de verschillende ontwikkelingsvarianten samengevat.

Tabel 13

Samenvatting van de maatregelen van de ontwikkelingsvarianten van de case jachthaven Schiermonnikoog.

Werkzaamheden	Ontwikkelingsvariant		
	1 Plan: 'Lozen op stroom'	2a Ecosysteemdiensten Aanleg vooroever Transport per as	2b Ecosysteemdiensten Aanleg vooroever Transport via persleiding
Baggerwerkzaamheden	Baggeren vaargeul en haven	Baggeren vaargeul en haven	Baggeren vaargeul en haven
Bestemming van de bagger	Lozen van bagger in 'Het gat van Schiermonnikoog' door 'mee te liften' met baggerwerken van Rijkswaterstaat	Stort van bagger tussen de veerdam en de jachthaven	Stort van bagger tussen de veerdam en de jachthaven
Transport bagger	Afvoer via schip	Storten bagger in depot en vervolgens per tractor of vrachtauto naar de vooroever	Via persleiding rechtstreeks naar de vooroever
Vasthouden bagger	n.v.t.	Aanleg en onderhoud kwelderwerken (rijshouten dammen)	Aanleg en onderhoud kwelderwerken (rijshouten dammen)
Inrichting en beheer	n.v.t.	Inrichting en beheer van de vooroever	Inrichting en beheer van de vooroever

4.6 Waarderen van welvaartseffecten (Stap 2)

4.6.1 Effecten van de varianten op ecosysteemdiensten

Planvariant

Voor de planvariant 'lozen op stroom' worden geen verandering in effecten verwacht op de voorkomende ecosysteemdiensten. Deze planvariant borduurt verder op de bestaande praktijk, met dat verschil dat de bagger niet in depot wordt gestort, maar geloosd in diep water verder uit de kust. De variant biedt wel een referentiekader om de effecten van de maatregelen van de ecosysteemdienstenvariant te vergelijken.

Ecosysteemdienstenvariant

De twee opties binnen de ecosysteemdienstenvariant verschillen in transportwijze van de bagger. Er worden tussen beide opties echter geen verschillen verwacht in effecten op de productie van ecosysteemdiensten die door de te creëren vooroever geleverd zullen gaan worden. Beschrijving van de verwachte effecten zijn daarom voor beide opties samengenomen.

In Tabel 14 zijn de te verwachten effecten van de maatregelen van de ecosysteemdienstenvarianten op de voor het studiegebied jachthaven Schiermonnikoog samengevat. De resultaten zijn gebaseerd op ruwe schattingen en hebben een indicatief karakter. In de volgende paragrafen van dit hoofdstuk worden de verwachte effecten per ecosysteemdienst nader toegelicht.

Tabel 14

Mogelijke fysieke effecten, welvaartseffecten en geschatte omvang van de welvaartseffecten voor het studiegebied van de jachthaven van Schiermonnikoog.

Ecosysteemdienst	Fysiek effect	Welvaartseffect	Omvangrijk?
Productiediensten			
Visserij (vis, schelpdieren)	Verlies van areaal	Inkomstenverlies beroepsvissers	Waarschijnlijk lokaal belangrijk
Biomassa (zee-aas)	Verlies van areaal	Inkomstenverlies beroepsvissers	Waarschijnlijk lokaal belangrijk
Regulerende diensten			
Overstromingsbescherming	Mogelijk verzwakking van de dijk door verstuing van de vooroever (DLG, 2012)	Hogere kosten dijkonderhoud	Onduidelijk of dit effect optreedt
Bodemvruchtbaarheid	Afname door verandering van habitatype	Lagere optiewaarde	Nee
Klimaatregulatie	Afname CO ₂ -fixatie, - afbraak- en buffering	Verminderde bescherming tegen klimaatverandering	Nee
Transport (over water)	Snellere verzanding (uitspoelen vooroever)	hogere kosten baggeren en baggerverwerking	Mogelijk
Habitatdiensten			
Habitatfuncties			
Habitat (H1140A)	Afname areaal	Niet halen doelstellingen	Nee, wel belangrijk
Broedgebied	Toename areaal	Lagere natuurbeheerskosten	Ja
Foerageergebied	Afname areaal	Hogere natuurbeheerskosten	Nee
Rustgebied	Afname areaal	Hogere natuurbeheerskosten; lagere natuurbeheerskosten;	Nee
	Toename areaal	gemiste verlaging natuurbeheerskosten	Nee
	Toename verstoring		Nee
Culturele diensten			
Recreatie	Snellere verzanding (uitspoelen vooroever)	Afname standplaatsfunctie	nee
	Verlies van areaal visserij en biomassa	Afname sportvismogelijkheden; inkomstenverlies recreatiesector	Mogelijk lokaal belangrijk
Landschapsbeleving	Verandering landschapstype	Lagere of hogere optiewaarde; meer of minder recreanten met langere of kortere verblijfsduur	Mogelijk, onduidelijk

4.6.1.1 Productiediensten

Effecten op visserij (vis en schelpdieren) en biomassa (zee-aas)

In de ecosysteemdienstenvariant treedt door aanleg van de vooroever een beperkt maar permanent areaalverlies op van 20 ha. De vooroever zal niet of nauwelijks (alleen bij springvloed of extreem hoog water) onder water komen te staan wat dus gevolgen heeft op het voorkomen van vissen, schelpdieren, zeepieten en zaggers. Aanleg van de vooroever leidt tot afname van het areaal waar visserij plaatsvindt en waar zee-aas wordt gestoken (Figuur 13 en Figuur 14). Verplaatsing van deze activiteiten naar andere locaties is vooral voor het steken van zee-aas slechts beperkt mogelijk omdat die dan naar diepere delen verplaatst moet worden. Die locaties zijn moeilijker en gedurende een kortere tijd bereikbaar zijn (gebied ligt verder van de dijk en valt korter droog).

De beroepsmatige visserij (zie Tabel 14 onder Effecten op visserij) verliest areaal, vooral voor de standwant-visserij en voor het rapen van schelpdieren. Daarnaast verliest de recreatieve visserij areaal voor het steken van zee-aas en voor sportvissen. Hoewel Schiermonnikoog aan vrijwel alle kanten omgeven is door grote gebieden met droogvallende platen die ruimte bieden voor deze activiteiten, is het gebied ten zuiden van de Waddendijk vanaf deze dijk het best ontsloten en toegankelijk. Als er een vooroever tussen de dijk en de platen komt te liggen, zal het gebruik van de

droogvallende platen door sportvissers en aasstekers op die locatie sterk kunnen afnemen. Dit zal zeker het geval zijn als de beoogde vooroever afgesloten wordt voor recreatie in verband met rust voor broedende en/of overtuigende vogels.

4.6.1.2 Regulerende diensten

Effecten op overstromingsbescherming

Niet alleen de abiotische omstandigheden (de fysieke vorm van het gebied), maar ook de biotische omstandigheden spelen een rol bij overstromingsbescherming. Mariene flora en fauna kunnen waardevol zijn voor de bescherming van kustgebieden (Beaumont, Austen *et al.*, 2007). Uit de verkenning van de baggerstortopties voor Schiermonnikoog blijkt dat een vooroever op de beoogde plek niet zondermeer positief bijdraagt aan de veiligheid (DLG, 2012). Er zal in beperkte mate verstuiwing van zand van de vooroever naar de dijk plaatsvinden. Dit kan aantasting van de grasmat en verzwakking van de dijk veroorzaken. De dijk kan ook last krijgen van het vloedmerk van de kwelder. Dit kan mogelijk leiden tot extra onderhoud en beheer van de waddendijk (DLG, 2012).

Effecten op bodemvruchtbaarheid

De kwaliteit van de bagger uit de jachthaven en haar toegang is gelijk aan die van het omliggende gebied (ARCADIS, 2009a). Uit een vergelijking van de bodems van natuurlijke en door de mens gecreëerde intergetijdengebieden blijkt echter dat het organisch gehalte en nutriëntenconcentratie in natuurlijke intergetijdengebieden vaak enkele malen hoger zijn (Van Oevelen *et al.*, 2000). De bodemsamenstelling van een kunstmatig drooggelegd gebied verandert waarschijnlijk door oxidatie van organisch materiaal. Op basis van deze informatie mag verwacht worden dat de bodemvruchtbaarheid van de aan te leggen vooroever lager zal zijn dan die van de huidige aanwezige droogvallende slik- en zandplaten. Voor het gehele studiegebied betreft het naar verwachting een marginaal effect.

Effecten op klimaatregulatie

Mariene organismen spelen een rol in klimaatregulatie door het reguleren van koolstoffluxen. De organismen leggen CO₂ vast in hun weefsel en maken koolstof opslag in het sediment mogelijk (Beaumont, Austen *et al.*, 2007). Op basis van de huidige beschikbare informatie en gezien het geringe oppervlak (max. 20 ha) kan geen onderscheid gemaakt worden tussen de waarde van deze dienst in het gehele studiegebied voor de verschillende varianten.

Effecten op transport over water

Bij aanleg van de beoogde vooroever kan, door afname van de hoeveelheid water dat elk tij via een kleine geul (de Siegewal) van en naar de jachthaven stroomt, de stroomsnelheid in de geul afnemen waardoor deze sneller dichtslibt. Dit proces kan bovendien versterkt worden door slib afkomstig van de aan te leggen vooroever (DLG, 2012). Dichtslibbing van de Siegewal leidt tot een verminderde bereikbaarheid van de jachthaven. Om de Siegewal goed bevaarbaar te houden zou mogelijk ook deze geul (frequenter) gebaggerd moeten worden. De morfologische effecten van een vooroever op de vaargeul van de veerboot zijn onbekend, maar worden als marginaal geschat (DLG, 2012).

4.6.1.3 Habitatdiensten

Effecten op habitatfuncties

Effecten op areaal beschermd habitat - Aanleg van de vooroever gaat ten koste van de oppervlakte van het huidige aanwezige (en beschermde!) habitattype van slik- en zandplaten (type H1140; Figuur 15). Voor dit habitattype geldt een behoudsdoelstelling voor de omvang en een verbeterdoelstelling voor de kwaliteit ervan op basis van het Aanwijzingsbesluit (uit 2008) van de Waddenzee als Natura 2000-gebied. Het is de vraag of het areaalverlies zodanig is dat er sprake is van een 'significant gevolg' voor het behalen van de doelstelling en er daarom geen Natuurbeschermingswetvergunning voor de aanleg van een vooroever kan worden afgegeven. Het is niet zeker dat de fysieke omstandigheden op de locatie dusdanig zijn dat zich vegetatie kan ontwikkelen en dat er geen uitspoeling plaatsvindt. Door de verandering van de bodemsamenstelling van een kunstmatig drooggelegd gebied (zie paragraaf 4.7.2 Bodemvruchtbaarheid) is het onzeker dat de vegetatie zich ontwikkelt tot het gewenste habitattype van buitendijkse schorren (H1330A), waarvoor doelstellingen

(behoud omvang en verbetering kwaliteit) zijn opgenomen in het Aanwijzingsbesluit voor de Waddenzee. De verwachting is dat de overige beschermde habitattypen die voorkomen in het studiegebied, de habitattypen H1310 (zilte pionierbegroeiingen), H1320 (slijkgrasvelden) en H1330 (schorren en zilte graslanden) (Figuur 15), niet in omvang veranderen als gevolg van de maatregelen in de verschillende varianten.

Effecten op kwaliteit beschermd habitat - Zowel de baggerwerkzaamheden als de beoogde aanleg van de vooroever, leiden bovendien tijdelijk tot plaatselijke vertroebeling van het water (die overigens nu ook al jaarlijks optreedt wanneer er gebaggerd wordt in de periode maart-april), minder getijdewaterdynamiek en versnelde dichtslibbing. Door deze effecten van de baggerwerkzaamheden en aanleg van de vooroever zelf kunnen bepaalde soorten van habitatype H1140A in het gebied waar deze effecten optreden schade ondervinden en kan ook de gewenste zeegrasonwikkeling op de nabijgelegen experimentele locatie negatief beïnvloed worden. Er wordt geen meetbaar effect op de kwaliteit van de andere beschermde habitattypen in het gebied verwacht.

Effecten op habitatfunctie broedgebied - Een kale of weinig begroeide vooroever van een wezenlijke omvang vormt potentieel een broedgebied voor verschillende vogelsoorten, zogenaamde 'kale grond broeders', waaronder kluut, noordse stern, bontbekplevier en visdief. Deze soorten zijn belangrijk in het kader van Natura 2000 (ARCADIS, 2009a). In Natura 2000-gebieden heeft de aanleg van kale (schier)eilanden of vooroevers meestal direct een positief effect op de instandhoudingsdoelen voor broedvogels als sterns, kluten, meeuwen en plevieren (RWS WD, 2008). In het IJsselmeergebied werden vrijwel alle opgespoten eilanden in de beginjaren gekoloniseerd door deze kale grond broeders. Daarbij is er onderscheid tussen de effecten van de eerste en tweede optie van de ecosysteemdienstenvariant op vogels door de manier waarop de vooroever wordt aangelegd. De optie, waarbij gebruik wordt gemaakt van een persleiding om de bagger te verspreiden, zal nauwelijks verstoring van vogels veroorzaken. De optie met het verspreiden van de bagger met vrachtauto's zal wel verstoring veroorzaken. Verspreiding van de bagger dient dan bij voorkeur buiten het broedseizoen plaats te vinden.

Effecten op habitatfunctie foerageergebied - Bij aanleg van een vooroever gaat door verlies van de slik- en onderlopende zandplaten de foerageefunctie daarvan voor wadvogels, eenden en vissen verloren ter plekke van de vooroever. Het is de vraag of de beoogde vooroever enige functie als foerageergebied zal kunnen vervullen, bijvoorbeeld voor grasetende soorten vogels (ganzen, enkele eenden soorten). Zo ja, dan zal deze, naar schatting, marginaal zijn ten opzichte van de omringende kweldergebieden in het studiegebied en elders op Schiermonnikoog.

Effecten op habitatfunctie rustgebied - Op de locatie van de beoogde vooroever gaat de functie van de slik- en zandplaten als rustgebied voor steltlopers, ganzen en eenden) verloren. Een vrijwel permanent droogstaande vooroever biedt echter een permanente rustplaats en hoogwatervluchtplaats (HVP; vooral voor steltlopers als scholekster en wulp, en voor rot- en brandganzen). Tijdens het uitrijden van de bagger gedurende de aanleg in de tweede variant treedt er wel verstoring op. Alleen op water rustende vogels kunnen er na ontstaan van de vooroever niet meer terecht.

4.6.1.4 Culturele diensten

Effecten op esthetische, inspirerende, spirituele en recreatieve informatie

Als de vooroever door vogels als broedgebied wordt benut, kan dit een toename van de factor 'beleving' voor vogelliefhebbers veroorzaken tijdens het broedseizoen (DLG, 2012). Door de vooroever foerageren en overtijden vogels niet langer nabij de dijk. Hierdoor neemt een ander aspect van de factor 'beleving' voor vogelliefhebbers af; men kan niet langer gedurende laag water foeragerende vogels van nabij observeren.

Verder verandert door de beoogde vooroever op deze locatie de huidige, onnatuurlijke harde overgang tussen water en dijk in een meer natuurlijke overgang (een oeverzone met geleidelijke nat-droog gradiënten) tussen het eiland en de Waddenzee. Hierbij verdwijnt het directe uitzicht op droogvallende platen (het 'typische Waddenlandschap') en open water. Bij recreanten is er geen eenduidige voorkeur voor zicht op open water, droogvallende platen of een natuurlijk verlopende kust inclusief uitzicht op vooroevers of kwelder. Kwelders zijn echter algemeen op Schiermonnikoog (zie Figuur 18), terwijl het

directe zicht op platen en open water aan de Waddenzijde vrijwel alleen mogelijk is op de beoogde locatie van de vooroever. In de eerste optie, zal tijdens de aanleg het uitrijden van de bagger tot verstoring leiden, terwijl in de tweede optie verstoring minimaal is doordat bagger wordt opgebracht via een persleiding. Het is onduidelijk of de verschillende aspecten van 'beleving' (foeragerende vogels gedurende het hele jaar of broedende vogels tijdens het voortplantingsseizoen, en scherpe overgang van dijk naar droogvallende slibplaten of een oeverzone met geleidelijke nat-droog gradiënten) zullen leiden tot een verandering in beleving van het landschap en daardoor tot meer of minder recreanten op het eiland.

Varen en jachthaven. Door het mogelijk sneller dichtslibben van de Siegewal (zie par. 4.7.2 bij Effecten op transport) kan de toegankelijkheid en daarmee de capaciteit van de jachthaven verminderen. Met als gevolg minder toeristen in de haven.

4.6.2 Waardering van veranderingen in het aanbod van ecosystemendiensten

4.6.2.1 Opmerkingen vooraf

Voor de ontwikkelingsvarianten zijn de resultaten van de waardering van de relevante ecosystemendiensten (Tabel 14) weergegeven in Tabel 15. Bij het kwantificeren is uitgegaan van informatie beschikbaar in de vorm van GIS-kaarten en onderliggende informatie verzameld in het kader van de Nadere Effectanalyse (Jongbloed *et al.*, 2011). Deze gegevens betreffen het aantal uren dat een ecosystemedienst wordt benut voor productiediensten, en het volume of ruimtebeslag van andere diensten (bijvoorbeeld ha broedhabitat). Voor het moneteriseren van diensten waarvan informatie voorhanden is over de tijdsduur dat een dienst wordt benut, is de eenheid uren omgerekend in euro's op basis van de waarde van de verkregen producten (bijvoorbeeld de marktwaarde van een kg schelpdieren). Daarnaast is informatie verzameld over de indicatieve kosten van bepaalde typen diensten uit verschillende rapporten, onder andere kentallen voor en beheerskosten van natuur (Witteveen en Bos, 2006). In de volgende paragrafen van dit hoofdstuk wordt per ecosystemedienst de beschikbare informatie, de gebruikte indicatoren en de berekening van de waardering toegelicht. De in deze studie gehanteerde berekeningen zijn ruwe schattingen. De berekende waarden dienen daarom als indicatief te worden gezien.

4.6.2.2 Productiediensten

Visserij

Rapen schelpdieren - De duur van het rapen van schelpdieren (mosselen, oesters en kokkels) bedraagt voor het gehele studiegebied circa 1308 uur per jaar voor de drie soorten samen. In het GIS-blok waar de beoogde vooroever is gepland is de duur 449 uur per jaar. De vooroever overlapt met circa 5% van het natte deel van dit GIS-blok (zie Figuur 14). Hieruit kan geschat worden dat de duur waarover schelpdieren worden geraapt in het gebied van de geplande vooroever 22,5 uur per jaar is ($449 \text{ uur per jaar} \times 0,05$). Het is niet bekend hoeveel schelpdieren er per uur worden geraapt. Daarom gaan we ervan uit dat de maximale wettelijk toegestane hoeveelheid van 10 kg per persoon per dag wordt verzameld. We nemen aan dat er 40 weken van 5 dagen = 200 dagen per jaar door twee personen schelpdieren worden geraapt. Dat komt voor het gehele studiegebied neer op 1308 uur (2×200) dagen = 3,27 uur per dag, waarin de maximale 10 kg wordt geraapt. Dat is 10 kg per 3,27 uur = 3,06 kg schelpdieren per uur en in vleesgewicht (15%) is dit 0,46 kg per uur. Uitgaande van een gemiddelde prijs van kokkelvlees van €2,50 per kg (Van Wijk *et al.*, 2003) vertegenwoordigt dat een waarde van €1,15 per uur en voor het hele studiegebied een waarde van €1504 per jaar. Op de locatie van de beoogde vooroever treedt dan per jaar een verlies aan schelpdier oogst op van 22,5 uur \times €1,15 per uur = €25.

Fuikenvisserij - Er wordt met fuiken in de Waddenzee vooral op aal ('paling') en wolhandkrab gevestigd. In het studiegebied wordt 149 uur jaar met fuiken gevestigd. In het GIS-blok waar de beoogde vooroever is gepland is de duur van fuikenvisserij 78,3 uur per jaar. De vooroever heeft een oppervlak van circa 18,4% van het natte deel van dit GIS-blok (Figuur 13). Zodat het totaal aantal uur fuikenvisserij in alleen het gebied van de beoogde vooroever wordt geschat op 14,4 uur per jaar ($78,3 \text{ uur per jaar} \times 0,184$). Er wordt in de gehele Waddenzee circa 8 ton per jaar aal en 15 ton per jaar wolhandkrab gevangen met vaste vistuigen (Nederlandse Vissersbond, 2008). Deze vangsten worden gerealiseerd

met een inspanning van 4500 uur per jaar fuikenvisserij in de gehele Waddenzee (De Vries *et al.*, 2011). Op grond van deze gegevens wordt er dus gemiddeld 1,7 kg per uur aan aal en 3,3 kg per uur aan wolhandkrab gevangen. Uitgaande van een prijs van €15 per kg voor aal en € 10 per kg voor wolhandkrab en levert dit een waarde van €17 per uur voor aal en €33 per uur voor wolhandkrab op, samen leidend tot een opbrengst van €40 per uur fuikenvisserij. Voor het hele studiegebied vertegenwoordigt de fuikenvisserij een waarde van €5960 per jaar. Op basis van deze inschatting treedt op de locatie van de beoogde vooroever per jaar een verlies aan oogst op van $14,4 \text{ uur} \times €40 \text{ per uur} = €576$.

Biomassa (zee-aas) - De intensiteit van deze activiteit in het studiegebied is 2510 uur per jaar. In het GIS-blok waar de beoogde vooroever is gepland is de duur 873 uur per jaar. De vooroever overlapt met circa 5% van het natte deel van dit GIS-blok (zie Figuur 14). Het totaal aantal uur steken naar zee-aas in alleen het gebied van de beoogde vooroever wordt geschat op 43,7 uur per jaar ($873 \text{ uur per jaar} \times 0,05$). Het is niet bekend hoeveel zee-aas er per uur wordt gestoken. Tijdens laagwater kan zo een 6 kg zee-aas worden gewonnen (Smit, De Vos *et al.*, 2004). Aangenomen is dat zee-aas in het gebied door twee personen wordt gestoken gedurende 40 weken van vijf dagen per week. De gemiddelde intensiteit in het studiegebied is dan $2510 \text{ uur per } 400 \text{ dagen} = 6,28 \text{ uur per dag}$ (tijdens laagwater) waarin een hoeveelheid van 6 kg zee-aas wordt gewonnen. Uitgaande van een opbrengst van €22,- per kg zee-aas (verkoopwaarde) vertegenwoordigt dat een waarde van €23 per uur en voor het hele studiegebied een waarde van deze biomassa van €57.730 per jaar. Op basis van deze inschatting treedt op de locatie van de beoogde vooroever per jaar een verlies aan oogst op van $43,7 \text{ uur} \times €23 \text{ per uur} = €1005$.

Transport - De hoeveelheid bagger die jaarlijks uit de jachthaven wordt verwijderd is gemiddeld circa 10.000 m³. Deze hoeveelheid bagger wordt in de planvariant uit de haven verwijderd door aan te sluiten bij de natuurlijke processen in het gebied, het zogenaamde 'lozen op stroom'. Hierbij wordt het baggeren van de haven en haar toegang uitgevoerd binnen het programma van RWS. De kosten voor baggeren, transport en lozen op stroom bedragen maximaal €5 per m³ (DLG, 2012). In totaal dus €5 per m³ bagger $\times 10.000 \text{ m}^3 = €50.000$. Deze vorm van baggeren en transport van bagger uit de jachthaven is uit kostenoverweging een aantrekkelijke optie zijn. De kosten voor het uitbaggeren van de haven en haar toegang en het storten van de bagger in het depot komt in de ecosysteemdienstenvariant optie 1 op €70.000 per jaar (DLG, 2012). Hiervan is een deel voor de baggerwerkzaamheden en een deel voor het transport naar het depot. Daarnaast zijn er jaarlijks transportkosten van de bagger naar de beoogde vooroever. Deze bedragen in de transportvariant voor het transport van de bagger uit het depot via as naar de beoogde vooroever en verwerking van de bagger ter plekke bedragen de geraamde kosten €120.000 (DLG, 2012), en via een persleiding door opspuiten van de bagger €87.500 tot € 137.500 (DLG, 2012). Bij aanleg van een vooroever is stabilisatie van de bagger nodig bij aanbrengen. Dit kan met het aanbrengen van rijshout. De geraamde kosten voor aanleg en onderhoud van de rijswerken worden geraamd op €12.500 per jaar (DLG, 2012). De totale kosten, gemoeid met de baggerwerken en het transport voor aanleg van de vooroever bedragen dus voor de planvariant €50.000 per jaar, en voor de ecosysteemdienstenvariant optie 1 (transport per as) €202.500 en voor optie 2 (transport via persleiding) €100.000. De onderzochte planvariant waarbij gebruik wordt gemaakt van bestaande programma's en activiteiten van RWS (geraamde kosten circa €50.000) kan tegen lagere kosten gerealiseerd worden dan de ecosysteemdienstenvariant. Echter, bij de ecosysteemdienstenvariant wordt een vooroever verkregen, bij de planvariant niet.

4.6.2.3 Regulerende diensten

De totale jaarlijkse kosten voor het beheer en onderhoud van de primaire waterkeringen op Schiermonnikoog bedragen €140.000,- voor een totaal van 14,5 km primaire waterkering (Wetterskip Fryslân, 2008), dat is circa €10.000,- per km. De lengte van de waddendijk in het studiegebied is 5,1 km. De lengte van de waddendijk ter hoogte van de beoogde vooroever is 1,9 km. De geschatte jaarlijkse kosten aan onderhoud en beheer van de gehele waddendijk van Schiermonnikoog (die geheel in het studiegebied valt) is circa €51.000 ($5,1 \times 10.000$). In een worst-case scenario, waarbij de dijk onherstelbaar zou worden aangetast en vernieuwd zou moeten worden, zijn de kosten € 64.000.000,-. We nemen aan dat de eventuele extra kosten voor onderhoud en beheer van de waddendijk ten gevolge van effecten van de aanleg van een vooroever 10% van de jaarlijkse kosten bedragen, d.w.z. €1900 per jaar ($1,9 \times 10.000 \times 0,10$).

4.6.2.4 Habitatdiensten

Habitat (beschermd), incl. foerageerfunctie voor vogels en vissen

Het beschermde habitattype H1140A (slik- en zandplaten) wordt beïnvloed door aanleg van een vooroever. De huidige oppervlakte van dit habitattype in het studiegebied is 1199 ha (zie Figuur 15). De waarde van habitattypes is niet eenvoudig in geld uit te drukken. Voor waardering van habitattypes zou gekozen kunnen worden voor een indirecte waardering op basis van algemene beheerkosten voor natuurgebieden. Deze kosten worden wel van toepassing geacht op kwelder (-achtige) gebieden, maar niet op 'mariene wateren' (De Jong *et al.*, 2007). Deze kosten van het habitattype zijn daarom nihil verondersteld. Er kunnen wel kosten bepaald worden voor specifieke habitatfuncties van het habitattype (zie onder).

Broedgebied

De oppervlakte van kwelders in studiegebied is globaal 416 ha (gebaseerd op alle type 'kwelders', H13xx; zie Figuur 15). Daarvan is circa de helft in principe geschikt broedgebied voor steltlopers en sterns. Broedende steltlopers (kluut en strandplevier) zijn aangetroffen in het studiegebied, maar geen sterns (het gebied is nu ongeschikt). Er is gekozen voor een indirecte waardering van broedgebied op basis van algemene beheerkosten voor natuurgebieden. In een studie naar de beheerkosten van Natura 2000-gebieden werden voor kwelder(-achtige) gebieden de kosten van regulier beheer geschat op gemiddeld €118 per ha, terwijl de kosten voor herstelbeheer geschat werden op circa €1.100 per ha (De Jong *et al.*, 2007). Uitgaande van de reguliere beheerkosten vertegenwoordigt de 208 ha broedgebied in het studiegebied een totale waarde van €24.544. Voor de drie beschermde soorten steltlopers en drie van de vier beschermde soorten sterns wordt het gestelde doel voor de Waddenzee wat betreft het aantal broedparen niet gehaald vanwege onvoldoende of onvoldoende geschikt broedgebied. In het concept Natura 2000-Beheerplan Waddenzee (Waterdienst, 2012) is een lijst van maatregelen gedefinieerd waarvan enkele gericht zijn op het verbeteren van broedgebieden van steltlopers en sterns. De kostenindicatie voor die maatregelen is daarbij echter nog niet beschikbaar. Aanleg van een vooroever die functioneert als broedgebied voor beschermde soorten met een onvoldoende realisatie van de instandhoudingsdoelstelling, kan onder die voorwaarden leiden tot een vermindering van de te maken kosten voor herstelbeheer. Bij een uiteindelijke oppervlakte van de beoogde vooroever van 20 ha, en de geschatte kosten voor herstelbeheer van €1.100 per ha, bedragen de bespaarde kosten €22.000 per jaar. Dit bedrag is weliswaar hoger dan de door DLG (2012) geschatte jaarlijkse kosten voor de aanleg van 'kwelderwerken' (€12.500), maar die kosten dekken alleen de werken die nodig zijn voor de aanleg van de vooroever, niet de kosten voor herstelbeheer als broedgebied.

4.6.2.5 Culturele diensten

De (recreatieve) visserij is meegenomen onder productiediensten. Voor de overige aspecten van recreatie en landschapsbeleving zijn veranderingen waarschijnlijk niet meetbaar en worden ook niet verwacht.

4.7 Vergelijking van de ontwikkelingsvarianten

In Tabel 12 is een overzicht van de waardering van de ecosysteemdiensten voor het gehele studiegebied gegeven. In de kolom onder de planvariant staan de baten van de ecosysteemdiensten en de kosten van de maatregelen vermeld. In de kolommen onder de twee opties binnen de ecosysteemdienstenvariant staat de *verandering* in waardering ten opzichte van de planvariant weergegeven.

Uit Tabel 15 blijkt dat het aanleggen van een vooroever (Ecosysteemdienstenvariant opties 1 en 2) de waarde van productie- en regulerende diensten in beperkte mate verlagen en de waarde van habitatdiensten sterk verhogen (verdubbelen). Vooral de kosten van baggeren, transport en verwerking van de bagger is van grote invloed op het saldo. De kosten van de twee varianten voor de vooroever (optie 1 en 2) zijn beide hoger ten opzichte van de planvariant. De kosten van optie 1 (transport per vrachtauto/tractor) zijn hierbij ruim €100.000, hoger dan de kosten van optie 2 (transport via persleiding). Uit de analyse blijkt dat 'lozen op stroom' vooral vanwege de lage kosten van het baggeren (wordt uitgevoerd binnen het programma van RWS) en transport van de bagger de

voordeligste optie is voor het openhouden van de Jachthaven. Maar dan gaat het om het baggeren sec. In de ecosysteemdienstenvariant worden de meerkosten veroorzaakt door aanleg van de vooroever. Dat kost dus per jaar voor de opties 1 en 2 respectievelijk circa 31,5 tot 134 duizend euro meer. Hierbij moet opgemerkt worden dat laatstgenoemde kosten hoger kunnen uitvallen omdat er in Tabel 15 vanuit is gegaan dat aanleg van een vooroever voor de habitatdienst broedgebied voor beschermde soorten een waardestijging van €22.000 oplevert. Of een vooroever op de beoogde locatie (nabij de dijk) ook daadwerkelijk geschikt broedhabitat voor de onder Natura 2000 beschermde soorten oplevert zal uit nader onderzoek moeten blijken.

De waarden voor de verschillende ecosysteemdiensten verschillen sterk in hun mate van onzekerheid. De meest zekere berekende waarden zijn die van de regulerende dienst overstromingsbescherming. De waarden van productiediensten visserij en biomassa en de habitatdiensten zijn minder zeker vanwege het ontbreken van basisgegevens over de hoeveelheid gewonnen producten. De waarden van de culturele diensten recreatie en landschapsbeleving zijn niet bepaald vanwege het volledig ontbreken van basisgegevens. Aangezien recreatie en toerisme de belangrijkste bron van inkomsten is voor het eiland is het van belang meer inzicht te krijgen in de waarde van deze diensten en de veranderingen daarin als gevolg van de beoogde vooroever.

Tabel 15

Baten (per jaar) voor de planvariant (1) en de ecosysteemdienstenvarianten (2a en 2b) voor het studiegebied Jachthaven Schiermonnikoog. De baten voor de ecosysteemdienstenvariant zijn weergegeven ten opzicht van de planvariant.

	Planvariant 'Lozen op stroom' (1)		Ecosysteemdiensten- variant; aanleg vooroever via transport per as (2a)		Ecosysteemdiensten- variant aanleg vooroever via persleiding (2b)	
	Uur	€	Uur	€	Uur	€
<i>Productiediensten</i>						
Visserij						
Rapen schelpdieren	1308	1.502	- 22,5	- 25	- 22,5	- 25
Fuikvisserij	149	5.960	- 14,4	- 576	- 14,4	- 576
Biomassa (zee-aas)	2510	57.730	- 43,7	- 1005	- 43,7	- 1005
	m ³	€	m ³	€	m ³	€
<i>Transport</i>						
Baggeren	10.000	incl.	=	-20.000	=	-20.000
Transport en lozen/ verwerken	10.000	- 50.000	=	-120.000	=	-17.500
						tot -67.500
Kwelderwerken	n.v.t.	0	4 km	-12.500	4 km	-12.500
<i>Regulerende diensten</i>	km	€	km	€	km	€
Overstromingsbescherming (dijk)	5,1	- 51.000	1,9	- 1.900	1,9	- 1.900
Habitatdiensten	ha	€	ha	€	ha	€
<i>Habitatfuncties</i>						
Habitat (H1140A), foerageren	*1.199	0	- 20	0	- 20	0
Broedgebied	208	24.544	+20	+22.000	+20	+22.000
Foerageergebied	* idem	0	- 20	0	- 20	0
Rustgebied	* idem	0	+/- 10	0	+/- 10	0
<i>Culturele diensten</i>	uur	€	uur	€	uur	€
Recreatie	niet bepaald		niet bepaald		niet bepaald	
Landschapsbeleving	niet bepaald		niet bepaald		niet bepaald	
Saldo (€)		- 11.264		- 145,270		- 42.770 tot -92.770
Meerkosten (€) ecosysteemdienstenvariant t.o.v. planvariant				+ 134.006		+ 31.506 tot +81.506

4.8 Conclusie casus

1. Voor het openhouden van de jachthaven Schiermonnikoog bestaan twee varianten: (1) Lozen van de bagger uit de jachthaven op stroom en (2) aanleg van een vooroever met de bagger uit de jachthaven. Bij variant 2 zijn twee subvarianten te onderscheiden: (2a) waarbij de bagger eerst in depot wordt opgeslagen en vervolgens per tractor of vrachtauto wordt verspreid over het wad, of (2b) waarbij de bagger direct via een persleiding op het wad wordt opgebracht.
2. Belangrijke bestaande ecosysteemdiensten zijn de productiedienst vis (voornamelijk schelpdieren, vis en zee-aas), de habitatdienst foerageergebied voor vogels (onder andere kanoet, scholekster, wulp, bontbekplevier en eenden), en natuur en landschapsbeleving (vogels kijken en uitzicht over de Waddenzee) en recreatie (onder andere pleziervaart, wadlopen, hengelsport). Bij de variant 'Lozen op stroom' treden naar verwachting geen of weinig effecten van het baggeren op bestaande ecosysteemdiensten op. Bij de variant met aanleg van een vooroever (variant 2a en 2b) gaan ter plekke van de beoogde vooroever vrijwel alle productiediensten verloren en veranderen de habitatdiensten (van foerageergebied naar potentieel broedgebied voor onder andere steltlopers en sterns). Ook de ecosysteemdiensten natuur- en landschapsbeleving en recreatie zullen veranderen. Vanwege gebrek aan gegevens zijn deze laatste diensten niet verder onderzocht. Voor de landschapsbeleving wordt niet verwacht dat deze veranderingen leiden tot een grote verandering in waardering van het gebied en het daaraan gekoppeld recreatief gebruik.
3. De variant met het hoogste saldo (minst negatief: circa -€11.300 per jaar) lijkt voornamelijk de planvariant 'Lozen op stroom'. De baggerkosten in deze variant zijn afhankelijk of kan worden meegelift met reguliere baggeractiviteiten van Rijkswaterstaat. Het besluit daarover moet nog genomen worden. Momenteel wordt verkend of deze variant binnen de Natura 2000-regelgeving mogelijk is (De minister van Infrastructuur en Milieu, 2013). Baten uit ecosysteemdiensten in de planvariant worden vooral verkregen uit opbrengsten van vis, schelpdieren en zee-aas (circa €65.000 per jaar) en habitatfuncties voor vogels. De kosten van deze variant zitten vooral in de baggerwerkzaamheden (circa €50.000 per jaar).
4. De variant 'aanleggen van een vooroever' heeft, zoals nu doorgerekend, een aanzienlijk minder gunstig saldo ten opzichte van de planvariant 'Lozen op stroom'. Een ruwe schatting van de kosten laat zien dat, in vergelijking tot de planvariant, de maatschappelijke welvaartseffecten voor de ecosysteemdienstenvarianten slechter uitpakken. Op jaarbasis zijn deze tussen de €31.000 en €134.000 lager dan voor de planvariant. Dit wordt voornamelijk bepaald door de hogere uitvoeringskosten. Het is echter onduidelijk hoe deze ecosysteemdienstenvarianten uitpakken voor de recreatieve baten en landschapsbeleving. Wel zijn voor deze variant de baten van de habitatfunctie broedgebied circa €22.000 hoger dan voor de variant 'Lozen op stroom'. De beoogde vogelsoorten (onder andere kluut, noordse stern, visdief, bontbekplevier) moeten er dan wel daadwerkelijk gaan broeden.
5. Het schaalniveau van het studiegebied speelt een rol bij hoe de kosten beschouwd kunnen worden. Aanleg van de vooroever brengt lokaal forse kosten met zich mee, terwijl mogelijke opbrengsten (broedgebied) ten goede komen aan de gehele Waddenzee in de vorm van verminderde kosten van beheer elders in het Natura 2000-gebied. Het beoogde habitat moet zich dan wel ontwikkelen en de vogels moeten er ook daadwerkelijk gaan broeden. De geschatte uitvoeringskosten voor het creëren van broedgebied door aanleggen van de vooroever met baggerslib zijn fors hoger dan voor het 'Lozen op stroom'. Het saldo van de uitvoeringsvarianten is binnen de grenzen van het studiegebied negatief, omdat de kosten lokaal worden gemaakt. Het vinden van mogelijke oplossingen binnen het plangebied (directe omgeving haven Schiermonnikoog) kent zijn beperkingen, vanwege de geldende Natura 2000-regelgeving, maar zeker ook vanwege de schaal van het plangebied. Een opschaling van het plangebied tot de hele Waddenzee kan het vinden van oplossingsrichtingen mogelijk verruimen. Bijvoorbeeld door uitruil met inrichtingsplannen die elders in het Natura 2000-gebied gemaakt moeten worden. Of hier werkelijk kansen liggen moet uit nader onderzoek blijken.

Vanuit investeringsoogpunt lijkt de variant 'Lozen op stroom' het meest gunstig in het geval de jachthaven gebaggerd blijft worden en daarmee toegankelijk blijft voor pleziervaart. Omdat verwacht wordt dat deze variant weinig of geen effecten zal hebben op bestaande ecosysteemdiensten, wordt ook geen verandering verwacht in waarden van het gebied voor natuurliefhebbers en (recreatieve) vissers. In het geval van aanleg van een vooroever zullen wel veranderingen optreden. Met name de (recreatieve) vissers die vis, zee-aas en schelpdieren vangen in het gebied waar de vooroever wordt aangelegd verliezen de gebruiksmogelijkheden van het gebied. Daar tegenover staat dat natuurliefhebbers kunnen genieten van een vooroever waar mogelijk beschermde vogelsoorten (kluut, noordse stern, visdief, bontbekplevier) gaan broeden. In beide varianten profiteren ook de bezoekers van de jachthaven, die kan openblijven door het jaarlijks baggeren, en de ondernemers die diensten en goederen leveren aan de jachthaven of haar bezoekers.

5 Versterken groen-blauwe karakter Rijk van Dommel en Aa

5.1 Samenvatting

Beleidsopgave en context

Het Rijk van Dommel en Aa ligt tussen de steden Eindhoven en Helmond en staat onder druk door verstedelijking en infrastructurele werken. Het gebied is één van de ruimtelijke onderdelen van de Brainport en één van de toptechnologie regio's van Nederland. Door de gemeenten in de regio, verenigd in het Samenwerkingsverband Regio Eindhoven (SRE), is een Intergemeentelijke Structuurvisie (ISV) opgesteld waarin plannen zijn beschreven voor ontwikkeling van het gebied. De beleidsopgave is versterking van het groen-blauwe karakter, waardoor het gebied beter gaat functioneren als uitloopgebied voor de stedelijke agglomeratie en bijdraagt aan versterking van de stad-land relaties. Tevens ligt er een waterbergingsopgave¹² in het gebied en een opgave voor uitbreiding van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS).

Werkwijze

Met de TEEB aanpak zijn twee ontwikkelingsvarianten vergeleken. (1) De bestaande planvariant uit de ISV is gericht op uitbreiding van de EHS, versterking van ecologische verbindingszones, aanleg van twee gestuurde waterbergingsgebieden en versterking van het recreatieve netwerk. (2) De ecosysteemdienstenvariant is op dezelfde doelen gericht als de planvariant, maar maakt daarbij meer gebruik van ecosysteemdiensten. Zo worden ecosystemen aangelegd voor uitbreiding van de EHS, maar ook voor het vergroenen van de woonomgeving, voor multifunctionele waterberging, voor natuurlijke plaagbestrijding en voor habitat voor wilde fauna. Daarnaast worden voor de landbouw kansen voor maatschappelijke diensten uitgewerkt. Vervolgens zijn de effecten van de maatregelen op de voorkomende ecosysteemdiensten gekwantificeerd en monetair gewaardeerd. De resultaten van de studie zijn gebaseerd op ruwe schattingen en hebben een indicatief karakter.

Resultaten

Het opbrengstniveau van de geleverde ecosysteemdiensten is, met uitzondering van voedsel, voor alle ecosysteemdiensten hoger in de ecosysteemdienstenvariant dan in de planvariant. In zowel de plan- als de ecosysteemdienstenvariant neemt de voedselproductie af door afname van het landbouwareaal. In de ecosysteemdienstenvariant neemt dit areaal het meeste af (8% t.o.v. 5% in de planvariant). Op het vrijkomend areaal worden ecosystemen aangelegd die extra ecosysteemdiensten leveren. Zo wordt in de ecosysteemdienstenvariant jaarlijks meer fijnstof ingevangen, meer koolstof en water in de bodem vastgelegd, nemen mogelijkheden voor recreatie toe, en neemt het woongenot toe omdat er meer huizen komen nabij groen. Berekening van de maatschappelijke kosten en baten laat zien dat er voor de ecosysteemdienstenvariant meer investeringskosten nodig zijn (circa 30% hoger) dan voor de planvariant, maar dat de baten substantieel hoger zijn (circa 85-100% hoger). De netto contante waarde van de ecosysteemdienstenvariant is hierdoor zo een €2 miljoen hoger dan voor de planvariant. De extra kosten voor nieuwe natuur zijn daarmee een goed renderende investering.

¹² Tijdens het uitvoeren van de studie werd duidelijk dat de waterbergingsopgave voor het studiegebied is komen te vervallen. Berekeningen waren toen al uitgevoerd. Ter illustratie is de waterbergingsopgave met ecosysteemdiensten toch meegenomen.

5.2 Inleiding en achtergrond casus

Het project Rijk van Dommel en Aa is onderdeel van de gebiedsontwikkeling Brainpoort Oost. De regio kent een grote innovatieve bedrijvigheid, onder meer door de High Tech Campus Eindhoven die tal van technische bedrijven aantrekt, alsook de Technische Universiteit Eindhoven in het centrum van de stad. Inmiddels behoort het gebied tot de Europese top van (industriële) kennis- en innovatieregio's. Midden in al deze ontwikkelingen hebben gemeenten en provincie aangegeven dat zij het van belang vinden dat de regio bereikbaar, leefbaar en economisch aantrekkelijk blijft. Deze ambities worden opgepakt door het Samenwerkingsverband Regio Eindhoven (SRE), bestaande uit 21 Brabantse gemeenten, provincie en waterschappen (<http://www.sre.nl/>).

Om de ambities van bereikbaarheid, leefbaarheid en economische aantrekkelijkheid te realiseren worden er in Brainport Oost momenteel drie projecten uitgevoerd:

- Het Rijk van Dommel en Aa: ontwikkelen van het rust- en recreatiegebied voor de Brainportregio.
- De Noord-Oost-corridor (NOC): voltooiën van de infrastructurele ruit rondom Eindhoven, concreet houdt dat in dat de N279 tussen Veghel en de A67 verbeterd worden, in combinatie met de aanleg van een nieuwe Oost-West-verbindingsweg tussen A50/A58 bij Ekkersrijt en de N279.
- MEROS: onderzoeken van de milieueffecten van nieuwe woningbouw en bedrijventerreinen rondom Helmond.

In onze casestudie richten we ons op het project Rijk van Dommel en Aa. De beleidsopgaven hiervan staan beschreven in de Intergemeentelijke Structuurvisie (ISV) Rijk van Dommel en Aa (Verhaak en Farla, 2011). In de ISV wordt opgemerkt dat het gebied waardevolle groene- en waterstructuren bezit, maar dat het gebied tegelijkertijd onder druk staat door verstedelijking. Bevolkingsprognoses voor het gebied laten voor de periode 2008-2040 een toename van het inwoneraantal zien van circa 360.000 naar circa 390.000 (circa +9%) (Provincie Noord-Brabant, 2008; Provincie Noord-Brabant, 2011). Door deze bevolkingstoename wordt verwacht dat ook de behoefte aan recreatiemogelijkheden in het gebied zal toenemen. Vanwege de bevolkingstoename wordt verwacht dat de woningvoorraad zal toenemen met 19% tot 2040 voor de grotere stadsregio Eindhoven-Helmond (Provincie Noord-Brabant, 2008). Het Rijk van Dommel en Aa wordt gezien als het uitloopgebied voor de groeiende stedelijke agglomeratie van Eindhoven en Helmond. Daarom ligt er de opgave om het groenblauwe karakter van het gebied te versterken waarmee een aantrekkelijke landschappelijke omgeving wordt geboden waarin kan worden gerecreëerd en wat de 'quality of life' van het gebied zal versterken. Deze beleidsopgaven zijn verder geconcretiseerd naar ruimtelijke een strategie voor (1) het groenblauwe netwerk, (2) het uitloopgebied en (3) de landschappelijke omgeving:

1. Ruimtelijke strategie voor beleidsopgave 'groenblauw raamwerk'
 - Realisatie van de ecologische hoofdstructuur (EHS).
 - Verbetering van de milieukwaliteit.
 - Een ecologische verbinding tussen het Groene Woud en de Strabrechtse Heide.
 - Natte ecologische zone Dommeldal en Goorloop/Aa.
 - Waterberging.
 - Recreatief en agrarisch medegebruik.
 - Combineren van ecologische en recreatieve verbindingen.
2. Ruimtelijke strategie voor beleidsopgave 'uitloopgebied' Vestiging en uitbouw van intensieve functies in het kerngebied.
 - Recreatief medegebruik in het hele plangebied.
 - Verbetering van de recreatieve bereikbaarheid (routes, verbindingen, recreatieve poorten).
3. Ruimtelijke strategie voor beleidsopgave 'landschappelijke omgeving'
 - Het agrarisch cultuurlandschap in stand houden dan wel herstellen.
 - De landbouw omvormen (onder andere verbrede landbouw).
 - Stimuleren van multifunctioneel gebruik.
 - Aanleg van ecologische en recreatieve verbindingen.
 - Inzet van instrumenten ruimte-voor-ruimte, nieuwe landgoederen.

Om deze ruimtelijke strategieën te realiseren zijn ruim 40 projecten voor het gebied beschreven. In 2011 heeft de stuurgroep Brainport Oost prioriteiten aangebracht in het uitvoeringsprogramma. In de eerste fase zullen de volgende prioriteiten aangepakt worden:

- Realisatie van de begrensde EHS en ontwikkeling en herstel van de beekdalsystemen.
- Bevorderen van de recreatieve kwaliteiten van het gebied, in dit verband;
 - Voltooien van de recreatieve routesystemen in het gebied;
 - Bevorderen van de toervaart in de regio.
- Het verkennen van het economisch perspectief voor de agrarische sector en de recreatiesector.
- Voorbereiding van de uitvoering van de afwaardering van de A270 en N614 en N615, inclusief bepaling van de financiële consequenties daarvan. De uitvoering daarvan dient direct na realisatie van Oost-West-verbinding te gebeuren. Deze wegen lopen door (A270) en aan de rand van het gebied (N614 en N615).
- Opstellen van een landschapsplan en -programma van Brainport-Oost. Hiervoor is inmiddels het rapport Regionaal landschapspark Rijk van Dommel en Aa opgesteld (Vista, 2012) dat suggesties geeft voor de verdere ontwikkeling van de landschappelijke kwaliteit.

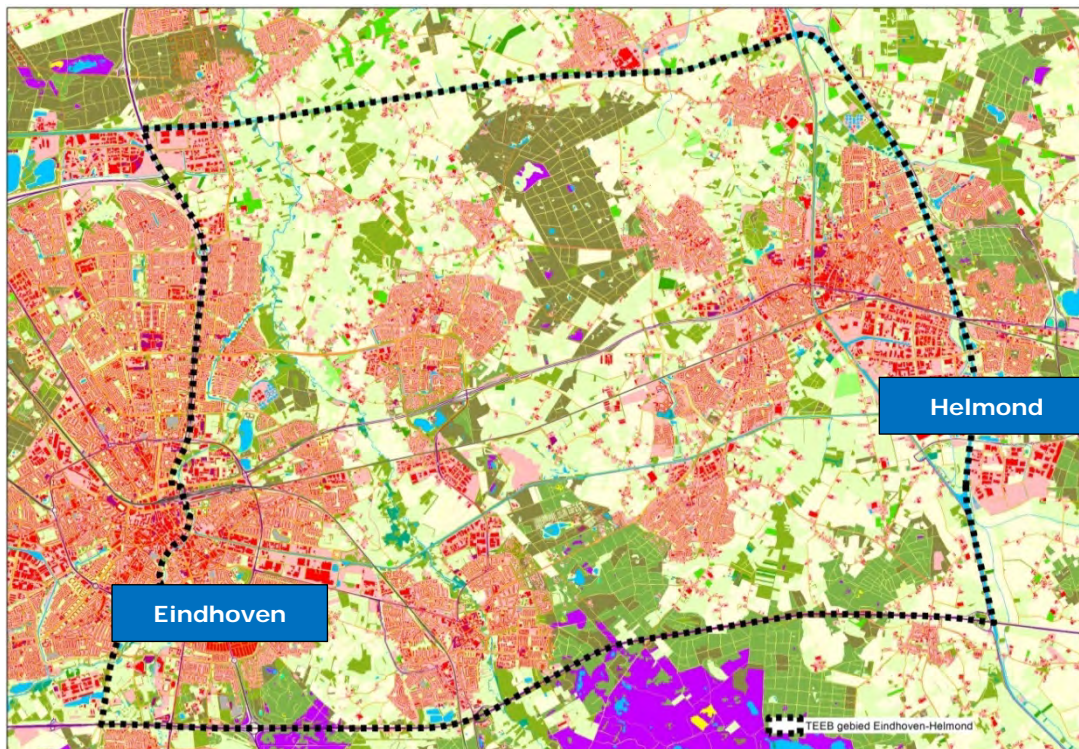
In deze case hebben we een aantal van de prioritaire projecten verder uitgewerkt en vertaald naar een planvariant. Daarnaast hebben we een variant opgesteld waarbij, meer dan in de planvariant, ecosysteemdiensten worden gebruikt om de prioriteitsprojecten te realiseren. Van beide varianten zijn de effecten van maatregelen op de ecosysteemdiensten en op de maatschappelijke welvaart onderzocht en onderling vergeleken.

5.3 Beschrijving van het gebied

Het gebied Rijk van Dommel en Aa (RvDA) ligt in zuidoost Nederland (Figuur 19) in de provincie Noord-Brabant, globaal genomen tussen de steden Eindhoven en Helmond, de rijksweg A67 in het zuiden en het Wilhelminakanaal in het Noorden



Figuur 19 Ligging studiegebied Rijk van Dommel en Aa.



Figuur 20 Begrenzing studiegebied.

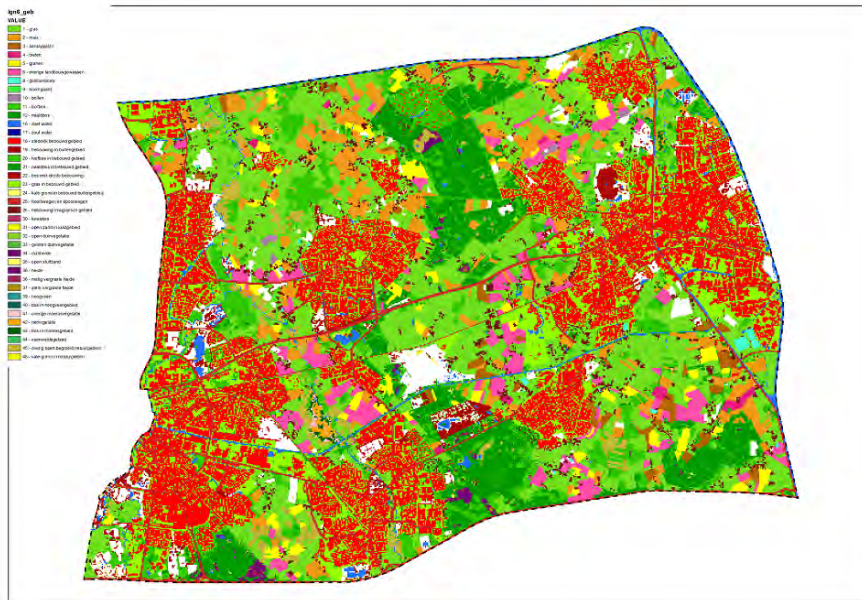
Door het gebied stromen twee beken, de Dommel aan de westkant en de Goorloop en de Aa aan de oostkant van het gebied. Het Dommeldal kent hoge natuurwaarden door het voorkomen van milieugradiënten voedselarm-voedselrijk en nat-droog (Brinkhof *et al.*, 2006). Deze gradiënten hangen samen met de hogere dekzandrug in het midden van het gebied en de lager gelegen beekdalen waar plaatselijk kwel optreedt en de daarbij horende bijzondere vegetatie voorkomt. De Urkhovensche Zeggen, de Rietmusschen en Sang en Goorkens zijn voorbeelden van natte natuurparels met bijzondere natuurkwaliteit. De bossen die in het gebied voorkomen zijn in het begin van de 20^e eeuw aangelegd als heide en stuifzandontginningen. Ze bestaan voornamelijk uit naaldhout met Grove den als de meest voorkomende boomsoort. Verspreid in de bossen komen vennetjes, kleine heideveldjes er een aantal kleine stuifzand gebieden voor.

Door ontginning van het landschap is een kleinschalig kampen- en essenlandschap ontstaan met bosjes, houtwallen, knobomen, essen (grotere akkercomplexen) en kampen (kleinschalige akker- en weidecomplexen). (Brinkhof *et al.*, 2006). Door het afwisselende landschap is het gebied aantrekkelijk voor recreanten.

Naast natuur wordt het gebied landbouwkundig gebruikt. Er komt veel melkveehouderij voor, maar ook akkerbouw en tuinbouw (open grond en kassen). Het aantal agrarische bedrijven in het gebied neemt af, vooral in de melkveehouderij en akkerbouw. Bedrijven met gewassencombinaties nemen juist toe (zie Bijlage 7).

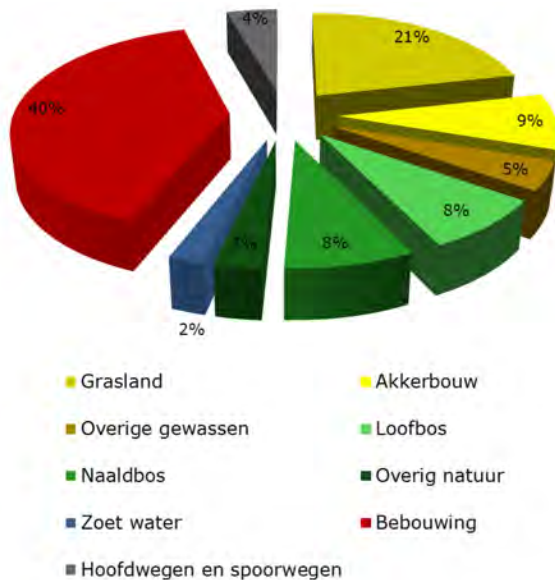
5.4 Voorkomende ecosystemendiensten (Stap 1)

In deze paragraaf worden de in het Rijk van Dommel en Aa voorkomende ecosystemendiensten besproken. Tabel 16 geeft een beknopt overzicht van de aanwezige ecosystemendiensten en verwachte potenties om ze meer te kunnen gebruiken. De voorkomende ecosystemendiensten zijn in kaart gebracht aan de hand van de landgebruikskaart (LGN6). In het gebied komen diverse vormen van landgebruik voor, ieder met een eigen bundel van ecosystemendiensten.



Figuur 21 Landgebruik in het casestudiegebied Rijk van Dommel en Aa.

In Figuur 22 is te zien dat in het studiegebied bebouwing, met een oppervlakte van 40% van het gebied, de omvangrijkste vorm van grondgebruik is. De bebouwing ligt in de steden Eindhoven en Helmond en de dorpen Nuenen, Geldrop en Mierlo. Landbouw (35%) is het belangrijkste grondgebruik buiten het bebouwde gebied. Natuur beslaat ongeveer 19% van het gebied waarvan bos het belangrijkste type is (waarvan 8% naald- en 8% loofbos). Het voorkomende zoet water betreft vooral de kanalen en de Dommel. In Bijlage 8 is een verdere onderverdeling van het landgebruik weergegeven.



Figuur 22 Huidig landgebruik (% van totaal oppervlakte) in het Rijk van Dommel en Aa.

Ecosystemen leveren vaak meerdere ecosystemediensten, maar niet alle ecosystemediensten worden door één ecosysteem geleverd. In Tabel 17 wordt een overzicht gegeven van de geleverde ecosystemediensten voor de verschillende voorkomende vormen van landgebruik in het casestudiegebied. Te zien is dat de agrarische landgebruiksvormen vooral productiediensten leveren en dat de regulerende en culturele diensten vooral geleverd worden door de meer natuurlijke landgebruiksvormen als bos en heide.

Tabel 16

Voorkomende ecosystemediensten in het Rijk van Dommel en Aa, verwachte potenties om ze meer te gebruiken en relatie met de beleidsopgave.

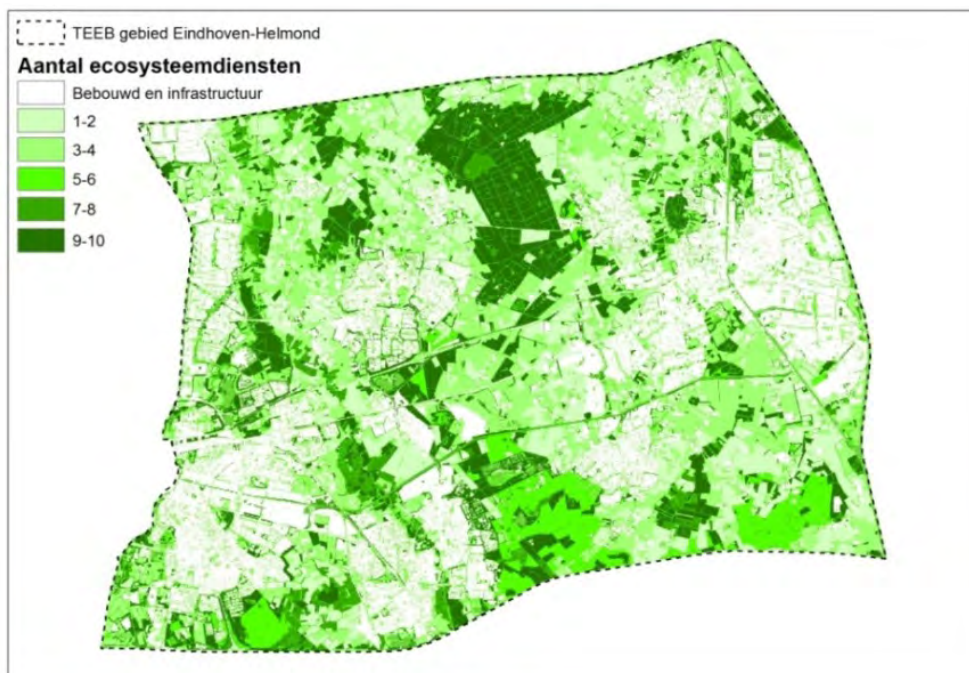
Ecosysteemdienst	Huidig gebruik van ecosystemediensten	Potenties voor meer gebruik van ecosystemediensten	Relatie met versterking groen-blauwe karakter	
Productiediensten	Voedsel – Gewassen/Vlees	In het gebied komt melkveehouderij, akkerbouw, veehouderij en (glas)tuinbouw voor. Landbouw beslaat 30% van de oppervlakte van het studiegebied.	Het vergroten van de ecosystemedienst voedsel is een mogelijkheid, bijvoorbeeld door verdere intensivering.	Afhankelijk van de wijze van intensivering kan dit op gespannen voet staan met versterking van het groen-blauwe karakter. Ook kan verhoging van invloed hebben op de levering van andere ecosystemediensten.
	Biomassa	In het gebied wordt biomassa geproduceerd als bijvoorbeeld mest uit de veehouderij, gras als veevoer en hout uit de bossen en landschappelijke beplantingen	Door vergroting van het areaal bos en landschappelijke beplanting kan de hoeveelheid houtige biomassa toenemen; anderzijds zal de veevoerproductie (gras) afnemen	Versterking van het groen-blauwe karakter zal vooral de houtige biomassa doen toenemen
	Zoetwaterwinning	Net buiten het gebied ligt een bierbrouwerij met een onttrekking van ca. 2,5 miljoen m ³ per jaar. De winning vindt in de diepere grondwaterlagen plaats. Op bedrijfsniveau vinden grondwaterwinningen plaats voor irrigatie van landbouwgrond	Meer onttrekking van grondwater kan verdroging ten gevolge hebben.	Geen directe relatie tussen diepe grondwaterwinning en versterking van groen-blauwe karakter; wel mogelijke risico's voor natuurkwaliteit
Regulerende diensten	Overstromingsbescherming	In het gebied wordt nu nog geen expliciete waterberging toegepast	Er zijn mogelijkheden voor meer natuurlijke waterberging in het gebied door inrichting van specifieke gebieden	Is in te passen in versterken van het groen-blauwe karakter
	Waterzuivering	Er is op beperkte schaal al waterzuivering in de bestaande moerasgebieden en natte ruigten, echter veelal niet primair bedoeld voor zuivering	In combinatie met waterberging kan mogelijk de waterzuivering worden vergroot	Is in te passen in versterken van het groen-blauwe karakter
	Koolstofvastlegging	In bos, natuurgebied en landbouwgronden wordt ook nu al koolstof vastgelegd	Uitbreiding van het bosareaal levert toename van koolstofvastlegging, Door ander beheer van landbouwgrond kan mogelijk meer koolstof in de bodem worden vastgelegd	Met versterking van het groen-blauwe karakter kan de koolstofvastlegging mogelijk worden vergroot
	Waterregulatie - grondwater	De bodem vervult een regulerende functie naar het grondwater door in de bovengrond water vast te houden.	Door ander beheer van landbouwgronden kan het water dat in de bovengrond wordt vastgehouden mogelijk worden vergroot	Verbrede landbouw kan bijdragen aan meer waterberging
Habitat dienst	Habitatfunctie	Het gebied kent ook nu al bos- en natuurgebieden met de nodige flora en fauna. Er zijn een aantal natte natuurparels en een deel van de natuurgebieden behoort tot de EHS	Habitatfuncties kunnen mogelijk versterkt worden door uitbreiding van het bos- en natuurareaal en verbeteren van de milieucondities zoals waterkwaliteit en waterbeschikbaarheid	Versterken groen-blauwe karakter levert meer leefgebied voor planten en dieren en versterkt
Culturele diensten	Recreatie	In het gebied vinden diverse vormen van recreatie plaats zoals fietsen, wandelen en paardrijden.	Extra aanleg van groen en ontsluiting biedt naar verwachting een versterking van het recreatieve gebruik	Een aantrekkelijk gebied biedt kansen voor recreatie
	Esthetische informatie: Woongenot	Ook nu al genieten veel bewoners van de mooie groen omgeving in de nabijheid van hun woonhuis.	Er zijn mogelijkheden om de aanwezigheid van groen nabij woningen te bevorderen	Versterking van het groen-blauwe karakter lijkt positief voor het woongenot
Betekenis kleuren				
Belangrijke functie of mogelijkheden om in de toekomst meer van te gebruiken				
Beperkte functie of beperkte mogelijkheden om in de toekomst meer van te gebruiken				

Om een indruk te krijgen hoe de ecosysteemdiensten ruimtelijk zijn verdeeld over het gebied is op kaart weergegeven. Hiervoor zijn het aantal ecosysteemdiensten gesommeerd die in Tabel 17 als veel zijn beoordeeld (donkergroen) en is dit aantal weergegeven op de kaart (Figuur 23). Deze kaart geeft een beeld van het voorkomen van ecosysteemdiensten maar geeft tegelijkertijd aan waar de levering van ecosysteemdiensten gestimuleerd kan worden. De mogelijkheden daarvoor kunnen worden nagegaan voor de lichtgroene en de witte vlakjes. Belangrijk daarbij is het nagaan van het effect van een eventuele verhoging op de levering van andere ecosysteemdiensten.

Tabel 17

Voorkomende actuele ecosysteemdiensten voor de verschillende landgebruiksvormen.

CASE STUDIE Gebied Rijk van Dommel en Aa		Landgebruik											
Soort ecosysteemdienst		weidebouw	akkerbouw	overige gewassen	loofbos	naaldbos	overige natuur	zoet water	bebouwing	infrastructuur			
Productiediensten													
1	Voedsel (bijv. vis, wild, fruit, paddestoelen)												
2	Water (bijv. drinkwater, beregning, veedrenking)												
3	Biomassa (vezels, constructiehout, brandhout, veevoer, meststof)												
4	Genetische bronnen (bijv. voor gewasveredeling en medicinale doelen)												
5	Geneeskundige bronnen (bijv. Biochemische producten, model en test organismen)												
6	Decoratieve bronnen (bijv. ambachtelijk werk, decoratieve planten, huisdieren, mode)												
Regulerende diensten													
7	Luchtzuivering (bijv. invang fijnstof, chemicaliën etc.)												
8	Klimaatregulatie (bijv. CO2 vastlegging, invloed vegetatie op regenval)												
9	Verstoringsbescherming (bijv. bescherming tegen storm, overstroming)												
10	Waterregulatie (bijv. watervasthoudendvermogen, natuurlijke drainage)												
11	Water- en bodemzuivering												
12	Erosiebescherming (bijv. afspoelen grond, verwaaien grond)												
13	Bodemvruchtbaarheid en bodemvorming (bijv. org. stof opbouw)												
14	Bestuiving (door 'wilde' insecten)												
15	Natuurlijke regulatie (bijv. zaadverspreiding, plaagregulatie)												
Habitatdiensten													
16	Habitatfuncties												
17	Genetische diversiteit (met name genenbronnen bescherming)												
Culturele diensten													
18	Esthetische informatie												
19	Recreatieve en toeristische entourage												
20	Inspirerende informatie												
21	Spirituele informatie												
22	Cognitieve informatie												



Figuur 23 Ruimtelijke variatie in aantal ecosysteemdiensten in het gebied Rijk van Dommel en Aa.

In het navolgende volgt een korte beschrijving van de voorkomende ecosysteemdiensten.

5.4.1 Productiediensten

Voedsel

Binnen de landbouw beslaat grasland het grootste areaal (21%). Melkveehouderij is het meest voorkomende bedrijfstype (Bijlage 7). Binnen het akkerbouwareaal (circa 9% van het gebied) is mais het belangrijkste gewas (5,5%) gevolgd door granen (2%). In beperkte mate worden aardappelen, bieten en groenten geteeld (LGN6).

Water

Het watergebruik in het gebied heeft vooral landbouwkundige toepassingen (irrigatie). Net buiten het gebied in Lieshout ligt een bierbrouwerij die grondwater onttrekt uit diepere bodemlagen (Bavaria, 2011).

Biomassa

De bossen in het gebied leveren houtopbrengsten, voornamelijk naaldhout. De melkveehouderij en intensieve veehouderij bedrijven produceren mest.

Decoratieve bronnen

In het gebied zijn een aantal agrarische bedrijven met sierteelt, zoals bloemen en tuin- en perkplanten. Het aantal bedrijven met gecombineerde teelt neemt toe (Bijlage 7)

5.4.2 Regulerende diensten

Luchtzuivering

De vegetatie, en vooral bossen, hebben een luchtfilterende werking. Het filtert onder andere fijnstof uit de lucht waardoor de lucht wordt gezuiverd. Verkeer is een belangrijke bron van fijnstof. In en nabij het gebied lopen diverse rijks- en provinciale wegen met veel verkeer. Ten zuiden van het gebied loopt de A67. Even ten noordwesten van het gebied lopen de A2 (Amsterdam-Maastricht) en de A50 (Eindhoven-Emmeloord). In het oostelijk deel van het gebied lopen de N614/615 en tussen Eindhoven en Helmond loopt de A270.

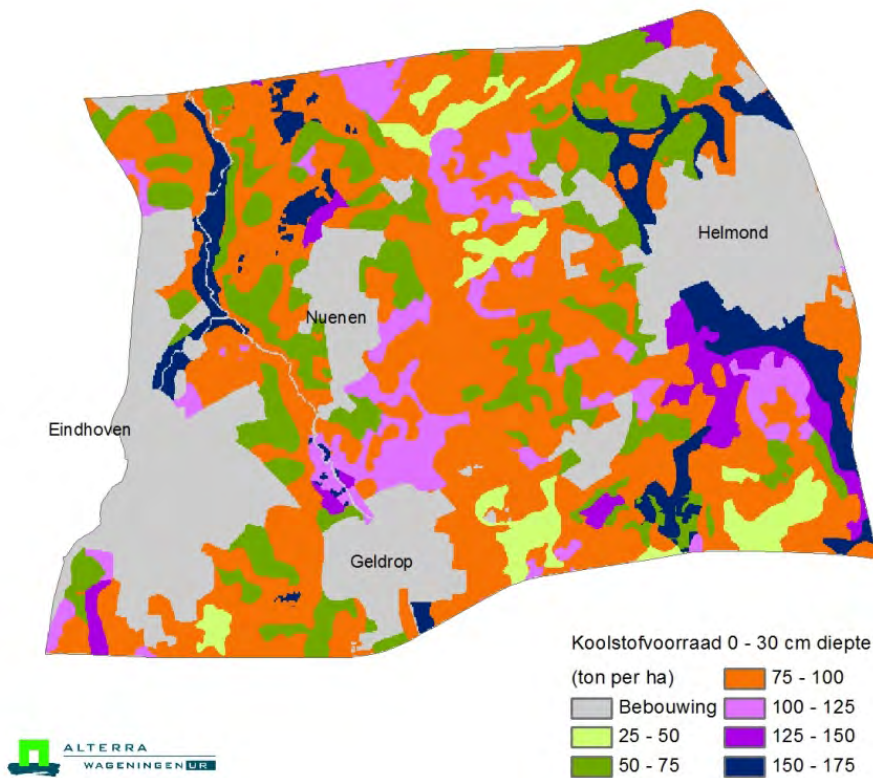
Waterzuivering

Langs de beken Dommel en Aa komen moerassige gebiedjes voor. Deze gebieden zuiveren oppervlakte water doordat de vegetatie nutriënten uit het water opneemt. In veel natuurgebieden wordt de vegetatie jaarlijks gemaaid en verwijderd, waardoor de nutriënten worden afgevoerd.

Klimaatregulatie

In de bodem en in de vegetatie wordt koolstof vastgelegd. Dit heeft een klimaatregulerende werking doordat hierbij CO₂ uit de atmosfeer wordt onttrokken. Met name in bos wordt veel koolstof vastgelegd (hout). In landbouwgronden zijn het vooral (oude) graslanden waar veel koolstof wordt vastgelegd (Hendriks, 2011).

In Figuur 24 is de hoeveelheid koolstof in de bodem weergegeven. Het koolstofgehalte hangt samen met het bodemtype, het landgebruik en het beheer. Veengronden en Moerige gronden hebben van nature een hoger koolstofgehalte dan zandgronden. Het organische stofgehalte, en daarmee het koolstofgehalte, in bodems onder grasland is over het algemeen hoger dan onder akkerland. Door aanpassen van het beheer kan het organische stofgehalte van de bodem worden beïnvloed, en daarmee de hoeveelheid koolstof die in de bodem wordt opgeslagen. In de ontwikkelingsvarianten (paragraaf 5.4) wordt dit verder uitgewerkt.



Figuur 24 Hoeveelheid koolstof in de bodem in het Rijk van Dommel en Aa. (Bron: Kuikman et al., 2003).

Waterregulatie

In de bodem wordt water geborgen. Door deze berging stroomt het water geleidelijk af naar de beken in het gebied. In tijden van veel neerslag zal de vertraging in afstroming een bijdrage leveren aan het dempen van de hoogwaterpiek in de beken en daarmee het risico op overstroming verminderen.

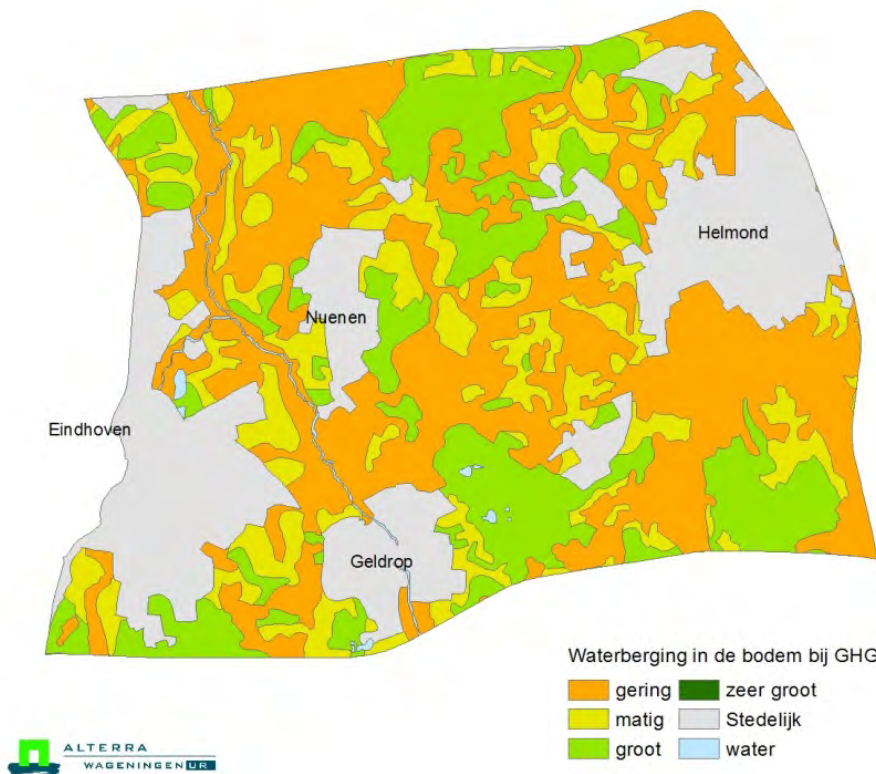
In Figuur 25 is het waterbergend vermogen van de bodem weergegeven bij de gemiddeld hoogste grondwaterstand. De gemiddeld hoogste grondwaterstand treedt meestal op in de winterperiode wanneer er weinig verdamping van gewassen is en veel neerslag. Dit is ook vaak de periode met hoogwater in rivieren en beken. De kaart laat zien dat vooral de bossen een groot waterbergend vermogen hebben. In de landbouwpercelen is onder andere het beheer van invloed op de waterberging. Met een aangepast beheer kan meer water in de bodem worden vastgehouden.

Bodemvruchtbaarheid

De natuurlijke bodemvruchtbaarheid hangt voor een belangrijkdeel af van het organische stofgehalte in de bodem (Hendriks, 2011). Door vertering van de organische stof komen nutriënten vrij die door planten kunnen worden benut voor de groei. Het organische stofgehalte en het koolstofgehalte in de bodem zijn 1 op 1 aan elkaar gekoppeld: organische stof bestaat voor ongeveer de helft uit koolstof (Reijneveld et al., 2009).

Natuurlijke plaagregulatie

Het landschap in het studiegebied is een kleinschalig essenlandschap waarin van oorsprong kleine percelen en veel houtwallen en akkerranden voorkomen. Landschappelijke elementen zoals akkerranden en houtwallen zijn belangrijk voor de verspreiding van de natuurlijke vijanden van plaaginsecten. De natuurlijke vijanden kunnen gemiddeld vanuit randen een afstand tot 100 à 150 m overbruggen. In het studiegebied bedraagt de gemiddelde afstand van het midden van de percelen tot de rand circa 24 m. De huidige perceelsomvang lijkt dus een goede uitgangspositie te bieden voor natuurlijke plaagregulatie.



Figuur 25 Waterbergend vermogen in de bodem bij de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG).

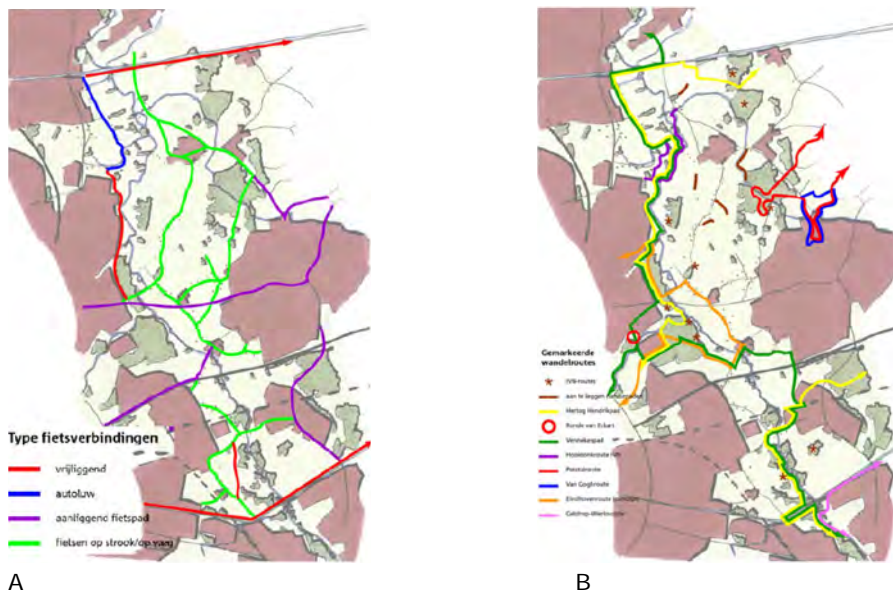
5.4.3 Habitatdiensten

De natuurgebieden in het gebied vallen nu deels onder de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Er komen geen Natura 2000-gebieden voor. Bijzondere natuurwaarden zijn onder andere de broekbossen en moerasgebieden zoals de Urkhovense Zeggen, het Nuenens broek en het Geijzenrooise Zegge waar natte natuur voorkomt met hoge natuurwaarden. In een deel van het gebied komen rietvelden voor waar nog riet wordt gesneden en waar typische moerasplanten voorkomen. Heel bijzonder zijn een aantal schraallanden met zeldzame kenmerken soorten (bijvoorbeeld draadzegge, welriekende nachtorchis en spaanse ruiter). Dit Stiphoutse Bossen bestaan overwegend uit naaldhout. Van de oorspronkelijke heide is alleen het Kamerven nog overgebleven. Sang en Goorkens is een uitgestrekte beekdalzone ten oosten van Mierlo. Het gebied vormt van nature een grote laagte en een kwelbekken te midden van een aantal hoge zandgebieden (zoals de Lieropse Heide en de Gebergten) zodoende ontvangt het gebied veel kalkrijke kwel, hetgeen gunstig is voor een gevarieerde flora (Verhaak en Farla, 2012).

5.4.4 Culturele diensten

Recreatie

Nabij Eindhoven vindt de meeste wandel- en fietsrecreatie plaats in het Dommeldal, vooral in het deel tussen de (Kleine) Dommel en de stad. Enerzijds heeft dat te maken met het dicht bij huis willen recreëren, anderzijds met het beperkte aantal oversteeek mogelijkheden die er over de Dommel liggen (Van Och, 2011). In het gebied liggen diverse fiets- en wandelpaden (Figuur 26). Nabij Helmond is De Warande een belangrijk wandelgebied. In het studiegebied vindt vooral recreatie plaats van mensen die vanuit huis op de fiets of te voet vertrekken (Van Och, 2011). Mensen die met de auto ergens naar toe rijden kiezen veelal voor andere nabij gelegen natuurgebieden zoals de Strabrechtse Heide of het Groene Woud. In het gebied liggen enkele maneges en ruiterroutes. De intensiteit van het gebruik door de ruitersport is beperkt.



Figuur 26 Fietspaden (A) en gemarkeerde wandelpaden (B) in het Dommeldal (Bron: Van Och, 2011).

Woongenot

Groen nabij huizen kan het woongenot van de bewoners van die huizen vergroten (Luttik en Zijlstra, 1997; Bervaes en Vreke, 2004). In vooral de dorpen in het gebied, liggen de huizen aan de randen landschappelijk mooi gelegen. Ook de huizen in de nieuwe (nog aan te leggen) woonwijken worden nabij het groen gelegen (zie ontwikkelingsvarianten).

5.5 De ontwikkelingsvarianten

In deze paragraaf beschrijven we drie ontwikkelingsvarianten voor het Rijk van Dommel en Aa. Voor de ontwikkelingsvarianten geven we de effecten van maatregelen weer op het voorkomen van ecosysteemdiensten. Het gaat daarbij om waarde in termen van maatschappelijke welvaart. In de varianten is 2040 als planhorizon gehanteerd.

De volgende drie ontwikkelingsvarianten zijn uitgewerkt:

1. Nulvariant: In deze variant is de huidige toestand van het fysieke landschap, en de voorkomende ecosysteemdiensten in het gebied vertaald naar 2040, uitgaande van de autonome ontwikkelingen van de meest belangrijke landgebruiksvormen en bijbehorende activiteiten.
2. Planvariant: In deze variant is uitgegaan van bestaande plannen voor het gebied zoals beschreven in de intergemeentelijke structuurvisie (Verhaak en Farla, 2011). In deze visie worden een aantal prioritaire projecten voor het gebied benoemd. Voor die prioritaire projecten die een koppeling met de fysieke leefomgeving hebben, zijn door ons maatregelen uitgewerkt.
3. Ecosysteemdienstenvariant: In deze variant worden mogelijkheden geschetst om een aantal gebiedsopgaven te realiseren door gebruik te maken van ecosysteemdiensten.

Voor het studiegebied als geheel ligt er, voor zover bekend bij het opstellen van dit rapport, nog geen vastgesteld plan voor inrichting van de fysieke ruimte dat is uitgewerkt tot op maatregelniveau. In de huidige rapporten over het gebied (Verhaak en Farla, 2011; Vermeulen, 2009; VISTA, 2012) staan diverse ontwikkelingsrichtingen en (prioritaire) projecten genoemd, maar in de plannen zijn nog geen concrete maatregelen genoemd.

In onze studie beogen wij om de effecten van voorgenomen maatregelen op de maatschappelijke welvaart in beeld te brengen. Dit doen we kwalitatief maar zo mogelijk ook kwantitatief door de effecten te berekenen met een maatschappelijke kosten-baten analyse (MKBA). Voor deze berekeningen is informatie nodig over concrete maatregelen bij de projecten. Om deze redenen zijn

door de projectgroep zelf de varianten opgesteld en ingevuld met maatregelen. De varianten hebben bestaande plannen als basis.

Deze studie is niet bedoeld om een volledig inrichtingsplan met concrete bijbehorende maatregelen op te stellen. Daarom is van de maatregelen wel de fysieke omvang bepaald, maar zijn ze niet ruimtelijk gespecificeerd in het gebied.

In het navolgende zijn de varianten beschreven.

5.5.1 Nulvariant: autonome ontwikkelingen, vastgesteld beleid.

In de nulvariant is de toekomstige situatie van het gebied (circa 2040) beschreven aan de hand van de autonome ontwikkelingen. De op dit moment vastgestelde of in uitvoering zijnde maatregelen worden in deze variant meegenomen. Verder worden alleen die maatregelen beschouwd die gericht zijn op de fysieke leefomgeving en/of de maatschappelijke waarde ervan.

Natuur en landschap

In de nulvariant is er vanuit gegaan dat er niet in natuur en landschap wordt geïnvesteerd. Het areaal van de EHS blijft ongewijzigd en er worden geen ecologische verbindingzones langs de beken aangelegd.

De aanleg van de natuurbrug over het Wilhelminakanaal is onderdeel van de nulvariant. Deze brug verbindt de natuur aan weerszijde van het kanaal met elkaar. De natuurbrug wordt tegelijk met de aanleg van de Noord-Oost Corridor (NOC) gerealiseerd.

Waterbeheer

De huidige plannen voor waterberging zijn nog in ontwikkeling en maken dus geen onderdeel uit van de nulvariant. De plannen voor verbetering van de ecologische en de waterkwaliteit van de Goorloop en de Dommel door hermeandering zijn al uitgevoerd of in uitvoering en maken daarom wel deel uit van de nulvariant.

Recreatie

De plannen om de recreatie te stimuleren zijn in ontwikkeling en daarom geen onderdeel van de nulvariant.

Infrastructuur

De plannen voor de NOC zijn vastgesteld, en dus wordt de aanleg (inclusief aanleg van de natuurbrug, zie boven), en het afwaarderen van de A270 als onderdeel van de nulvariant gezien. Start van de aanleg van de NOC is voorzien in 2017.

De volgende maatregelen op het gebied van infrastructuur zijn opgenomen in de nulvariant:

- Aanleg van de NOC.
- Afwaarderen van de huidige verbindingsweg tussen Eindhoven en Helmond, de A270, tot 80 km weg, na aanleg van de NOC.

Stedelijke ontwikkeling

De regio heeft de opgave om de woningvoorraad af te stemmen op de bevolkingsontwikkeling. Volgens prognoses (Provincie Noord-Brabant, 2008; Provincie Noord-Brabant, 2011) neemt voor de regio Eindhoven-Helmond de verwachte woningbehoefte in de periode 2011-2040 toe met ruwweg 40.000 woningen (+19%).

In het gebied zijn er projecten voor de bouw van circa 7075 woningen: *Nuene-West* 1575 woningen, voor Geldrop-Mierlo in de wijk Luchen 750 woningen, en rondom Helmond 4.750 woningen (Van den Boogaard en Ullenbroeck, 2010).

Van de woningbouwopgave van Eindhoven wordt verwacht dat deze vooral buiten het plangebied wordt gerealiseerd.

De volgende maatregelen op het gebied van stedelijke ontwikkeling zijn opgenomen in de nulvariant:

- Voor het Rijk van Dommel en Aa wordt een groei in aantal woningen voorzien van circa 7075 woningen. Voor deze projecten is, uitgaande van 35 woningen per ha, een ruimtebeslag nodig van circa 200 ha.

Landbouw

Voor de aanleg van nieuwe infrastructuur en woningen is grond nodig. In de nulvariant nemen we aan dat deze grond ten koste gaat van het landbouwareaal.

Naast afname van het areaal, wordt verwacht dat er verschuivingen binnen het areaal zullen optreden. Uitgaande van tendensen uit de landbouwtellingen de afgelopen tien jaar, en provinciale voorspellingen betreffende de land- en tuinbouw (Silvis *et al.*, 2009; Berkhout *et al.*, 2011; Janssen *et al.*, 2006) wordt verwacht dat akkerbouw in oppervlakte zal toenemen en rundveehouderij (grasland en maisland) zal afnemen. De in omvang kleine takken (glastuinbouw, bloembollen, boomkwekerijen) laten ook een groei zien. De veranderingen in de landbouw zijn weergegeven in de grondbalans (Tabel 20).

Verder wordt er in de nulvariant van uitgegaan dat het huidige (gangbare) management van de landbouwgronden wordt voortgezet.

5.5.2 Planvariant: prioritaire projecten Rijk van Dommel en Aa

In de planvariant is aangegeven hoe verwacht wordt dat de belangrijkste grondgebruiksfuncties zich zullen ontwikkelen als de prioritaire projecten uit de intergemeentelijke structuurvisie (Verhaak en Farla, 2011) worden uitgevoerd. Hoewel niet als zodanig beoogd, wordt met de in de plannen voorziene maatregelen al een behoorlijke impuls gegeven aan het niveau van levering van ecosysteemdiensten in het gebied.

Natuur en landschap

In Brabant houdt de provincie met de vaststelling van 'Brabant Uitnodigend groen' (Provincie Noord-Brabant, 2012) haar natuurambitie overeind: de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) en de verbindingzones worden voltooid, in 2027. De aanpak om de EHS te realiseren is echter anders dan voorheen. Er vindt een sterkere koppeling plaats van natuur met economie en samenleving met wederzijds voordeel, kostenbesparende maatregelen, meer betrokkenheid en regie vanuit het gebied zelf, stimuleren van economische ontwikkelingen als die een aantoonbare meerwaarde hebben voor de natuur en maatschappelijk draagvlak en waar nodig een flexibeler toepassing van het ruimtelijk beleid als dat de ontwikkeling van het gebied ten goede kan komen.

Dit betekent dat de EHS weliswaar gerealiseerd gaat worden, maar dat deze regionaal ingevuld gaat worden en (waar mogelijk) gekoppeld wordt aan andere opgaven. Om deze reden hebben wij de realisatie van de EHS tot de planvariant gerekend en niet tot de nulvariant. Op deze manier wordt de aan te leggen EHS aan regionale opgaven gekoppeld en kan de meerwaarde van de door de EHS geleverde ecosysteemdiensten beter inzichtelijk worden gemaakt. De precieze oppervlakte voor uitbreiding was ten tijden van de studie nog in discussie.

De volgende maatregelen op het gebied van natuur en landschap zijn opgenomen in de planvariant:

- Voor de uitbreiding van de EHS wordt uitgegaan van 80 ha.
- Versterken ecologische verbinding via de natuurbrug over NOC en Wilhelminakanaal naar de Strabrechtse Heide. Deze verbinding wordt in deze variant uitgebreid op het hoger gelegen zandgedeelte in het gebied, via de aanleg van 'stapstenen'. In totaal 100 ha bos, 6 ha heide en 1,5 ha stuifzand.
- Versterken groen karakter door aanleg van streekeigen beplanting zoals houtwallen, houtsingels (25 km), bosjes (30 ha).

Waterbeheer

Een belangrijk doel van de prioritaire projecten is het herstel van verdroogde natuurgebieden en creëren van waterbergingsmogelijkheden. In het gebied liggen twee potentiële waterbergingsgebieden (Figuur 27)



Figuur 27 Voormalig zoekgebied locatie waterberging Dommeldal en Zeggen-Geldrop
(bron: www.dommel.nl)

Vergroten van de waterveiligheid is vertaald in de volgende maatregelen:

- Aanleg waterbergingsgebieden van respectievelijk 100.000 m³ en 500.000 m³ langs de Dommel. Voorgestelde maatregelen (afgraven, kade aanleggen) worden genomen in een gebied waar de Dommel buiten de oevers kan treden bij hoogwater. Door over een gebied van resp. 20 en 100 ha de grond 0,25 m af te graven en een kade aan te leggen van circa 0,75 m hoog ontstaat een gebied waar de gewenste hoeveelheid water kan worden geborgen. Hiermee wordt een soort badkuip gecreëerd, met als hoofdfunctie waterberging. Uitgaande van een verstandig gekozen locatie (laaggelegen gebied met hoge natuurlijke randen) zal niet het gehele gebied afgegraven te hoeven worden en het niet geheel omkaderd te worden. Aan de zijde van de Dommel hoeft geen kade aangelegd te worden. Voor onze studie zijn we uitgegaan van aanleg van 2 resp. 3 km kade van 0,75 m hoogte (0,5 m boven hoogwaterniveau) en van 0,25 m afgraving van 120 ha grond. De afgegraven grond zal hierbij deels gebruikt worden voor de aanleg van de kaden, de rest zal worden afgevoerd.

Herstel van verdroogde natuur is vertaald:

- in een verhoging van de grondwaterstand, via verondiepen en dempen van sloten. In deze variant zijn we uitgegaan van 2,5 ha te verondiepen sloten, 2,5 ha te dempen sloten. Hiervoor kan afgegraven grond uit de waterbergingsgebieden gebruikt worden.

Recreatie

Eén prioriteitsproject versterkt het recreatieve netwerk door aanleg van extra recreatieve fietspaden en ruiterspaden. Voor uitbreiding van de routes moeten een aantal voorzieningen worden getroffen om de waterlopen (onder andere Dommel, Goorloop, kanalen) en de wegen veilig over te kunnen steken.

Voor de planvariant is dit vertaald in de volgende maatregelen:

- Aanleg van 18 km fietspad (+10%).
- Aanleg van 15 km ruiterspad (+100%).
- Aanleg van 2 (aantal) bruggen over de beken.

In de plannen voor het Rijk van Dommel en Aa wordt ook gesproken over de aanleg van drie oversteekplaatsen over wegen en waterlopen (A67, A270, Eindhovenskanaal). In deze studie is de aanleg hiervan niet meegenomen. Reden daarvoor is dat de invloedssfeer van de maatregelen tot ver buiten het plangebied reiken en de informatie die nodig is om de kosten en baten goed in beeld te brengen onvolledig is.

Infrastructuur

Geen aanvullende maatregelen.

Stedelijke ontwikkeling

Geen aanvullende maatregelen.

Landbouw

Geen van de prioritaire projecten is direct op de landbouw gericht. Wel mag verwacht worden dat de ruimtebehoefte van een aantal projecten tot vermindering van het landbouwareaal zullen leiden.

Verondersteld is dat er tussen de varianten geen verschillen zullen optreden in kleine, maar economisch sterke sectoren' die groeien (glastuinbouw, boomkwekerijen, bloembollen en akkerbouw). De veranderingen komen dus 'terecht' bij grasland en maïsland. Deze krimpen naar rato van hun omvang.

In de grondbalans zijn de gevolgen voor de areaalverandering hiervan in de landbouw weergegeven (Tabel 20).

5.5.3 Ecosysteemdienstenvariant: natuurlijke waterberging, verbrede landbouw, versterkte recreatie

In de bestaande plannen voor het Regionaal Landschapspark Dommel en Aa (Verhaak en Farla, 2011; Vista, 2012) worden al veel maatregelen voorgesteld waarbij gebruik gemaakt wordt van ecosysteemdiensten om de doelen te realiseren. Het gebeurt echter niet expliciet vanuit het perspectief van ecosysteemdiensten. Zo wordt voorgesteld de recreatieve functie van het gebied te versterken door de landschappelijke kwaliteit te vergroten onder andere door aanleg van groene elementen en wordt waterberging gerealiseerd in natte natuurgebieden. Die maatregelen zijn opgenomen in de planvariant.

In deze variant verrijken we drie belangrijke gebiedsopgaven met inzet van ecosysteemdiensten:

1. Versterken natuurkwaliteit en waterberging.
2. Ontwikkelen verbrede landbouw.
3. Versterken recreatieve functie.

Deze invulling van de gebiedsopgaven met ecosysteemdiensten is door het onderzoeksteam zelf opgesteld en is gebaseerd op gewenste ontwikkelingen zoals beschreven in de gebiedsplannen. De inzet hierbij van ecosysteemdiensten wordt hierna verder uitgewerkt. Omdat een dergelijke inzet van ecosysteemdiensten niet in de bestaande plannen is beschreven, wordt de invulling met ecosysteemdiensten in deze variant wat uitvoeriger toegelicht dan alleen een opsomming van maatregelen. Ten opzichte van de planvariant zijn de versterking van de natuurkwaliteit, de waterberging, de recreatieopgave, en de landbouwopgave verschillend ingevuld. Voor de overige opgaven gelden dezelfde maatregelen als in de planvariant.

1 Versterken natuurkwaliteit en waterberging

Het versterken van de natuurkwaliteit en waterberging is goed te combineren in het Dommeldal. We illustreren dit aan de hand van het concept van 'Het brede beekdal' (Verdonschot, 2010) (zie box 3). Met het principe van het brede beekdal kan tegelijkertijd gewerkt worden aan verbetering van de menselijke leefomgeving én waterberging als mogelijkheid voor een klimaatbestendige buffer. We werken dit brede beekdal uit voor het Dommeldal, omdat daar ook een waterbergingsopgave ligt (zie planvariant).

In dit deel van het Dommeldal liggen twee waterbergingsopgaven, één van 100.000 m³ en één van 500.000 m³ (Figuur 27). Voor de waterbergingsopgaven schetsen we hier twee verschillende opties om via gebruik van ecosysteemdiensten de waterberging te realiseren: (1) waterberging in combinatie met een natuurlijke inrichting van het beekdal, en (2) extra waterberging in de bodem als maatschappelijke dienst van de landbouw. De laatste variant wordt besproken onder het kopje verbrede landbouw. De eerste variant wordt hierna besproken.

Het deel van het dal van de Dommel in ons studiegebied is ongeveer 12,5 km lang. De bergingsopgave van 500.000 m³ betekent bij een breedte van het beekdal van 170 meter (aan weerszijde 75 m inundatiegebied, en aan weerszijde een oeverwal van 10 m in totaal circa 212,5 ha) een stijging van het waterpeil met 27 cm. Langs de gehele beek moet dus een inundatiegebied ingericht worden waar het water minimaal 27 cm hoog kan staan. De verwachting is dat het gebied eens in de 10 tot 25 jaar onder water komt te staan (www.dommel.nl).

Door naast de beek een oeverwal aan te leggen ontstaat daarachter een lager gebied dat bij hoogwater inundeert. Door de oeverwal kan het water in het inundatiegebied bij daling van het hoge water niet meteen terugstromen waardoor er vertraging in de afvoer optreedt. Dit voorkomt piekwatergolven en daarmee wateroverlast benedenstreams. Het gebied achter de oeverwal kan waar nodig worden afgegraven zodat naastgelegen gronden niet overstromen. De afgegraven grond kan gebruikt worden om enerzijds de oeverwal op te werpen en anderzijds een geleidelijke verhoging naar het naastgelegen land te creëren.

Op de oeverwal zal beekbegeleidend bos ontstaan met soorten als wilg, populier, els, es en eik. Om dit proces te versnellen worden her en der kleine bosjes geplant. In de bufferzone zal bosschagevorming optreden met soorten die bestand zijn tegen kortere of langere overstromingen zoals wilg, populier en meidoorn. Ook hier zullen, om het successieproces te versnellen en het landschap aan te kleden, een aantal bosschages worden aangelegd. Door de oeverwallen te laten verwilderen zullen af en toe bomen in het water vallen. Dit vormt substraat voor flora en fauna om zich op te vestigen en vergroot de ecologische kwaliteit van de beek. In het inundatiegebied worden laagtes en poelen aangelegd. Hierin blijft na hoogwater het water langere tijd staan en kunnen amfibieën zich vestigen.

Het inundatiegebied wordt zo ingericht dat het een sponswerking heeft. Het langzaam weer leeglopen van deze 'spons' wordt zo vormgegeven dat dit bijdraagt aan vermindering van de verdroging in de natuurparels.

De huidige natuurparels hebben een hoge ecologische waarde. Deze natuurparels blijven behouden en vormen met hun korte vegetatie een afwisseling op de opgaande begroeiing. De afwisseling van begroeiing en openheid zal de aantrekkelijkheid van het gebied vergroten. Ook het water in het gebied vormt een extra aantrekkingskracht voor recreanten. Goossen *et al.* (2010) noemen aanwezigheid van water als belangrijke motivatie voor recreanten om gebieden te bezoeken.

2 Verbrede landbouw

Door agrarische bedrijven op te zetten die een sterke binding hebben met het landschap ontstaan ook mogelijkheden voor versterking van stad-land verbanden, één van de opgaven voor het gebied. De stad-land verbinding kan tot stand komen door vanuit de landbouw een bijdrage te leveren aan de gebiedsvraagstukken. In deze studie gaan we in op mogelijke bijdragen aan waterberging, koolstofvastlegging en streekproducten (rundvlees).

Bij verdere ontwikkeling van een recreatief netwerk hoort, naast de ontwikkeling van het landschap- en natuur, ook de ontwikkeling van de (horeca)voorzieningen. Gedacht kan worden aan verkoop van streekproducten, voorlichting op het bedrijf, horeca, bed & breakfast of vergaderruimte. Door dit op het agrarisch bedrijf te doen wordt de stad-land verbinding versterkt. In deze studie gaan we niet verder op deze aspecten in.

Natuurkoeien

Met een extensieve begrazing van het beekdal van de Dommel door runderen ontstaat de mogelijkheid om één of twee agrarische bedrijven op te zetten die rundvlees als regionaal product kunnen verkopen. Door de bedrijven op de flanken van het beekdal te situeren wordt de uitspoelingsvrije zone naar de beek groter, waardoor de waterkwaliteit in de beek zal verbeteren. Op de flanken van het beekdal zal het bedrijf 10 ha grasland hebben waar de dieren tijdens hoogwater droog kunnen verblijven en kunnen grazen. In het deel van het inundatiegebied dat wordt begraasd worden veekeringen, hekken en roosters geplaatst.

Waterberging en koolstofvastlegging

De bodem van agrarische percelen kan meer water vasthouden als het organische stofgehalte wordt verhoogd. Dit leidt tot minder afstroming van water naar de beek. In tijden van veel waterafvoer zorgt het dus voor een vermindering van de hoogwaterpiek benedenstrooms. Een bijkomend effect van een grotere waterberging in de bodem is een toename van het vochtleverend vermogen van de bodem aan de gewassen. Hierdoor zal op droge gronden de opbrengst toenemen, dit is gunstig voor de land- en tuinbouw.

Tevens betekent verhoging van het organische stofgehalte een verhoging van de koolstofvastlegging in de bodem. Dit levert een positieve bijdrage aan het klimaatprobleem door CO₂-buffering.

In akkerbouwpercelen kan het organische stofgehalte worden verhoogd door niet kerende grondbewerking toe te passen (Hendriks, 2011; Van Eekeren, 2010). We gaan ervan uit dat niet kerende grondbewerking op alle akkerbouwgronden in het gebied wordt toegepast.

In de gangbare landbouw worden graslandpercelen eens in de 5 tot 10 jaar gescheurd en opnieuw ingezaaid. Bij deze bodembewerking gaat een deel van het organische stofgehalte in de bodem verloren. Vellinga *et al.* (2000) berekenen dat in Nederland jaarlijks 1 tot 1,5 Mton CO₂-equivalenten vrijkomt door het scheuren van grasland. Door grasland niet te scheuren, maar door te zaaien, kan grasland toch vernieuwd worden, en kan het vrijkomen van CO₂ worden voorkomen. Naarmate grasland ouder wordt, bevat de bodem meer organische stof (Van Eekeren en Zaneveld, 2011) en neemt de hoeveelheid vastgelegde CO₂ toe. In de ecosysteemdienstvariant gaan we er van uit dat het niet scheuren van grasland wordt toegepast op het hele grasland areaal in het gebied.

Versterken landschappelijke kwaliteit en Natuurlijke plaagbestrijding

Eén van de beleidsopgaven voor het gebied is het versterken van de landschappelijke kwaliteit en de herkenbaarheid van het landschap. Van oudsher komen vooral in het beekdal kleine landbouwpercelen voor waarvan de randen waren begroeid met bomen en struiken voor geriefhout en/of veekering. Deze randen zorgen voor landschappelijke kwaliteit (aantrekkelijkheid) en vervullen een belangrijke rol als habitat voor planten en diersoorten en voor de verspreiding van plaagregulerende insecten door het landschap en over de landbouwpercelen.

Door schaalvergroting in de landbouw neemt landelijk gezien de perceelsgrootte toe en vermindert de lengte van begroeide perceelsranden. Dit kan een probleem vormen voor het voorkomen en de verspreiding van plaagregulerende insecten. Bij voldoende aanwezigheid van plaagregulerende insecten hoeven er in principe minder bestrijdingsmiddelen toegepast te worden. Dit betekent dat het milieu minder wordt belast (bodem, water), de biodiversiteit meer kansen krijgt (bestrijdingsmiddelen kunnen ook effect hebben op niet schadelijke soorten) en de boer minder kosten voor de bestrijding hoeft te maken (geen/minder middel kopen, geen brandstofkosten etc.). Aan de andere kant neemt het bedrijfsrisico toe en is (intensief) monitoren van het voorkomen van plaaginsecten nodig, wat kosten met zich meebrengt.

Plaaginsecten kunnen vanuit randen een afstand tot 100 à 150 m overbruggen. In het studiegebied bedraagt de gemiddelde afstand van het midden van de percelen tot de rand circa 24 m. De huidige perceelsomvang lijkt dus een goede uitgangspositie te bieden voor natuurlijke plaagregulatie.

Een maatregel om de plaagregulatie te stimuleren is bijvoorbeeld de aanleg van bloemrijke akkerranden en landschappelijke elementen (houtwallen, lanen, ruigte etc.). In ons scenario zijn we

uitgegaan van toepassing in en rond de akkerbouwpercelen. Als norm hanteren we daarbij de mogelijk toekomstige 7% norm voor natuurlijke elementen op landbouwgrond die oktober 2011 genoemd werd bij herzieningsvoorstellen voor het Gemeenschappelijk Landbouw Beleid (<http://ec.europa.eu/agriculture/glossary/>). Toepassing van die norm, uitgaande van de akkerbouwgronden in het gebied, betekent aanleg van circa 132 ha akkerranden en landschappelijke beplanting. In deze variant gaan we uit van 2/3 deel akkerranden (= 88 ha) en 1/3 deel landschappelijke elementen (houtwallen, bomenrijen, bosjes) (= 44 ha).

3 Versterken recreatief netwerk

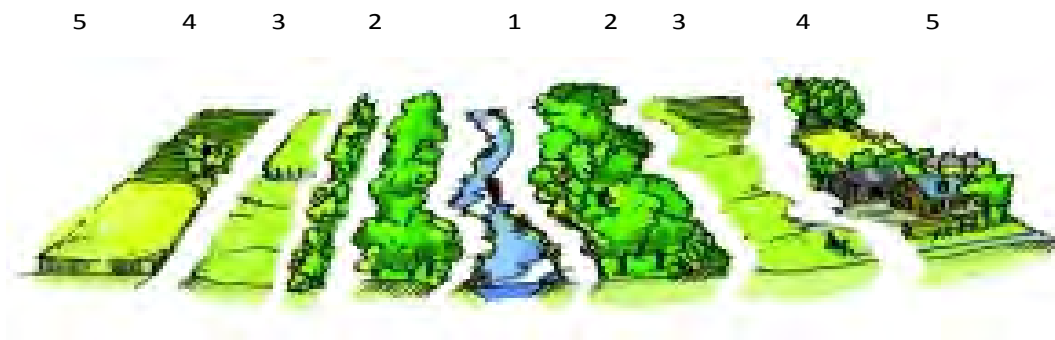
Op de overgang van het inundatiegebied naar de beekdalflank worden fietspaden aangelegd (20 km). Deze paden zullen langs de cultuurhistorisch interessante plaatsen (watermolens) leiden als recreatieve trekpleisters. Vanaf deze cultuurhistorische objecten worden ook een aantal gemarkeerde wandelpaden uitgezet. In het beekdal wordt een extra oeververbinding aangelegd om routeopties in het fietsnetwerk te vergroten. Verder zal in het inundatiegebied ruimte zijn voor struinnatuur. Recreanten kunnen hier zelf hun weg zoeken. Ervaringen uit andere gebieden leert dat er dan vanzelf voetpaden ontstaan. In het inundatiegebied zal ook een ruiterroute (15 km lang) worden aangelegd die aansluit op het ruiterspad langs het Wilhelminakanaal in het noordelijk deel van het plangebied en in het zuidelijk deel op de Strabrechtse Heide. In het gebied zullen twee vogelobservatiehutten worden geplaatst. Deze worden op een terp geplaatst met een voetpad dat ook bij hoogwater begaanbaar is. Vanuit deze hutten kan het hoogwater optimaal beleefd worden doordat ze dan midden in het water staan.

Box 3 Het brede beekdal

Deze tekst is ontleent aan de publicatie 'Het brede beekdal als klimaatbestendige buffer' (Verdonschot, 2011).

In een natuurlijke situatie stroomt een beek door een gevarieerd landschap van bossen, struiken, gras en moeras. De beken kronkelen en hebben een in de veranderende leefomgeving (geleidelijke overgang in het landschap. Soms is het een duidelijke beek, soms lijkt het een doorstroomd moeras. Het stroomgebied heeft buffercapaciteit en kan piekafvoeren opvangen doordat het dal periodiek overstromt. De grote variatie in omstandigheden biedt veel verschillende soorten planten en dieren leefmilieu. Sediment en voedingsstoffen komen terecht in de bufferzone. In de huidige situatie zijn de meeste Nederlandse beken recht, diep ingesneden en gestuwd. De overgang tussen beek en aangrenzende gronden is abrupt. Het stroomgebied is vergaand gedraineerd en dat verhoogt het risico op overstroming bij extreem veel neerslag. Er zijn weinig planten en dieren in en rond de beek. Het beekdal is verdroogd en verzuurd. Sediment en voedingsstoffen komen in de beek terecht. Steeds vaker verschijnen rapporten waarin een klimaatbestendiger Nederland wordt bepleit via het herstellen en revitaliseren van de natuurlijke landschapsvormende processen. Het besef groeit dat de omvang van de verwachte klimaatverandering dermate groot is, dat technische oplossingen voor het waterbeheer alléén niet meer zullen volstaan. De landschapsvormende processen vergroten de veerkracht en daarmee de klimaatbestendigheid van systemen. Door deze processen te reactiveren of te revitaliseren wordt een duurzame bijdrage geleverd aan het meegroeien van Nederland met de klimaatverandering. Daarbij wordt ook ruimte geboden aan andere belangrijke doelen, namelijk natuur en andere functies zoals wonen, werken en recreatie. De beekdalbrede inrichting verhoogt de weerstand, veerkracht en klimaatbestendigheid van het gebied. Dat komt door een verplaatsing van de waterafvoer van 'diep en smal' naar 'ondiep en breed' en meer (ook boven maaiveld) bergend vermogen. Het lagere deel van het gebied heeft standaard een wat hogere waterstand. Bij extreme neerslag treden minder snel piekafvoeren op, omdat het waterbergingsgebied breder is en dus minder makkelijk overvol raakt. Er is meer ruimte voor inundatie (het tijdelijk onder water staan van een gebied na overmatige regen). Tegelijkertijd biedt het bredere gebied betere en gevarieerdere leefomstandigheden voor plant- en diersoorten. Deze variatie zorgt er ook voor dat bij verstoring (bijvoorbeeld een piekafvoer door extreme regenval) grote weerstand en veerkracht aanwezig zijn.

Het brede beekdal kent vijf zones, de beek, een boszone, bosschagezone, bufferzone en de beekflanken (onderstaand Figuur). De zones 1 tot en met 4 kunnen periodiek overstromen bij hoge waterafvoeren. In deze gebieden moeten de voorzieningen overstromingsbestendig worden gemaakt en moet geen bebouwing plaatsvinden tenzij de bebouwing op terpen worden aangelegd. Overwogen kan worden recreatieve voorzieningen ook overstromingsbestendig aan te leggen, bijvoorbeeld fietspaden op een dijkje, wandelpaden op vlonders, uitkijpunten op een heuvel met bereikbaar hoog aangelegd wandelpad. Veilige recreatie in het gebied bij hoog water zal de beleving van het gebied vergroten.



5.5.4 Samenvatting van de varianten

Tabel 18

Samenvatting van de varianten voor Rijk van Dommel en Aa.

	1 Nulvariant	2 Planvariant	3 Variant ecosysteemdiensten
Landbouw	Afname landbouwareaal voor andere functies Andere verdeling bedrijfstukken t.o.v. huidige situatie	Afname landbouwareaal voor andere functies Andere verdeling bedrijfstukken t.o.v. huidige situatie	Gangbare landbouw: Afname landbouwareaal voor andere functies Andere verdeling bedrijfstukken t.o.v. huidige situatie Verbrede landbouw: Begrazing beekdal met natuurkoeien Koolstofvastlegging en waterberging met niet kerende grondbewerking op akkerbouwgronden en niet scheuren van grasland Natuurlijke plaagbestrijding
Natuur en landschap	Aanleg natuurbrug (zie ook infrastructuur)	Idem nulvariant Uitbreiding EHS Versterken ecologische verbindingszones Dommel, Goorloop, van Groene Woud naar Strabrechtse Heide Versterken landschappelijke structuur	Idem nulvariant Uitbreiding EHS Versterken ecologische verbindingszones Goorloop en van Groene Woud naar Strabrechtse Heide Versterken ecologische verbindingszone Dommel door aanleg 'Brede beekdal' Versterken landschappelijke structuur
Waterbeheer	Geen specifieke maatregelen	Gestuurde waterbergingen van 100.000 m ³ en 500.000 m ³ in bergingsgebied Aanpak verdroging	Natuurlijke waterberging in beekdal 500.000 m ³ Waterberging in bodem op landbouwbedrijven (NKG) 100.000 m ³ Aanpak verdroging
Recreatie	Geen extra investeringen, wel autonome toename recreatie	Uitbreiding recreatief fietsnetwerk, ruiterpad	Uitbreiding recreatief fietsnetwerk, wandelpaden (struinnatuur), ruiterspaden, vogelhutten
Infrastructuur	Aanleg Noordoostcorridor Aanleg natuurbrug Afwaardering A270	Idem nulvariant	Idem nulvariant
Stedelijke ontwikkeling	Aanleg woonwijken Nuenen-West Lungendonk en 't Goor	Idem nulvariant	Idem nulvariant

Tabel 19

Maatregelen per variant.

Onderdeel	1 Nulvariant	2 Plan variant	3 Variant ecosysteemdiensten
Landbouw	Geen maatregelen Autonome ontwikkeling bekend afname landbouw areaal	Geen maatregelen Autonome ontwikkeling bekend afname landbouw areaal	Verbrede landbouw <u>Natuurkoeien</u> Omrastering begraasd deel inundatiegebied (2 x 50 ha, 4 toegangshekken, 4 roosters), 2x10 ha grasland (vluchtplaats) <u>Landschap en Plaagbestrijding</u> Aanleg akkerranden 88 ha Aanleg landschapselementen 44 ha <u>Waterberging en</u> <u>koolstofvastlegging</u> Niet kerende grondbewerking op akkerland 1513 ha Niet scheuren grasland 2363 ha
Natuur en landschap	Geen maatregelen Autonome ontwikkeling geen verandering in areaal	Uitbreiden EHS 80 ha (natte zone) Ecologische verbindingen (droge zone) Aanleg 100 ha bos Aanleg 6 ha heide Aanleg 1,5 ha stuifzand Aanleg 25 km houtwal Aanleg 30 ha bosjes	Uitbreiden EHS 80 ha (natte zone) Ecologische verbindingen idem planvariant Natte ecologische zone beekdal Bosschages in inundatiegebied 47 ha
Waterbeheer	Geen maatregelen Autonome ontwikkeling overstroming eens per 10 a 25 jaar	Aanleg waterbergingsgebied (500.000m ³) 100 ha Afgraven grond 250.000 m ³ Aanleg kaden 3 km (0.75m hoog, 10 m breed) Afvoer grond (225.000 m ³) Verondiepen sloten (2,5 ha) Dempen sloten (2,5 ha)	Waterbergend breed beekdal Aanleg oeverwal (25 km, 10m breed) Afgraven/herinrichten Inundatiegebied 192 ha (incl 80 ha EHS),
Recreatie	Geen maatregelen	Aanleg 20 km fietspad, 15 km ruitpad, 2 bruggen over beek 1 fietsersbrug over Eindhovenskanaal	Aanleg 20 km fietspad, 15 km ruitpad, 2 bruggen over beek 1 fietsersbrug over Eindhovenskanaal 4 gemarkeerde wandelroutes (20 km) in inundatiegebied 2 vogelhutten in inundatiegebied met droog toegangspad
Infrastructuur	Aanleg NOC Aanleg Natuurbrug Afwaardering A270	Aanleg NOC Aanleg Natuurbrug Afwaardering A270	Aanleg NOC Aanleg Natuurbrug Afwaardering A270
Stedelijke ontwikkeling	Nieuwbouw 7075 woningen (200 ha)	Nieuwbouw 7075 woningen (200 ha)	Nieuwbouw 7075 woningen (200 ha)

Tabel 20

Grondbalans (ha): huidig grondgebruik in het Rijk van Dommel en Aa, en voor drie ontwikkelingsvarianten.

Grondgebruik	Huidige situatie	Ontwikkelingsvariant		
		Nul	Plan	Ecosysteemdiensten
Totaal	15808	15808	15808	15808
Land- en tuinbouw	5479	5275	4996	4814
Akkerbouw	1044	1513	1513	1513
Grasland	3390	2740	2512	2363
Maisland	862	606	555	522
Bloembollen	17	37	37	37
Boomgaard, boomkwekerij, fruitkwekerij	133	333	333	333
Glastuinbouw	33	46	46	46
Natuur	5832	5832	5987	6072
Loofbos	1282	1282	1328	1332
Naaldbos	1268	1268	1314	1318
Heide ¹	71	71	79	79
Moeras en riet	89	89	89	89
Natuurgrasland	301	301	301	301
Groen in bebouwd gebied ²	2821	2821	2821	2821
Groen karakter			55	44
Akkerranden				88
Water	350	350	450	542
Zoet water	350	350	350	350
Waterberging			100	
Waterberging in natuur				192
Bebouwing	3443	3645	3645	3645
In Buitengebied	389	389	389	389
In Bebouwd gebied ³	3054	3256	3256	3256
Hoofdwegen en Spoorwegen	706	706	706	706
Recreatie			24	29
Fietspad			9	10
Ruiterpad			15	15
Wandelpaden				4
Bruggen			pm	
Oversteekplaatsen			pm	

Bron : LGN6, bewerkt LEI/Alterra. Afrondingsverschillen mogelijk.

¹ Inclusief open stuifzand en/of rivierzand.

² Gras, Bos en Kale grond in primair en secundair bebouwd gebied.

³ In primair en secundair bebouwd gebied.

De gevolgen van de verschillende ontwikkelingsvarianten op de arealen van de verschillende grondgebruiksvormen zijn weergegeven in de grondbalans voor het gebied (Tabel 20).

Binnen de totale oppervlakte van het studiegebied (15.808 ha) vindt tussen de varianten een verschuiving van het landgebruik plaats. In alle varianten neemt de oppervlakte landbouw af en de oppervlakte bebouwing, natuur en recreatie toe. Binnen het landbouwareaal vindt er een verschuiving plaats in de arealen van de verschillende bedrijfstakken. In overeenstemming met de landelijke tendens nemen de arealen akkerbouw, bloembollen, boomgaarden, boomkwekerijen, fruitkwekerijen en glastuinbouw toe en het areaal grasland en mais af. In de ecosysteemdienstenvariant neemt de oppervlakte natuur het meeste toe (bos en akkerranden) en neemt de tot water gerekend oppervlakte het meeste toe omdat daar het brede beekdal toe wordt gerekend. In de ecosysteemdienstenvariant is ook de oppervlakte aan recreatieve fiets- en wandelpaden groter, met name door aanleg van die voorzieningen in het brede beekdal.

5.6 Waarderen van welvaartseffecten (Stap 2)

5.6.1 Effecten van de varianten op het aanbod van ecosysteemdiensten

Naar verwachting leiden de verschillende ontwikkelingsvarianten tot een verandering in de levering van de ecosysteemdiensten. Van de fysieke veranderingen en welvaartseffecten is een schatting gemaakt (Tabel 21). De maatregelen die genomen worden ten behoeve van de ontwerpogave hebben ook invloed op andere ecosysteemdiensten dan die waar ze specifiek op gericht zijn. Zo zal inrichting van het beekdal voor wateropvang ten koste gaan van de landbouwproductie die daar nu plaatsvindt. De effecten hiervan zijn ingeschat om een indruk te krijgen of de omvang en de bijdrage van de ecosysteemdienst aan maatschappelijke welvaart toeneemt of afneemt. In de volgende secties wordt dit verder uitgewerkt voor de verschillende ecosysteemdiensten.

De kwantificering van de ecosysteemdiensten is op vrij globale wijze berekend. Er is hierbij veelal uitgegaan van vuistregels. De waarden moeten daarom als indicatief worden beschouwd. Bij verdere uitwerking van plannen gebaseerd op de ecosysteemdiensten verdient het de aanbeveling om de kwantificering met meer nauwkeurigheid vast te stellen. Dat kan bijvoorbeeld door meer gedetailleerde gegevens of modellen te gebruiken. Voor de doeleinden van deze studie is het indicatieve karakter voldoende (zie ook paragraaf 2.3).

Tabel 21

Verwachte fysieke en welvaartseffecten, en omvang van de welvaartseffecten bij verandering van ecosysteemdiensten in de varianten van het Rijk van Dommel en Aa.

Ecosysteem-dienst	Fysiek effect	Welvaartseffect	Naar verwachting omvangrijk welvaartseffect (ja/nee)	
Productiedienst	Landbouw	Afname landbouwproductie door afname areaal	Minder inkomsten uit landbouw	ja
	Biomassa	Afname biomassa uit landbouw door afname areaal (gewasresten), toename biomassa uit bos en natuur areaal door toename areaal (hout)	Minder inkomsten uit landbouw, meer uit bos- en natuur	nee
Regulerende dienst	Overstromings-bescherming	Toename gestuurde bovengrondse waterberging capaciteit	Afname van overstromingsrisico voor verschillende sectoren binnen en buiten studiegebied	ja
	Klimaatregulatie	Toename CO ₂ -vastlegging in bodem en gewas door verandering van management van landbouwgronden en door toename van bosareaal	Afname schade door klimaatverandering	ja
	Waterregulatie	Toename waterberging in de bodem door verandering van management van landbouwgronden	Afname schade door overstroming en afname kosten voor preventieve maatregelen	ja
	Luchtzuivering	Toename invang fijnstof door toename natuur- en bosareaal	Minder gezondheidsschade door luchtverontreiniging	nee
Culturele dienst	Recreatie	Toename in mogelijkheden voor wandelen, fietsen, paardrijden	Toename toegevoegde waarde recreatiesector	ja
	Woongenot	Verandering van woongenot door veranderingen in natuur, landschap en cultuurhistorie voor aanwonenden en bij nieuwe woningen	Toename toegevoegde waarde van huizen nabij/in groen	ja
	Natuurbeleving	Meer natte en droge natuur	Toename belevingswaarde, optiewaarde	nee
	Landschapsbeleving	Meer herkenbaar landschap rondom Dommel	Toename belevingswaarde, optiewaarde	nee

5.6.1.1 Productiediensten

Voedsel

In alle varianten neemt de ecosysteemdienst voedselproductie af doordat het landbouwareaal afneemt. In de planvariant vermindert het landbouwareaal (-5%) ten opzichte van de nulvariant door met name woningbouw, aanleg van bos en natuurterreinen en het waterbergingsgebied. In de ecosysteemdienstenvariant neemt het landbouw areaal verder af (-8%) doordat extra ruimte nodig is voor aanleg van het brede beekdal en extra groene infrastructuur. Verder wordt verwacht dat een deel van het areaal waarop voedsel wordt geproduceerd zal veranderen in sierteelt (boomkwekerijen, tuinplanten, bloembollen). Verwacht wordt dat vooral het areaal grasland en maisland zal verminderen (Tabel 20).

De veranderingen door aanleg van de NOC zijn hier buiten beschouwing gelaten enerzijds omdat die verandering in alle varianten gelijk is, anderzijds omdat de precieze verandering in arealen nog niet bekend is.

Water

De levering van drinkwater blijft gelijk in de verschillende varianten. De oppervlakte zoet water blijft in alle varianten gelijk, met dat verschil dat in de planvariant 2 waterbergingsgebieden worden aangelegd die bij hoogwater onderstromen, en dat in de ecosysteemdienstenvariant het brede beekdal in een deel van het jaar ook onderstroomt. Er wordt verwacht dat de aanvulling van grondwatervoorraden niet wezenlijk veranderen door de maatregelen in het gebied.

Biomassa

Verwacht wordt dat de productie van biomassa voor de verschillende varianten verschillend uitwerkt. Voor de nulvariant wordt verwacht dat de biomassa productie afneemt door afname van het areaal grasland en maisland. In de plan- en ecosysteemdienstenvariant wordt verwacht dat de biomassa productie toeneemt door toename van bos- en natuurterreinen. Echter, bos groei (relatief) langzaam en de eerste houtoogsten van nieuw aan te leggen bos zal niet binnen 30 jaar plaatsvinden. De eerste oogst valt daarmee buiten de planhorizon. Om deze reden is de biomassa uit hout niet verder gekwantificeerd.

Decoratieve bronnen

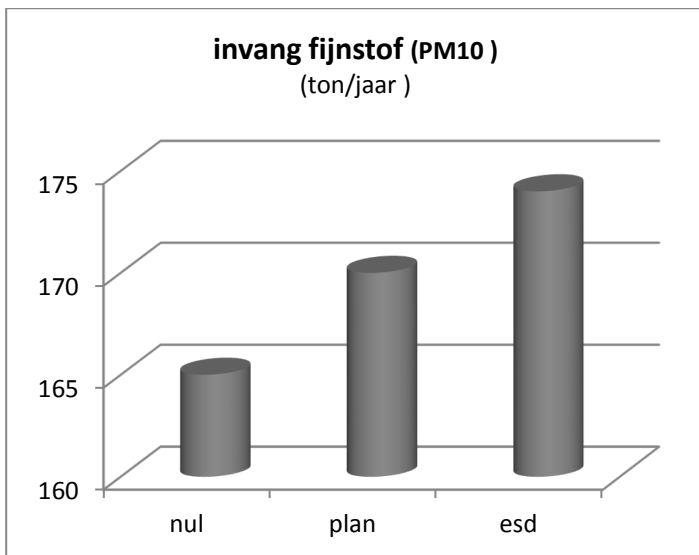
Het niveau van de productie van decoratieve bronnen neemt in alle varianten toe, met name door toename van het areaal boomkwekerijen (bomen en tuinplanten), bloemen en bloembollen (+150%). Een forse toename. In areaal blijft deze sector echter beperkt en neemt 7% van het landbouwareaal in en 2% van het gebiedsareaal.

5.6.1.2 Regulerende diensten

Luchtzuivering - Fijnstof (PM10) invang

Opgaande begroeiing zuivert de lucht door invang van verontreinigende deeltjes. Een belangrijke component van luchtverontreiniging is fijnstof (PM10). De berekeningswijze voor de hoeveelheid ingevangen fijnstof is beschreven in Bijlage 9. Bij de berekening is uitgegaan van jaar gemiddelde concentraties voor fijnstof en gemiddelde invangcapaciteit van begroeiingstypen. Dit kan uiteraard verschillen voor de situatie in het veld. De berekeningen moeten daarom als indicatief worden beschouwd.

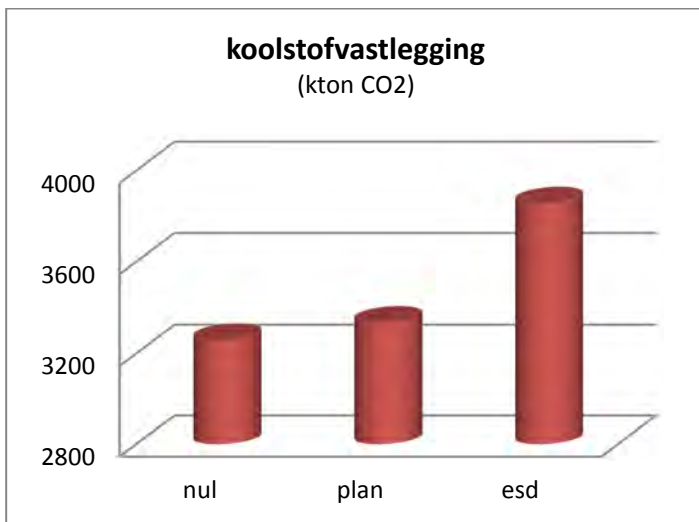
De geschatte hoeveelheid fijnstof die in het gebied wordt ingevangen, verschilt voor de ontwikkelingsvarianten (Figuur 28). In de ecosysteemdienstenvariant wordt in het gebied de grootste hoeveelheid fijnstof ingevangen, nl. 174 ton ha⁻¹ jaar⁻¹, 9 ton hoger dan in de nulvariant en 4 ton hoger dan in de planvariant. De hogere invang is het gevolg van meer hoog opgaande begroeiing als bos, houtwallen, moerasbos, en rietvegetatie (Tabel 20).



Figuur 28 Geschatte invang van fijnstof voor drie ontwikkelingsvarianten in het gebied Rijk van Dommel en Aa.

Klimaatregulatie - Koolstofvastlegging

Kooldioxide is één van de belangrijke broeikasgassen en driver voor klimaatverandering. Vastlegging van koolstof in vegetatie en bodem draagt bij aan verminderde kooldioxidegehalten in de atmosfeer. Voor de ontwikkelingsvarianten zijn globaal de hoeveelheden koolstof geschat die in de bodem en vegetatie worden vastgelegd door de genomen maatregelen (Figuur 29). Hierbij zijn vuistregels voor organische stofopbouw in de bodem gehanteerd. Tevens is ervan uitgegaan dat het beheer (niet kerende grondbewerking) in alle akkerbouw en graslandpercelen wordt toegepast. De berekeningswijze is beschreven in Bijlage 9.

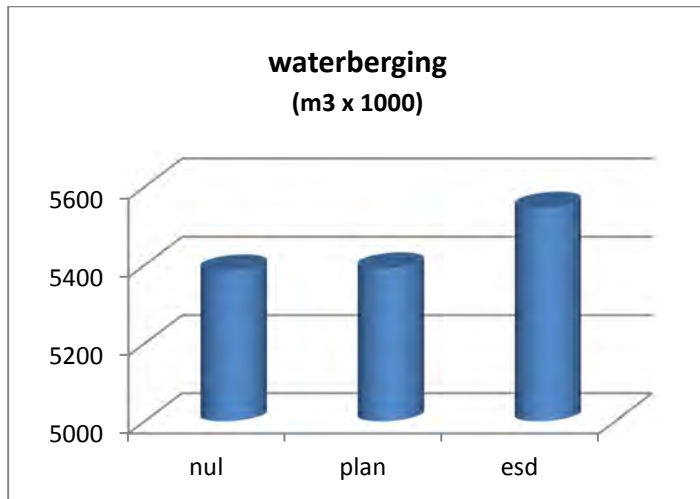


Figuur 29 Geschatte hoeveelheid vastgelegde koolstof in vegetatie en bodem voor drie ontwikkelingsvarianten in het gebied Rijk van Dommel en Aa over een periode van 30 jaar.

De vastgelegde hoeveelheid koolstof is verreweg het hoogst in de ecosysteemdienstenvariant en in de planvariant slechts iets hoger dan in de nulvariant. De maatregelen niet scheuren van grasland en aanleg van het moerasbos in het brede beekdal leveren de grootste bijdrage aan de koolstofvastlegging, elk voor zo een 33%. Niet-kerende grondbewerking draagt voor ongeveer 15% bij. De rest wordt vastgelegd door aanleg van overig bos en natuur.

Verstoringsbescherming - waterberging

Door toename van het organische stofgehalte in de bodem neemt het vermogen van de bodem toe om water vast te houden. De hoeveelheid water dat in de bodem wordt vastgehouden is geschat aan de hand van bodemfysische kentallen en toepassing van vuistregels voor de organische stofopbouw. Tevens is ervan uitgegaan dat het beheer (niet kerende grondbewerking) in alle akkerbouw en graslandpercelen wordt toegepast. De berekeningswijze is beschreven in Bijlage 9. De berekende hoeveelheid waterberging in de bodem is het grootst in de ecosysteemdienstenvariant (5.546.000 m³) (Figuur 30). De waterberging voor de nul- en planvariant zijn nagenoeg gelijk (5.386.000 resp. 5.392.000 m³). In de ecosysteemdienstenvariant wordt in de bodem circa 155.000 m³ meer water vastgehouden dan in de beide andere varianten.



Figuur 30 Hoeveelheid waterberging in het gebied Rijk van Dommel en Aa voor drie ontwikkelingsvarianten.

Waterregulatie

Door de toename van het vochtgehalte in de bodem neemt de vochtleverantie aan gewassen toe. Op droogtegevoelige gronden zal de gewasopbrengst daardoor toenemen. Dit effect zal dus alleen plaatsvinden bij de ecosysteemvariant omdat alleen in die variant het vochtgehalte in de bodem toeneemt. De toename van de gewasgroei is niet gekwantificeerd.

Verder worden in de plan- en ecosysteemdienstenvariant maatregelen genomen om verdroging te bestrijden. Deze leiden eveneens tot minder droogteschade in vooral de natuurterreinen.

Waterzuivering

In de ecosysteemdienstenvariant vervult het brede beekdal een functie voor wateropvang bij hoogwaterpieken in de Dommel. In het gebied ontstaat moerasbos en rietmoeras. Deze vegetatietypen zuiveren water door het invangen van zwevende deeltjes in het water (onder andere slib) waardoor het zicht verbeterd. Ook draagt de vegetatie bij aan zuivering van het water (opname nutriënten). Verder wordt door de bufferzone en bosschages in het beekdal voorkomen dat meststoffen uitspoelen naar de beek en bestrijdingsmiddelen verwaaien en in het water terecht komen. De waterkwaliteit zal hierdoor toenemen.

Erosiebescherming

Erosie is geen groot probleem in dit gebied. Tussen de verschillende varianten worden geen grote verschillen verwacht in erosie.

Bodemvruchtbaarheid

Het hoger gehalte aan organische stof in de ecosysteemdienstenvariant bevordert naast koolstofvastlegging, waterberging en vochtleverantie ook de bodemvruchtbaarheid. Bij verwerking van organische stof komen nutriënten vrij wat gewasgroei bevordert. De hogere opbrengst van het gewas is niet gekwantificeerd.

Bestuiving

Met de aanleg van groene infrastructuur en bloemrijke akkerranden ontstaat meer geschikt habitat waar bestuivende insecten voedsel en leefgebied kunnen vinden. Hierdoor zal de bestuivingsdienst toenemen. De bestuivende insecten nemen in aantallen toe en verspreiden zich beter over het landschap waardoor ze makkelijker bij de te bestuiven gewassen komen en de bestuiving dus beter zal verlopen. Door de aanleg van groene infrastructuur zal de bestuivingsdienst in de plan- en ecosysteemdienstenvarianten toenemen ten opzichte van de planvariant. In de ecosysteemdienstenvariant zal de dienst hoger zijn dan in de planvariant door de aanleg van een extra oppervlakte aan groene infrastructuur waaronder akkerranden. De toename in bestuivingsdienst is niet gekwantificeerd.

Natuurlijke regulatie - plaagregulatie

Met de aanleg van groene infrastructuur en akkerranden nemen niet allen voor bestuivende insecten de mogelijkheden toe om zich door het landschap te verspreiden, maar ook voor plaagregulerende insecten. Hierdoor kunnen de plaagbestrijders beter in de gewassen doordringen en plaaginsecten bestrijden. Dit zal ten goede komen van gewasopbrengsten. Het effect op de gewasopbrengst is niet gekwantificeerd. Ook hoeven er minder bestrijdingsmiddelen gebruikt te worden. Dit wordt bij de paragraaf waardering verder besproken.

5.6.1.3 Habitatdiensten

Habitatfuncties

Door aanleg van het brede beekdal ontstaat een nieuw ecosysteem langs de beek met specifiek habitat voor planten en diersoorten van moeras en beekbegeleidende ecosystemen. Door aanleg van de groene infrastructuur en akkerranden ontstaat een netwerk van habitat waar veel planten en dieren voedsel en leefgebied vinden. Door de groene infrastructuur kan uitwisseling tussen dier- en plantpopulaties plaatsvinden die in gescheiden natuurgebieden leven. Hierdoor neemt de overlevingskans voor soorten toe. Door uitbreiding van bos en natuurterreinen worden populaties van kwetsbare soorten beter beschermd. In de planvariant wordt al flink geïnvesteerd in versterking van de groene infrastructuur waardoor habitatfuncties toenemen. In de ecosysteemdienstenvariant nemen de habitatdiensten verder toe door de extra investering in groene infrastructuur, akkerranden en ecologische waterberging. Effecten zijn niet gekwantificeerd.

5.6.1.4 Culturele diensten

Esthetische informatie

Aanleg van nieuwe natuur en landschappelijke elementen leidt tot een hogere landschappelijke kwaliteit. Meer groen in het gebied geeft ook meer mogelijkheid voor wonen nabij het groen. Mensen waarderen het wonen nabij groen waardoor de huizenprijzen in dergelijke gebieden hoger zijn. De effecten zijn gekwantificeerd in de waarderingsparagraaf (paragraaf 5.8).

Recreatieve entourage

Door toename van de bevolking in de regio wordt verwacht dat het aantal recreanten in het case-studiegebied zal toenemen. Dit komt overeen met bevindingen in de literatuur (Goossen *et al.*, 2010) die aangeven dat bezoek aan bos- en natuurgebieden zal toenemen als gevolg van bevolkingsgroei en vergrijzing. Door aanleg van extra bos, natuur en groene infrastructuur en van extra fietsroutes neemt de aantrekkelijkheid en toegankelijkheid en de opvangcapaciteit in het landschap toe. Hierdoor wordt verwacht dat de recreatie in de planvariant en de ecosysteemdienstenvariant toenemen ten opzichte van de nulvariant.

Voor het gebied zijn geen telgegevens bekend van het huidige aantal recreanten of schattingen van het toekomstige aantal. Daarom is een schatting gemaakt van het aantal recreanten, dat het gebied bezoekt en van de opvangcapaciteit van het gebied. De berekeningswijze is vermeld in Bijlage 9. Er is alleen gekeken naar wandelrecreatie (wandelingen meer dan twee uur) en fietsrecreatie (fietsritten meer dan twee uur) (Tabel 22).

Tabel 22

Schatting van het huidig (2010) en toekomstig (2040) aantal recreanten in Rijk van Dommel en Aa.

	Aantal wandelaars	Aantal fietsers
Huidig aantal(2010)	1.271.050	1.183.400
Toekomstig aantal(2040)	1.360.800	1.266.900

Er wordt verwacht dat, op basis van de bevolkingstoename in de regio, het aantal recreanten in het Rijk van Dommel en Aa zal toenemen. Deze toename zal alleen plaatsvinden als het gebied ook voldoende opvangcapaciteit heeft. Ook deze is geschat (Tabel 23).

Tabel 23

Recreatieve opvangcapaciteit van het Rijk van Dommel en Aa voor drie ontwikkelingsvarianten.

	Nulvariant		Planvariant		Ecosysteemvariant	
	Wandelen	Fietsen	Wandelen	Fietsen	Wandelen	Fietsen
Opvangcapaciteit (mln/jaar)	2,15	0,94	2,35	1,05	2,41	1,08
Gebruik/vraag (mln/jaar)	1,36	1,27	1,36	1,27	1,36	1,27
Verschil met nulvariant (1)	-	-	0,19	0,11	0,26	0,14

(1) Als gevolg van afronding niet altijd exact aan het kolomverschil.

In Tabel 23 is te zien dat de opvangcapaciteit zowel voor wandelen als fietsen het hoogste is voor de ecosysteemdienstenvariant en het laagst voor de nulvariant. Dit wordt veroorzaakt doordat in de ecosysteemdienstenvariant het meeste bos en groene infrastructuur wordt aangelegd. Ook is in de tabel af te lezen dat er voor alle varianten voldoende opvangcapaciteit is voor wandelen. Voor fietsen is er echter in alle varianten een tekort aan opvangcapaciteit. Dat betekent dat aanleg van extra fietspaden tot extra recreatie zal leiden.

Inspirerende informatie

In de nulvariant neemt de landschappelijke kwaliteit af door het ontbreken aan gericht beleid om de landschappelijke structuren te behouden waardoor de samenhang in het gebied vervaagt en de beleving afneemt. Hiermee zal ook de inspirerende informatie afnemen. Ontwikkelingen in de planvariant en ecosysteemdienstenvariant zijn wel gericht op versterking van de landschappelijke structuur waarmee de inspirerende informatie wordt vergroot. In de ecosysteemdienstenvariant zal de inspirerende informatie nog verder toenemen door de ecologische waterberging en de koolstof vastlegging en waterberging in de bodem die tot de verbeelding zullen spreken en als voorbeeldprojecten tot inspiratie voor andere gebieden kan dienen.

Spirituele informatie

Het is niet bekend of er in spirituele zin gebruik wordt gemaakt van het gebied. Op de Strabrechtse heide is dat wel het geval. Door de verminderde landschappelijke kwaliteit in de nulvariant wordt voor de spirituele diensten verwacht dat deze zullen afnemen. Voor de plan- en ecosysteemdienstenvariant wordt aangenomen dat deze dienst op zijn minst gelijk blijft. De oppervlakte natuur neemt in deze varianten toe, waardoor de potentiële locaties toenemen.

Cognitieve informatie

Door afname van de landschappelijke kwaliteit zal ook de cognitieve informatie afnemen. In de planvariant en de ecosysteemdienstenvariant zal de cognitieve informatie op peil blijven of toenemen door de gestuurde of ecologische waterberging en de maatregelen om koolstof in de bodem vast te leggen.

5.6.1.5 Overzicht van de veranderingen in ecosysteemdiensten

In Tabel 24 is een overzicht gegeven van de geschatte trends voor de verschillende diensten bij de verschillende varianten.

Tabel 24

Verwachte trends in ontwikkeling van ecosysteemdiensten bij de nulvariant, de planvariant en de ecosysteemdienstenvariant.

Soort Ecosysteemdienst		variant		
		nul	plan	ecosysteemdiensten
Productiediensten				
1	Voedsel (bijv. Aardappels, graan, vis, wild, fruit)	↘	↓	↓
2	Water (bijv. drinkwater, irrigatie, koeling)	→	→	→
3	Biomassa (vezels, constructiehout, brandhout, veevoer, meststof)	↘	↗	↑
4	Genetische bronnen (bijv. voor gewasveredeling en medicinale doelen)	n.b.	n.b.	n.b.
5	Geneeskundige bronnen (bijv. biochemische producten, model en test organismen)	n.b.	n.b.	n.b.
6	Decoratieve bronnen (bijv. ambachtelijk werk, decoratieve planten, huisdieren, mode)	↗	↗	↗
Regulerende diensten				
7	Luchtzuivering (bijv. invang fijnstof, ammoniak etc.)	→	↗	↑
8	Klimaatregulatie (bijv. CO ₂ vastlegging, invloed vegetatie op regenval)	↘	↗	↑
9	Verstoringsbescherming (bijv. beschermng tegen storm, overstroming)	↘	↑	↑
10	Waterregulatie (bijv. natuurlijke drainage, irrigatie en voorkomen droogte)	↘	→	↑
11	Afval zuivering (met name water- en bodemzuivering)	→	→	↗
12	Erosiebescherming (voorkomen woestijnvorming, afspoelen grond, verwaaien grond)	→	→	→
13	Bodemvruchtbaarheid (inclusief bodemvorming)	→	→	↑
14	Bestuiving	→	↗	↑
15	Natuurlijke regulatie (bijv. zaadverspreiding, plaagregulatie)	→	↗	↑
Habitatdiensten				
16	Habitatfuncties	↘	↗	↑
17	Genetische diversiteit (met name genenbronnen bescherming)	n.b.	n.b.	n.b.
Culturele diensten				
18	Esthetische informatie	↘	↑	↑
19	Recreatieve en touristische entourage	→	↗	↑
20	Inspirerende informatie	↘	↗	↑
21	Spirituele informatie	↘	→	→
22	Cognitieve informatie	↘	↗	↑

Trend in Ecosysteemdienst	
→	blijft gelijk
↗	neemt licht toe
↑	neemt toe
↘	neemt licht af
↓	neemt af
n.b.	niet beoordeeld

Tabel 24 laat zien dat in de nulvariant voor veel ecosysteemdiensten een afnemende trend wordt verwacht. Voor de ecosysteemdienstenvariant echter, wordt voor meer dan de helft van de ecosysteemdiensten een positieve trend verwacht. Om de trends van de varianten in de Tabel 24 enigszins te vergelijken zijn de trends kwalitatief gewaardeerd door er punten aan toe te kennen: $\uparrow=2$ punten; $\nearrow=1$ punt; $\rightarrow=0$ punten; $\searrow=-1$ en $\downarrow=-2$ (\emptyset =niet beoordeeld). Met deze puntentelling scoort de ecosysteemdienstenvariant het hoogst, nl. 24 punten, de planvariant scoort 11 punten en de nulvariant scoort -10 punten. Dit laat zien dat voor het studiegebied het niveau van de ecosysteemdiensten achteruit zal gaan als maatregelen achterwege blijven en autonome ontwikkelingen doorgang vindt in het gebied. De planvariant en de ecosysteemdienstenvariant laten beide een positieve ontwikkeling zien met het verschil dat de ecosysteemdienstenvariant vooral op de regulerende diensten positiever scoort.

5.6.2 Waardering van veranderingen in het aanbod van ecosysteemdiensten

5.6.2.1 Opmerkingen vooraf

In deze paragraaf worden de kosten en baten van de verschillende maatregelen beschreven. Het moneteriseren van de effecten van de maatregelen gebeurt met een maatschappelijke kosten-baten analyse (MKBA). De berekeningen van fysieke en monetaire effecten zijn gebaseerd op ruwe schattingen en hebben een indicatief karakter. We beginnen met enkele algemene opmerkingen en bespreken daarna voor respectievelijk productiediensten, regulerende diensten, habitatdiensten en culturele diensten de bepaling van de welvaartseffecten.

In een MKBA wordt gesommeerd tot één bedrag, de (netto) contante waarde, conform de richtlijnen OEI (zie Koopmans, 2004). Bij de berekeningen zijn eenmalige investeringsbedragen, zoals voor natuurinrichting en jaarlijks terugkerende bedragen zoals de kosten voor beheer van natuur of de baten van afvang van fijnstof op één noemer gebracht. Dit is gebeurd door de effecten in te schatten over een langere periode (30 jaar). De kosten en baten zijn berekend door deze effecten in geld uit te drukken, waarbij de waardering is gedaan op basis van literatuur en eigen aanvullende berekeningen. Daarna zijn de toekomstige jaarlijkse bedragen, die dus verspreid in de toekomst optreden, 'vertaald' naar 2010 door een discontovoet van 5,5% per jaar toe te passen. In deze paragraaf worden de uitkomsten van de berekeningen gegeven. De rekenwijze en meer achtergronden bij de monetaire berekeningen in deze case worden gegeven in Bijlage 10. Tabel 25 geeft aan welke aannamen zijn gemaakt over de looptijd van de maatregelen.

Tabel 25

Looptijden van de maatregelen voor de plan- en ecosysteemdienstenvariant.

Maatregelen	Duur
<i>Productiediensten</i>	
Afname areaal land- en tuinbouw	2010 - 2027
Exploitatie land- en tuinbouw	2010 - 2040
Exploitatie natuurkoeienbedrijf (ESD)	2010 - 2040
<i>Regulerende diensten</i>	
Luchtzuivering	2010 - 2040
Klimaatregulatie: Niet kerende grondbewerking (ESD)	2010 - 2040
Aanleg waterberging (PLAN)	2010
Aanleg Inundatiegebied (ESD)	2010 - 2027
Beheer Inundatiegebied (ESD)	2010 - 2040
Bodemvruchtbaarheid: Niet kerende grondbewerking (ESD)	2010 - 2040
Plaagbestrijding: Inrichting groen karakter (ESD)	2010 - 2027
Plaagbestrijding: beheer Groen karakter (ESD, PLAN)	2010 - 2040
<i>Habitatdiensten</i>	
Aanleg natte zone PLAN	2010 - 2027
Beheer natte zone PLAN	2010 - 2040
Inrichting EVZ PLAN	2010 - 2027
Beheer EVZ PLAN	2010 - 2040
Inrichting groen karakter (PLAN)	2010 - 2027
Beheer Groen karakter (PLAN)	2010 - 2040
<i>Culturele diensten</i>	
Woningwaarde	Zie tekst
Aanleg recreatievoorzieningen (PLAN, ESD)	2010 - 2027

5.6.2.2 Productiediensten

Bij de productiediensten maken we onderscheid in de voedseldiensten, diensten die samenhangen met de huidige land- en tuinbouw in het studiegebied, en voedseldiensten die voortkomen uit het natuurkoeienbedrijf in het inundatiegebied.

Voedsel: land- en tuinbouw

Effecten op de primaire productie in de landbouw

De twee varianten leiden beide tot een geringere omvang van de primaire productie in de land- en tuinbouw ten opzichte van de autonome ontwikkeling. Dit komt voort uit de veronderstelling dat er geen veranderingen in kleine, maar economisch sterke sectoren optreden (glastuinbouw, boomkwekerijen, bloembollen en akkerbouw). De veranderingen komen dus 'terecht' bij grasland en maïsland. Deze krimpen naar rato van hun omvang.

Berekend is dat de melkveehouderij in de planvariant 302 ha in oppervlakte kleiner wordt. In de ecosysteemdienstenvariant is deze afname groter: 432 ha. De varkenshouderij levert 6 resp. 9 ha grond in, de legpluimveesector 1 ha in de planvariant en 2 in de ecosysteemdienstenvariant. We gaan er vanuit dat deze afname zich voordoet van 2010-2027, met een jaarlijks gelijk tempo. De berekening van de NTW is uitgevoerd met gegevens uit het Informatienet van het LEI op basis van het gemiddelde van jaren (2005 - 2009). De methode waarop de toegevoegde waarde is bepaald is beschreven in Gaaff *et al.* (2003). De resultaten van de berekeningen staan in Tabel 26 vermeld.

Tabel 26

Effecten op de netto toegevoegde waarde van de landbouw in de plan- en de ecosysteemdienstenvariant, voor verschillende bedrijfstakken (gemiddeld jaarbedrag in 1000 € /jaar).

Bedrijfstak	Planvariant	Ecosysteemdienstenvariant
Melkveehouderij	201	287
Varkenshouderij	16	24
Legpluimveehouderij	8	16

Kapitaal en arbeid landbouw

Naast welvaartseffecten in termen van minder netto toegevoegde waarde (kosten) leidt een krimpende landbouw ook tot baten voor de maatschappij, die voortkomen uit het beschikbaar komen van arbeid en kapitaal.

Voor arbeid is het cao-loon in de veehouderij als rekenprijs gebruikt: €29.200 (cao dierhouderij 2010-2012). De veronderstelling die hieraan ten grondslag ligt is dat het loon ongeveer gelijk is aan de productiewaarde die een eenheid arbeid voortbrengt. De omvang van het ingezette kapitaal is (per sector) afgeleid uit het Bedrijveninformatienet (het gemiddelde over de periode 2005 tot en met 2009). Voor kapitaal is een rekenprijs van 5% gehanteerd conform Gaaff *et al.*, 2003. De resultaten van de berekeningen van de baten zijn in Tabel 27 opgenomen.

Tabel 27

Baten in het Rijk van Dommel en Aa in de vorm van vrijkomend arbeid en kapitaal van de landbouw in de PLAN en de ESD variant, voor drie bedrijfstakken (gemiddeld jaarbedrag in 1000 € /jaar).

Bedrijfstak	Planvariant	Ecosysteemdienstenvariant
Melkveehouderij	68	98
Varkenshouderij	5	8
Legpluimveehouderij	2	5

Voedsel: Natuurkoeien

In de ecosysteemdienstenvariant wordt vanaf 2020 een extensief rundvleesproductiebedrijf in het Dommeldal gevestigd. Het gaat om een bedrijfsopzet met zo een 100 ha en 100 koeien. Voor de waardering van de vleesproductie ontbreken de gegevens om een volledige netto toegevoegde waarde schatting te geven. In plaats daarvan zijn saldoberekeningen voor min of meer vergelijkbare veehouderijsystemen gebruikt: zoogkoeien-houderij op natuurgraslanden (Corporaal en Van Os, 2002), met als uitgangspunt een veedichtheid van één zoogkoe per hectare, wat te vergelijken is met de opzet voor het Dommeldal. Het saldo voor vleesproductie is laag. We gaan uit van een saldo van -10 euro per zoogkoe per jaar (op basis van kwantitatieve informatie, 2011-2012). Dit saldo is exclusief bedrijfstoelagen en exclusief kosten voor arbeid en gebouwen. Kosten voor gebouwen nemen we niet mee, omdat we ervan uitgaan deze dieren meestentijds buiten verblijven. Verder veronderstellen we geen extra opbrengsten in verband met het speciale karakter (regionaal) van het vlees te opzichte van regulier vlees. Op basis hiervan bedragen de baten van deze dienst gemiddeld per jaar -246 euro.

Biomassa

Nieuw aangelegd bos moet eerst groeien voordat er biomassa kan worden geoogst. Het nieuwe bos in het studiegebied zal vanaf een leeftijd van circa 35 jaar bijdragen aan de houtproductie. We nemen daarom aan dat het nieuw aangeplante bos in de periode 2010-2040 de dienst houtproductie nog niet levert en dus binnen de planperiode van 30 jaar geen welvaartseffecten oplevert.

5.6.2.3 Regulerende diensten

Luchtzuivering/ fijnstof invang

De aanleg van extra natuur in beide varianten, waaronder ook bos, heeft positieve effecten op de volksgezondheid vanwege extra afvang van fijn stof. In de planvariant betekent dit, als de extra natuur is aangelegd, een extra afvang van fijn stof van 5000 kg/jaar, in de ecosysteemdienstenvariant gaat het om 9000 kg per jaar (paragraaf 5.6). De welvaartseffecten kunnen worden gemonetariseerd op basis van de voorkómen gezondheidsschade door afvang van fijn stof en daarmee vermeden kosten van ziekenhuisbehandelingen. Hein (2011) berekent de welvaartseffecten met de totale kosten in Nederland voor PM10 vervuiling gedeeld door de totale PM 10 vervuiling uit Nederlandse bronnen. De waarde berekend door Hein (2011) bedraagt €10,60 per kg fijn stof. Het welvaartseffect van deze extra fijn stof-invang bedraagt in de planvariant € 6.570 per jaar gemiddeld over de planperiode. In de ecosysteemdienstenvariant is het effect €11.840 per jaar.

Klimaatregulatie-CO₂ vastlegging

De som van extra areaal bos en natuurterrein plus extra landbouwmaatregelen in de ecosysteemdienstenvariant om de koolstofvastlegging te vergroten leiden tot een extra vastlegging van CO₂ van 76 kton CO₂ in de plan variant en 597 kton CO₂ per jaar in de ecosysteemdienstenvariant. Voor het moneteriseren van de koolstofvastlegging kunnen marktprijzen voor CO₂ worden gehanteerd. Voor de berekening houden we €10 per ton aan. Dit betekent dat de baten voor klimaatregulatie per jaar in de Plan variant €12.950 per jaar, gemiddeld over de planperiode, bedragen. In de ecosysteemdienstenvariant zijn de baten duidelijk groter, namelijk € 101.700 per jaar.

Verstoringsbescherming-overstromingsbescherming

Bij de bepaling van de welvaartseffecten is het uitgangspunt dat de beide varianten niet verschillen in veiligheidsrisico voor overstroming.

De bepaling van de welvaartseffecten van veiligheid zijn in hoge mate afhankelijk van lokale omstandigheden. Toch hebben we in dit een poging gewaagd aan de hand van de studie 'Waarderen van water in een regionaal watersysteem' (Reinhard *et al.*, 2004). Ze hanteren een methodologie, die aansluit bij de in dit rapport (hoofdstuk 2.3) beschreven aanpak.

De maatschappelijke kosten van het vasthouden van water bovenstrooms hangen in hoge mate samen met het type maatregelen, de locatie en de objecten die met de hoge waterstand te maken krijgen. Een ruwe vertaling van de situatie uit de studie van Reinhard *et al.* (2004) leert dat dit kan oplopen tot 8,5 mln. euro per jaar (kosten per hectare bebouwd gebied uit Tabel 20 omvang bebouwd

gebied in Rijk van Dommel en Aa). De condities in ons studiegebied wijken dermate af, dat deze kosten tot een fractie hiervan terug kunnen lopen (bijvoorbeeld 10%). Overigens zijn deze kosten voor beide varianten gelijk. De baten benedenstrooms, die ook voor beide varianten gelijk zijn, zijn bepaald op basis van een saldo van €10 per ha, en zijn van toepassing verondersteld op het gehele studiegebied (15.800 ha). Dit betekent maatschappelijke baten gemiddeld per jaar van €40.380 van 2010-2040.

Investerings in waterberging

De waterbergingsopgave in het gebied Dommeldal bedraagt maximaal 500.000 m³ (Figuur 27), in het gebied de Urkhovense Zeggen bij Geldrop ligt een bergingsopgave van maximaal 100.000 m³. In totaal gaat het dus om 600.000 m³.

We hebben voor de bepaling van de investeringen in de planvariant gebruik gemaakt van het Hoofdrapport pilotprogramma Waterberging & Natuur (Van Ek *et al.*, 2008). Hieruit is een eenheidsprijs voor investeringen in waterberging afgeleid van €20.000 per ha. In ons studiegebied betekent dit (bij 120 ha waterberging) een investering (in 2010) van 2,4 mln. euro. We schrijven deze investering af in 30 jaar en rekenen jaarkosten van 5.4%. Deze leidt tot maatschappelijk kosten van €67.000 gemiddeld per jaar.

Baten als gevolg van minder benodigde waterberging

In de ecosysteemdienstenvariant is het bodembeheer in de land- en tuinbouw onder andere gericht een vergroting van de waterbergingscapaciteit. Ten opzichte van de nulvariant wordt 155.000 m³ extra bergingscapaciteit gerealiseerd (Figuur 30). Dit betekent dat een waterberging met een oppervlakte van zo een 32 ha achterwege kan blijven. Investerings van zo een €400.000 euro kunnen worden uitgespaard, dit levert welvaartseffecten op van gemiddeld €17.660 per jaar.

Bodemvruchtbaarheid

In de ESD variant wordt de bodemvruchtbaarheid verbeterd via het niet meer scheuren van grasland. In totaal wordt er in Nederland jaarlijks circa 13% van het graslandareaal gescheurd. Dit gescheurde grasland wordt weer opnieuw ingezaaid met gras (herinzaai, 7%) of maakt deel uit van een wisselbouwsysteem (6%) met andere gewassen, bijvoorbeeld maïs, aardappelen of bloembollen (Hoving en Bussink, 2002).

In de bepaling van de effecten gaan we ervan uit dat volledig herinzaai van grasland (7% van het areaal in het studiegebied) vervangen wordt door volledig doorzaaien van grasland en dat dit jaarlijks wordt doorgevoerd. Doorzaaien is goedkoper dan herinzaai van grasland: € 310 per ha tegen € 920 per ha bij herinzaai (KWIN). Voor het studiegebied betekent dit baten van € 56.670 gemiddeld per jaar.

In akkerland wordt niet-kerende grondbewerking toegepast waardoor het organische stofgehalte toeneemt. Bij niet kerende grondbewerking worden brandstofkosten en materiële kosten uitgespaard. We hebben hierover echter geen gegevens en nemen dit als PM post mee.

De effecten van een hoger organisch stofgehalte (door niet scheuren en niet kerende grondbewerking) op de gewasopbrengsten zijn nog onvoldoende duidelijk en zijn daarom als PM opgenomen in Tabel 32 met de welvaartseffecten.

Natuurlijke Plaagbestrijding

In de ecosysteemdienstenvariant wordt 44 ha groen aangelegd, met als functie naast natuur plaagbestrijding. Het gaat hierbij om houtwallen, boomsingels en bosjes (natuurtype L.01.04). We zijn uitgegaan van de aanleg van deze landschappelijke elementen 17 jaar duurt en in 2027 gereed is. We nemen bij de kosten alleen de beheerkosten op. Deze bedragen €1.500 per ha (SNL, onderhoud landschapselementen) en betekenen gemiddeld per jaar €19.990 aan kosten. De aanlegkosten laten we achterwege, omdat we ervan uitgaan dat deze veel lager zijn dan de beheerkosten. Verder is over de baten van deze maatregel voor de bescherming tegen plagen nog veel niet duidelijk en wordt dit als PM post opgenomen. Volgens de bedrijfsanalyse van het gebied is de hoeveelheid insecticide die in het gebied wordt gebruikt beperkt n.l. 73 kg (Bijlage 11). Bij gemiddelde kosten van €55 per kg

bestrijdingsmiddel (Bijlage 11) zou hier maximaal €4015 bespaard kunnen worden. Vanwege het geringe bedrag is dit verder niet meegenomen.

De landschapselementen dragen niet allen bij aan de dienst natuurlijke plaagbestrijding, maar ook aan de landschappelijke waarde en zijn daarmee van belang voor culturele diensten recreatie en esthetische informatie. Bovendien leveren ze een habitatdienst voor planten en dieren. De waardering daarvan wordt bij die diensten besproken.

5.6.2.4 Habitatdiensten

Oppervlakte natuur

In Tabel 20 zijn de veranderingen in de oppervlakten natuur weergegeven voor de verschillende varianten. De aanleg van nieuwe natuur zal enige tijd in beslag nemen. We houden hiervoor 17 jaar aan.

De kosten voor de aanleg en beheer van nieuwe natuur (Tabel 28) zijn afgeleid uit de normkosten, zoals die door de DLG worden gehanteerd (DLG, 2009) voor de aanleg van de verschillende natuurtypen. De kosten voor aanleg zijn jaarlijks 5.4%, over een periode van 30 jaar (Verburg *et al.*, 2011).

De kosten voor de aanleg van de EVZ zijn niet in de welvaartseffectentabel opgenomen, omdat ze tussen de varianten niet verschillen.

Tabel 28

Kosten voor aanleg en beheer van natuur voor twee varianten planvariant (PLAN) en ecosysteemdienstenvariant (ESD) (gemiddeld jaarbedrag in € /jaar) van 2010-2040.

Maatregel	Planvariant	Ecosysteemdienstenvariant
Aanleg EHS natte zone	37.940	n.v.t.
Beheer EHS natte zone	21.800	n.v.t.
Aanleg EVZ	35.160	35.160
Beheer EVZ	3.260	3.260
Aanleg inundatiegebied	n.v.t.	156.980
Beheer inundatiegebied	n.v.t.	1.920
Beheer 'Groen karakter'	24.980	19.990

5.6.2.5 Culturele diensten

Esthetische informatie: woongenot

In diverse studies is een positief verband vastgesteld tussen een groene woonomgeving en de huizenprijs. Een veel gebruikte werkwijze om in kaart te brengen wat mensen bereid zijn te betalen voor een groenere woonomgeving is de hedonistische prijzenmethode. Deze methode leidt de betalingsbereidheid voor natuurkwaliteit af uit de verhoogde woningprijzen van woningen in en nabij groen (en/of water) ten opzichte van woningen niet nabij groen die voor de rest vergelijkbaar zijn.

Voor de invloed van natuur en landschap op woningprijzen geldt eveneens dat het onbekend is op welke afstand de effecten zich precies voordoen. In de publieke discussie over openbaar groen worden afstanden van 500 en 300 meter als maxima genoemd. Voor deze studie hanteren we een grens van 300 m.

We hebben in onze case niet de informatie om een precieze berekening uit te voeren. Daarom kiezen we ervoor om te werken met verschillende veronderstelde aantallen woningen die profiteren van de aanwezigheid van extra natuur in de vorm van een fictief voorbeeld (om wel gevoel te krijgen voor de orde van grootte). Ter informatie: in totaal is een groei in aantal woningen voorzien van circa 7075 (q-waarde: hoeveel woningen ondervinden het effect). Met name 'Nuenen-West' (1575 woningen) mikt op het wonen bij groen.

Voor de p-waarden (hoe groot is het prijseffect van woningen) hanteren we als uitgangspunt een gemiddelde verkoopwaarde van woningen van € 240.000 (op basis van CBS, 2010) en een waarde-stijging van minimaal 4% en maximaal 8% als er natuur bijkomt (categorie A en categorie B) in Tabel 29. Deze percentages gelden niet voor woningen die al in de buurt van natuur liggen, maar er door de varianten meer natuur bij krijgen. Voor die woningen veronderstellen we dat de toename de helft is (2% tot 4% waardestijging, Categorie C). De berekeningen leiden tot de volgende resultaten (fictief voorbeeld).

Tabel 29

Effect op woningwaarde (huizen in een zone van 300 m tot nieuw groen).

Categorie huizen	Aantal woningen
A. Nieuwe Woningen bij nieuwe natuur	100
B. Nieuwe woningen bij bestaande natuur	100
C. Nieuwe natuur bij bestaande woningen	25
Enmalige effecten :	
	€ x miljoen
Baat bij 4% waardestijging	2,0
Baat bij 8% waardestijging	4,1
Uitgedrukt in gemiddeld jaarbedrag	
	€ x duizend/jaar
Baat bij 4% waardestijging	43
Baat bij 8% waardestijging	86

In de berekeningen is de eenmalige waardestijging uitgesmeerd over 20 jaar en verdisconteerd met 5,5%, wat leidt tot gemiddelde jaarbedragen van variërend van circa €43.000 tot €86.000.

Recreatie

De welvaartseffecten van de dienst recreatie bestaan uit kosten voor aanleg en onderhoud van extra voorzieningen, en uit baten, in geval er sprake is van een tekort aan recreatieve voorzieningen. We werken eerst de baten uit, daarna de kosten.

Baten van fietsen en wandelen

De recreatieve voorzieningen in het studiegebied worden uitgebreid. Dit betekent extra voorzieningen in bestaand agrarisch en natuurgebied en in nieuw aan te leggen natuur. De vraag hierachter is eigenlijk hoeveel extra recreatieve ontsluiting dit oplevert. Dit hangt onder meer af van de recreatieve kwaliteit van de al aanwezige voorzieningen; immers, indien de huidige voorzieningen al voorzien in de vraag, dan levert uitbreiding van de voorzieningen wel meer (fysiek) aanbod op maar niet meer gebruik en dus geen welvaartsverhoging. Vergelijking van de opvangcapaciteit met het daadwerkelijke gebruik geeft aan dat voor wandelen de capaciteit slechts voor 60% wordt benut (Tabel 23). Uitbreiding van de opvangcapaciteit zal dus - tenminste in kwantitatieve zin - weinig effect hebben op het aantal recreanten. Mogelijk bestaan er wel kwalitatieve tekorten, maar hierover hebben we geen gegevens voorhanden.

Voor fietsen ligt het anders. Daarvoor is de opvangcapaciteit kleiner dan het gebruik, zo een 35% tekort (Tabel 23). Er is dus sprake van een tekort en uitbreiding van de capaciteit zal waarschijnlijk tot een toename van het aantal recreanten leiden.

Op grond van de bevolkingsontwikkeling zijn de wandel- en fietstochten berekend in de nulvariant; deze zijn gehanteerd als vraag en zijn in de planvariant en ecosysteemvariant daaraan gelijk gesteld. Voor wandelen is er wel een fysiek effect, maar het welvaartseffect is op nul gesteld omdat, zoals geconstateerd, in de huidige situatie en ook in de nulvariant de huidige opvangcapaciteit al groter is dan het gebruik. Voor fietsen is gezien het tekort ervan uitgegaan dat de nieuwe capaciteit volledig benut wordt.

Op basis van de toename van het gebruik ten opzichte van de nulvariant is het effect gemonetariseerd (Tabel 30). Hierbij is uitgegaan van het kental van een besteding van (afgerond) €2,50 per

wandel/fietstocht (Continu Vrijetijdsonderzoek 2008-2009; bewerking Kenniscentrum Recreatie). De bestedingen van recreanten vertegenwoordigen de (bruto) omzet van de horecabedrijven. Deze zijn vervolgens teruggerekend naar netto toegevoegde waarde.

Tabel 30

Fysieke en welvaartseffecten vergroting toegankelijkheid voor recreatie.

Grootheid	Nulvariant		Planvariant		Ecosysteemvariant	
	Wandelen	Fietsen	Wandelen	Fietsen	Wandelen	Fietsen
Opvangcapaciteit (aantal x mln/jaar)	2,15	0,94	2,35	1,05	2,41	1,08
Gebruik/vraag (aantal x mln/jaar)	1,36	1,27	1,36	1,27	1,36	1,27
Verskil met nulvariant *	-	-	0,19	0,11	0,26	0,14
Welvaartseffect bestedingen (mln €/jaar)			-	0,28	-	0,35
Effect netto toegevoegde waarde (mln €/jaar)			-	0,08	-	0,11

* Als gevolg van afronding niet altijd exact aan het kolomverschil.

De baten over 30 jaar van fietsen bedragen (gemiddeld per jaar) € .30.970 in de planvariant en € 42.590 in de ecosysteemdienstvariant.

Baten van paardrijden

Het aantal km ruiterspaden in Noord-Brabant bedroeg in 2003 594 km (Van Hall, 2003). Het aantal paardensporters in Noord Brabant bedraagt circa 50 tot 75 duizend (Bergsma *et al.*, 2008). Al met al maakt 54% wel eens gebruik van bewegwijzerde routes. Dit cijfer is vergelijkbaar met de resultaten van het KNHS Paardensportonderzoek. De doelgroep voor het Brabantse ruiterroutenetwerk (dit zijn regionale routes) omvat ruim 30.000 paardensporters. Momenteel maakt slechts 6% gebruik van dit ruiterroutenetwerk (Korteweg Maris, 2006). Deze groep benut het netwerk slechts enkele keren per jaar. De hypothese op basis van dit beeld is dat er op dit moment geen behoefte bestaat aan extra ruiterspaden. We veronderstellen daarom dat er geen extra baten afkomstig van ruiterspaden zullen optreden.

Kosten recreatieve voorzieningen

In het studiegebied worden aangelegd: 10 ha aan fietspaden, 15 ha aan ruiterspaden en 4 ha aan wandelpaden. De gehanteerde kosten voor aanleg van deze paden zijn afkomstig van DLG (2009, normkostenbenadering). De kosten voor het beheer zijn afkomstig uit berekeningen van de standaardkostprijs voor directe werkzaamheden voor terreinbeheer voor gezamenlijke terrein-beherende organisaties, die de basis vormen voor de natuurtypologie Index Natuur en Landschap (Index NL) (Tabel 31).

Tabel 31

Kosten van recreatieve voorzieningen.

Recreatieve voorziening	Aanleg (€ ha ⁻¹ jr ⁻¹)	Beheer (€ ha ⁻¹ jr ⁻¹)
Fietspad	18.220	69,60
Wandelpad	2.880	56,66
Ruiterspad	4.800	6,26

De totale kosten voor recreatie over de planperiode zijn voor de planvariant 183 duizend euro en € 83.000 voor de ecosysteemdienstvariant. De totale baten bedragen voor de planvariant € 929.000 en 1,278 miljoen euro voor de ecosysteemdienstvariant.

5.7 Vergelijking van de ontwikkelingsvarianten

Een overzicht van de welvaartseffecten van beide varianten ten opzichte van de nulvariant is gegeven in Tabel 32. De berekeningswijze van de welvaartseffecten is gegeven in Bijlage 10.

In beide varianten zijn er kosten bij de ecosysteemdienst voedsel. Dit is een gevolg van de afname van het landbouwareaal in de varianten ten gunste van uitbreiding van natuur en woningbouw (Tabel 20). Hierdoor neemt de netto toegevoegde waarde (NTW) voor de landbouw af. In de ecosysteemdienstenvariant neemt het landbouw areaal en daarmee de NTW meer dan in de planvariant. Naast kosten levert een krimpende landbouw ook baten op doordat vrijkomende arbeid en kapitaal elders ingezet kan worden. De kosten van de afname in het landbouw areaal leiden echter tot baten bij de andere ecosysteemdiensten zoals luchtzuivering, overstromingsbescherming, natuur- en landschapsbeleving en recreatie. Naast de afname van de omvang van het landbouwareaal krijgt de landbouw ook een ander karakter in het gebied. Van de conventionele landbouw wordt meer overgeschakeld naar landbouw die belangrijke maatschappelijke diensten levert zoals waterberging en koolstofvastlegging. Door aanleg van houtwallen en akkerranden voor de natuurlijke plaagbestrijding nemen ook het landschappelijke waarden toe. Een landbouw die meer maatschappelijke diensten levert past goed in een gebied waar de uitloofunctie wordt versterkt.

Beide varianten leveren de ecosysteemdienst overstromingsbescherming door aanleg van een waterbergingsgebied. Het grote verschil echter is dat het in de planvariant een gebied is enkel voor wateropvang bij hoogwater terwijl in de ecosysteemdienstenvariant het waterbergingsgebied een multifunctioneel natuurlijk beekdal betreft. Voor eenzelfde hoeveelheid waterberging wordt in de ecosysteemdienstenvariant een groter areaal gebruikt dan in de planvariant, maar wordt het gebied tegelijkertijd ook gebruikt voor recreatie en lopen er natuurkoeien die lokaal vlees kunnen leveren ('Dommelkoeien'). Door de natuurlijke begroeiing in het gebied wordt tevens koolstof vastgelegd en wordt water en lucht gezuiverd. Omdat het gebied naar verwachting meer recreanten gaat trekken ontstaat er een gelegenheid om deze functies onder aandacht van de bezoekers te brengen waardoor de stad-land relaties versterkt kunnen worden, een van de doelen voor het gebied. Voor deze extra welvaartseffecten zijn extra investeringskosten nodig. De kosten van de investeringen zijn in de ecosysteemdienstenvariant €92.000 per jaar hoger dan in de planvariant. De baten zijn lastig in te schatten. In beide varianten staan hier directe baten tegenover in de vorm van waterveiligheid benedenstrooms. Deze kosten zijn zeer grove ramingen die bij eventuele uitvoering met nader onderzoek beter onderbouwd moeten worden. Ze geven echter wel een duidelijke indicatie dat er benedenstroom baathebbers profiteren van een verbeterde waterveiligheid. In de ecosysteemdienstenvariant staan er echter meer en hogere indirecte baten tegenover deze investering dan in de planvariant. Die staan echter onder de andere posten vermeld zoals de luchtzuivering, koolstofvastlegging en recreatie.

Voor wat de maatschappelijke welvaartseffecten laat Tabel 32 zien dat de varianten vooral verschillen in de omvang van de welvaartseffecten van de afzonderlijke diensten. Voor alle ecosysteemdiensten geldt dat de baten in de ecosysteemdienstenvariant hoger zijn dan in de planvariant. Daartegenover staan echter voor vrijwel alle ecosysteemdiensten hogere investeringskosten tegenover. Dit is geheel volgens verwachting. Immers we hebben in deze studie bewust een ecosysteemdienstenvariant opgesteld die meer ecosysteemdiensten zou opleveren. Om die extra ecosysteemdiensten te kunnen leveren worden in die variant extra ecosystemen aangelegd ten opzichte van de planvariant. Dit vergt extra investeringen waardoor de totale kosten van de ecosysteemdienstenvariant circa €129.000 op jaarbasis hoger zijn dan voor de planvariant. Deze extra investeringen genereren echter fors meer baten, namelijk €216.000 op jaarbasis, ofwel een netto welvaartseffect van €87.000 per jaar. Omgerekend voor de planperiode van 30 jaar zijn de baten van de ecosysteemdienstenvariant circa 6 miljoen euro hoger dan van de planvariant. De netto contante waarde van de ecosysteemdienstenvariant is circa 2 miljoen euro hoger dan van de planvariant, wat kan worden aangemerkt als 'maatschappelijke winst'.

Tabel 32

Welvaartseffecten van de varianten (contante waarde gemiddeld op jaarbasis, € x 1.000).

	Planvariant t.o.v. nulvariant		Variant ecosysteemdiensten opzichte van nulvariant		
	Baten	Kosten	Baten	Kosten	
Productiediensten	Voedsel: melkveehouderij	68	201	98	287
	Voedsel: Varkenshouderij	5	16	8	24
	Voedsel: Legpluimvee	2	8	5	16
	Voedsel: natuurkoeien	-	-	-0,2	
	Drinkwater				
	Biomassa	a	a	a	a
	Genetische bronnen				
	Geneeskundige bronnen				
Regulerende diensten	Decoratieve bronnen				
	Luchtzuivering	7		11	
	Klimaatregulatie	13		102	
	Benedenstrooms veiligheid	40	b	40	b
	Ander bodembeheer landbouw			18	
	Investeringen (kosten)		67		159
	Waterregulatie (irrigatie etc.)	pm		pm	
	Waterzuivering	pm		pm	
	Erosiebescherming				
	Bodemvruchtbaarheid:	0	0	57	c
Habitat-diensten	Bestuiving	pm	pm	pm	pm
	Plagbestrijding:	0	0	pm	20
	Habitatfuncties: oppervlakte natuur	+ pm	123	+ pm	38
Culturele diensten	Genetische diversiteit				
	Esthetische informatie: woongenot	43 - 86 d		43 - 86 d	
	Recreatie: fietspad	31	4	43	4
	Recreatie: ruiterspad		2		2
	Recreatie: wandelpaden		0,3		0,3
	Recreatie: vogelhutten				pm
	Recreatie: kunstwerken infrastructuur				pm
	Natuurbeleving (inspirerend/spiritueel/cognitief)	pm	pm	pm	pm
Landschapsbeleving (inspirerend/spiritueel/cognitief)	pm	pm	pm	pm	

a. Baten Biomassa (hout) doen zich voor buiten de planperiode en zijn daarom niet opgenomen.

b. De maatschappelijke kosten van het vasthouden van water bovenstrooms hangen in hoge mate samen met de type maatregelen, de locatie en de objecten die met de hoge waterstand te maken krijgen. Een ruwe vertaling van de case Gemert Bakel leert dat dit kan oplopen tot 8,5 mln. euro per jaar. De condities in ons studiegebied wijken dermate af, dat deze kosten tot een fractie hiervan terug kunnen lopen (bijvoorbeeld 10%).

c. De effecten op de gewasopbrengsten van NKG zijn nog onvoldoende duidelijk in beeld.\

d. Zie Bijlage 10 paragraaf 5.

5.8 Conclusie casus

1. Voor het Rijk van Dommel en Aa zijn twee ontwikkelingsvarianten onderscheiden: een planvariant en een ecosysteemdienstenvariant. De belangrijkste effecten van de planvariant op de voorkomende ecosysteemdiensten zijn een toename van de habitatfuncties doordat extra natuur (bos, heide, stuifzand, vennetjes) wordt aangelegd. Deze extra natuur levert ook een verbetering van onder andere de ecosysteemdiensten luchtzuivering, en koolstofvastlegging en van natuur- en landschapsschoon en aantrekkelijkheid voor recreatie. Deze toename leidt tot meer woongenot, meer recreatie (met name fietsen), schonere lucht en gunstige klimaateffecten. In de planvariant wordt een waterbergingsgebied technisch gerealiseerd (model badkuip, begroeid met gras) om overstromingsrisico's benedenstrooms te verminderen. In de ecosysteemdienstenvariant wordt extra natuur aangelegd ten opzichte van de planvariant, wordt de waterberging op natuurlijke wijze gerealiseerd en worden maatregelen in de landbouw genomen. Hierdoor neemt de levering van ecosysteemdiensten ten opzichte van de planvariant stevig toe. Zo neemt de luchtzuivering met ruim 2% toe, de koolstofvastlegging met 16%. De hoeveelheid waterberging blijft gelijk, maar wordt in deze variant op natuurlijke wijze gerealiseerd in een natuurlijk beekdal wat

mogelijkheden biedt voor landbouw (natuurkoeien) en recreatie. Verwacht wordt dat met name het aantal fietsers zal toenemen.

2. Voor de ontwikkeling van nieuwe ecosystemen (bos, houtwallen, moerasbossen) en aanpassing van het beheer (waterberging en verbrede landbouw) zijn extra investeringen nodig. Uit deze studie blijkt dat de extra maatschappelijke baten van deze investeringen, vergeleken met bestaande plannen waarin minder gebruik wordt gemaakt van ecosysteemdiensten, ruimschoots opwegen tegen de extra kosten van de investeringen. Een eerste globale verkenning laat zien dat voor het versterken van de groenstructuur voor recreatie, het aanleggen van een natuurgebied met waterberging en extensieve landbouw, het vergroten van waterberging en koolstofvastlegging in landbouwgronden hogere investeringskosten nodig zijn (circa 30% hoger) dan de maatregelen in voorziene plannen, maar dat de baten substantieel hoger zijn dan die van de bestaande plannen (circa 85-100% hoger). De netto contante waarde van de ecosysteemdienstenvariant wordt circa 2 miljoen euro hoger geschat dan van de planvariant. De extra kosten voor aanleg en beheer van bestaande ecosystemen zijn daarmee een goed renderende investering.
3. Voor aanleg van gestuurde waterberging zijn forse investeringen nodig. Bij de aanleg van een 'badkuip' model waterberging is waterberging de hoofdfunctie met enig nevengebruik zoals grasteelt, of (jong)vee-inscharing. Door te kiezen voor natuurcombinaties waarin de waterberging wordt gecombineerd met aanleg van natuur kunnen de waterbeheerders een oplossing (met eventueel lagere onderhoudskosten) kiezen die 'win-win' voor recreanten en natuurliefhebbers oplevert, en waarbij enkele boeren aan verbrede landbouw kunnen gaan doen, met toekomstperspectief en op korte termijn gecompenseerde kosten via de 'natuurkoeien'. Meer recreanten leveren een hogere potentiële inkomstenbron uit recreatie op. Horecaondernemers en boeren met boerderijwinkels kunnen daar van profiteren. De bewoners in bestaande, maar vooral in de nog nieuw te bouwen wijken nabij nieuw en bestaand groen, krijgen extra recreatieve voorzieningen en een gezonde leefomgeving.

6 Conclusie

In deze studie is de internationale TEEB benadering vertaald naar een TEEB aanpak voor de Nederlandse praktijk door toepassing in drie gebieden. Het doel daarvan is om de bijdrage van ecosystemen en biodiversiteit aan de maatschappelijke welvaart te illustreren. Er is een studie uitgevoerd in drie gebieden op basis van de best beschikbare informatie. Uit dit onderzoek worden de volgende conclusies getrokken.

De eerste twee stappen van de internationale TEEB benadering zijn het karteren en waarderen van welvaartseffecten. In deze studie zijn deze stappen uitgewerkt voor toepassing bij ruimtelijke ingrepen in Nederland tot een TEEB aanpak, waarmee de bijdragen van ecosystemendiensten aan maatschappelijke welvaart in beeld kunnen worden gebracht. **De conclusie uit de casestudiegebieden is dat de TEEB aanpak voor Nederlandse ruimtelijke opgaven werkt als daarbij de stappen van de aanpak systematisch worden gevolgd en worden toegespitst op de specifieke omstandigheden in het betreffende gebied.** De eerste stap is het karteren en kwantificeren van ecosystemendiensten: aan de hand van de TEEB lijst met ecosystemendiensten en informatie over land- en ruimtegebruik kunnen de ecosystemendiensten worden beschreven die in het gebied voorkomen. Door koppeling van ecosystemendiensten aan land- of ruimtegebruik wordt inzicht verkregen in de ruimtelijke verspreiding van ecosystemendiensten. Met algemene statistieken en gebiedsspecifieke informatie worden ecosystemendiensten gekwantificeerd. De fysieke omstandigheden bepalen welke ecosystemendiensten in een gebied voorkomen of ontwikkeld kunnen worden. De beleidsopgaven en maatschappelijke belangen bepalen welke ecosystemendiensten relevant en gewenst zijn en welke varianten verder meegenomen moeten worden in de analyse.

De tweede stap is het waarderen van welvaartseffecten: Vergelijking tussen verschillende varianten, met en zonder ecosystemendiensten, geeft aan hoe ecosystemendiensten worden beïnvloed. Deze veranderingen worden kwantitatief uitgedrukt. Vervolgens worden de welvaartseffecten in monetaire termen vastgesteld met hulp van waarderingstechnieken, zoals de productiefactor-methode (gebaseerd op marktprijzen), bestrijdingskosten-methode (bijvoorbeeld kosten voor bescherming tegen overstroming), hedonische prijsmethode (bijvoorbeeld effecten op woongenot door een veranderende omgeving) of keuze experimenten (gebaseerd op betalingsbereidheid). Op deze wijzen kan het verschil in waarde tussen planvarianten en ecosystemendienstenvarianten in monetaire termen worden uitgedrukt en de mate waarin ecosystemendienstenvarianten en dus het natuurlijk kapitaal, bijdragen aan maatschappelijke welvaart worden verduidelijkt.

De TEEB aanpak is in deze studie toegepast in drie gebieden met elk een specifieke beleidsopgave: (1) borgen van zoetwatervoorziening en waterveiligheid IJsselmeer, (2) versterken groen-blauwe karakter Rijk van Dommel en Aa en (3) openhouden jachthaven Schiermonnikoog. Om te kunnen experimenteren met de TEEB aanpak zijn voor deze gebieden bestaande planvarianten vergeleken met varianten waarin de benutting van ecosystemendiensten centraal staat, ecosystemendienstenvarianten genoemd. De casestudiegebieden illustreren in welke mate ecosystemendiensten kunnen bijdragen aan maatschappelijke welvaart. Ook helpen de casestudiegebieden om de mogelijkheden, beperkingen en onmogelijkheden van de TEEB aanpak zelf te verkennen.

Rond het **IJsselmeer** wordt in het kader van het Deltaprogramma gezocht naar maatregelen om de zoetwatervoorraad op zo'n manier te vergroten dat spuien van overtollig water in de Waddenzee mogelijk blijft en de waterveiligheid gegarandeerd blijft. Het CPB en PBL (Bos *et al.*, 2012) hebben daartoe verschillende dijkverhogingsvarianten opgesteld op basis van aannames over peilverhoging en peilfluctuatie. In deze casus hebben wij daar varianten met ecosystemendiensten aan toegevoegd. Deze bestaan uit dezelfde aannames over peilverhoging en peilfluctuatie als in de planvarianten, maar nu in combinatie met aanleg van natuurlijke vooroevers voor de waterveiligheid. De planvarianten en de ecosystemendienstenvarianten hebben vergelijkbare positieve effecten op de zoetwatervoorziening en de overstromingsbescherming. Aan de hand van de Willingness to pay (WtP) methode wordt

berekend wat de varianten bijdragen aan de maatschappelijke welvaart. Kenmerkend voor deze WtP methode is dat de bedragen appreciaties zijn die mensen maken, bijvoorbeeld de bereidheid tot betalen voor waterveiligheid of landschapsbehoud.

Uit de berekeningen aan de hand van de WtP-methode blijkt dat afhankelijk van de hierboven genoemde aannames over peilfluctuaties de ecosysteemdienstenvariant met vooroevers een netto contante waardeverschil oplevert van minimaal €78 miljoen tot maximaal € 367 miljoen in vergelijking met de dijkverhogingsvariant (in de periode tot 2100).

De extra waarde van de vooroevers, is afkomstig van het moerasgebied dat wordt gevormd dat hogere natuurwaardes en een aantrekkelijker landschap creëert. Bijzondere planten en dieren kunnen er leven (biodiversiteit) en de daar levende waterplanten zuiveren het water. Maaisel van moeras-vegetatie levert biomassa als grondstof voor onder meer biobased producten. Bovendien pakken vooroevers gunstiger uit voor recreatie en verhogen ze het woongenot voor mensen die rondom het IJssel- en Markermeergebied wonen. Hun uitzicht is bij vooroevers aantrekkelijker dan bij hoge dijken. Als hierbij ook nog eens de besparing van investeringskosten van minimaal 11 miljoen tot maximaal 77 miljoen euro wordt opgeteld als gevolg van de lagere kosten voor aanleg van vooroevers in vergelijking met de dijkverhogingen, dan dragen de ecosysteemdiensten van de vooroevers in het IJsselmeergebied significant meer bij aan maatschappelijke welvaart dan de conventionele dijkverhoging

In het **Rijk van Dommel en Aa** willen provincie en gemeenten dat het gebied meer benut kan worden als uitloopgebied voor de bewoners van Eindhoven en Helmond. Hiervoor moet het groen-blauwe karakter van het gebied worden versterkt door uitbreiding van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), versterking van ecologische verbindingzones, aanleg van een waterberging en versterking van recreatieve voorzieningen (Verhaak en Farla, 2011). In de ecosysteemdienstenvariant wordt het EHS-bosareaal in vergelijking met de planvariant nog meer uitgebreid, worden landschappelijke beplantingen aangelegd, wordt een natuurlijke waterberging in het Dommeldal gerealiseerd, worden maatregelen voor multifunctionele landbouw genomen, en worden extra recreatieve voorzieningen aangelegd. Deze benutting van ecosysteemdiensten levert een netto contante waarde op die €2 miljoen hoger ligt dan de planvariant, voor een planperiode van 30 jaar. Deze waarde is vooral afkomstig van het beekdal dat helpt om wateroverlast te voorkomen en effecten van klimaatverandering op te vangen. Het woongenot neemt toe door de vergroening van de leefomgeving in de ecosysteemdienstenvariant en de bewoners van het gebied krijgen ook meer mogelijkheden om te recreëren. De multifunctionele landbouw draagt bij via bodemvruchtbaarheid en minder broeikasgassen. Dit verklaart de extra impuls voor de maatschappelijke welvaart in het gebied, vergeleken met de planvariant.

In het casestudiegebied **jachthaven Schiermonnikoog** is de voornaamste opgave het toegankelijk houden van de jachthaven voor de pleziervaart in een Natura 2000 en Werelderfgoed gebied (UNESCO). De variant 'Lozen op Stroom', opgesteld door DLG (2012) wordt in deze toepassing als de 'planvariant' beschouwd. Deze planvariant gaat ervan uit dat kan worden meegelift met reguliere baggeractiviteiten van Rijkswaterstaat. De bagger wordt dan verspreid in een stromende vaargeul Lauwersoog-Schiermonnikoog. In de twee ecosysteemdienstenvarianten wordt de bagger gebruikt voor de aanleg van een vooroever. Bij de eerste ecosysteemdienstenvariant wordt bagger per vrachtwagen naar de locatie gebracht. Bij de tweede ecosysteemdienstenvariant wordt bagger met een persleiding naar de locatie gespoten.

In vergelijking met de planvariant, pakken beide ecosysteemdienstenvarianten slechter uit voor de maatschappelijke welvaart. Ze leveren op jaarbasis tussen de €31.000 en €134.000 minder op dan de planvariant. Dit wordt onder meer verklaard door het verdwijnen van het bestaande kweldergebied door aanleg van de vooroever. Hierdoor nemen de ecosysteemdiensten voedsel (vis, schelpdieren en biomassa (zee-aas) af en verdwijnt er foerageergebied voor bepaalde vogelsoorten. Een vooroever biedt waarschijnlijk wel een nieuw broedgebied voor andere vogels. De analyse laat daarnaast zien dat de ecosysteemdienstenvarianten slechter uitpakken voor de waterveiligheid. Door de dynamiek in het gebied kan verstuing van zand van de vooroever optreden waardoor de achterliggende dijk kan

verzwakken. Ook zijn de uitvoeringskosten van de ecosysteemdienstenvarianten nogal hoog, wat zich vertaalt in negatieve waarden.

De conclusie uit de drie casestudiegebieden is dat de TEEB aanpak **in ruimtelijke inrichtingsprojecten integrale oplossingen kan opsporen, waarbij ecosysteemdiensten een bijdrage leveren aan beleids- en maatschappelijke opgaven.**

In twee van de drie casestudiegebieden hebben de ecosysteemdienstenvarianten een positiever effect op de maatschappelijke welvaart dan vigerende planvarianten. In het derde casestudiegebied, de jachthaven van Schiermonnikoog, levert de planvariant de hoogste maatschappelijke welvaart. Dit wordt vooral verklaard door het negatieve effect van de ecosysteemdienstenvariant op waterveiligheid, het verdwijnen van het kweldergebied en de hoge uitvoeringskosten van de vooroeveraanleg. Kortom, niet alle ecosysteemdienstenvarianten hebben vanzelfsprekend een positief effect op de welvaart, dit hangt mede af van de aanwezige ecosysteemdiensten en de benutting daarvan.

De casestudiegebieden tonen ook dat **de extra bijdrage van ecosysteemdienstenvarianten aan maatschappelijke welvaart sterk kan variëren.** De ecosysteemdienstenvariant levert in de IJsselmeercasus een extra netto contante waarde van €78 tot €367 miljoen op, terwijl de variant in de Dommelcasus een extra netto contante waarde van €2 miljoen oplevert. Dit verschil wordt verklaard door een aantal zaken. Ten eerste is het lastig om kansen van omliggende ecosystemen te benutten wanneer de opgave te smal wordt afgebakend. Bij een smalle afbakening komen ecosysteemdiensten onvoldoende in beeld. Ten tweede verklaren verschillen in planperiode deze variatie. De planperiode loopt bij het IJsselmeercasestudiegebied tot 2100, terwijl de periode bij het Dommelcasestudiegebied slechts 30 jaar is. Ten derde wordt de variatie verklaard door de ruimtelijke verschillen tussen de planvariant en de ecosysteemdienstenvariant. Bij de casus IJsselmeer vraagt de ecosysteemdienstenvariant een grote ruimtelijke verandering, terwijl de ecosysteemdienstenvariant in de casus Dommel in feite voortbouwt op de planvariant, en er slechts enkele maatregelen aan toevoegt .

Samengevat resulteert de TEEB-aanpak voor de ruimtelijke opgaven in twee van de drie onderzochte casestudiegebieden in varianten die meer bijdragen aan maatschappelijke welvaart dan vigerende planvarianten doordat ze de waarde van ecosysteemdiensten beter benutten. Niet alleen worden in deze varianten decentrale beleidsopgaven aangepakt, maar ook wordt tegemoet gekomen aan andere maatschappelijke belangen op het gebied van recreatie, een mooie omgeving, bescherming tegen wateroverlast en luchtkwaliteit.

De casestudiegebieden maken duidelijk dat oplossingen met ecosystemen goedkoper kunnen zijn of meer baten opleveren dan de meer sectorale varianten. Met andere woorden, toepassen van de TEEB aanpak maakt de kansen en waarde van het natuurlijk kapitaal voor maatschappelijke welvaart zichtbaar. Het is aan beleidsmakers om deze kansen in de praktijk op te pakken en te benutten en in bredere context af te wegen. Experimenteren met en leren hoe dat kan, is daarvoor noodzakelijk.

7 Discussie

The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) is een wereldwijd initiatief dat aandacht vestigt op de economische voordelen van de biodiversiteit en op de toenemende kosten van verlies aan biodiversiteit en aantasting van ecosystemen. TEEB presenteert een benadering die besluitvormers kan helpen om de waarde van ecosysteemdiensten en biodiversiteit te herkennen, te demonstreren en te benutten (www.teebweb.org). Bewustwording wordt hierbij als een belangrijk middel gezien voor gedragsverandering van burgers, bedrijven en overheden.

De internationale TEEB benadering bevat echter nog geen uitgewerkte werkwijze die in concrete casestudiegebieden kan worden toegepast, maar benoemt slechts drie algemene stappen. Daarom was de ambitie van dit onderzoek 'TEEB voor gebieden' om de internationale TEEB-benadering uit te werken voor ruimtelijke ingrepen in Nederland en ermee te experimenteren. De casestudiegebieden dienen vooral als illustratie van de TEEB-aanpak. Het uitwerken van de 'TEEB voor gebieden' Nederland is een zoekproces geweest. Dit discussiehoofdstuk is gewijd aan de opgedane ervaringen in dit proces.

De studie leert dat toepassing van de TEEB aanpak nieuwe, integrale planvarianten oplevert voor gebiedsopgaven, die een hogere maatschappelijke welvaart kunnen opleveren dan vigerende planvarianten. Dit komt vooral omdat een ecosysteem meerdere diensten tegelijk levert, waardoor er synergie-effecten kunnen ontstaan. Een stapeling van ecosysteemdiensten maakt dat een ecosysteemdienstenvariant, in feite een meer natuurlijke variant, een aantrekkelijk alternatief voor de planvariant kan zijn omdat de natuurlijke variant bijdraagt aan meerdere maatschappelijke behoeften.

Uit de studie leren we dat de voornoemde synergie met andere ruimtelijke opgaven een kostenbesparing kan opleveren (vooroevers in het IJsselmeer). Voorwaarde is wel dat de TEEB aanpak in een vroeg stadium van het ruimtelijk inrichtingsproces wordt ingezet, waardoor mogelijke verbreding van de opgave met andere maatschappelijke opgaven nog mogelijk is. Ervan uitgaande dat integrale oplossingen en maatregelen die verschillende opgaven meekoppelen een breed draagvlak genieten, is de verwachting dat de TEEB aanpak in planningsprocessen ingezet kan worden om de implementatie van gekozen varianten te versnellen. Echter, dit is een veronderstelling, die niet is getoetst in dit onderzoek.

De resultaten ondersteunen het vermoeden dat het overnemen van varianten met ecosysteemdiensten van het ene naar het andere gebied niet automatisch tot (positieve) uitkomsten leidt. Dit betekent ook dat cijfermatige resultaten uit de TEEB-aanpak in een bepaald gebied niet zonder meer overgenomen kunnen worden in andere gebieden ('benefit transfer methode'), zonder de fysieke, maatschappelijke en tijdsaspecten in beschouwing te nemen (zie onder andere ook Hoofdstuk 4 in de Voorstudie van TEEB voor gebieden; Hendriks *et al.*, 2012). Een voorbeeld daarvan is de vooroever uit de casus IJsselmeer en uit de casus Schiermonnikoog. De vooroever in de casus IJsselmeer bestaat vooral uit een met riet en andere vegetatie begroeide geleidelijk olopemde onderwaterbodembodem die de achterliggende dijk beschermt tegen golfslag. Een vooroever in de casus Schiermonnikoog is een soort zandig eiland waarbij door de dynamiek van het systeem (wind) verstuiving van het zand kan optreden waardoor de achterliggende dijk juist mogelijk wordt verzwakt (DLG, 2012). De maatschappelijke welvaartseffecten van de twee vooroevers zijn door de fysieke kenmerken van het gebied compleet verschillend en zelfs tegengesteld.

We hebben bij het karteren en waarderen van de ecosysteemdiensten ervaren dat niet altijd voldoende betrouwbare data aanwezig waren. Er is steeds gebruik gemaakt van de best beschikbare informatie, maar soms waren exacte berekeningen niet mogelijk. Dit vormde geen wezenlijke belemmering voor de uitvoering van deze studie, omdat er op zichzelf bruikbare methoden beschikbaar zijn en het doel van de studie is om illustratieve casestudiegebieden uit te werken. Voor de casestudiegebieden waren gegevens over de fysieke omstandigheden (digitale bestanden van onder

andere bodem, grondwater, landgebruik, habitattypen) vrij makkelijk beschikbaar. Gegevens over productiediensten waren ruimer beschikbaar dan gegevens over regulerende en culturele diensten. Maar vooral de echte gebiedsspecifieke meetgegevens zijn schaars, dit omdat verzameling ervan veel tijd vergt en kostbaar is. Om tijd en kosten uit te sparen, zou kunnen worden nagegaan of het mogelijk is om een aantal zaken die toch steeds dienen te gebeuren, als basis te ontwikkelen, zoals de benodigde gebiedsinformatie. Verbetering van de basis datavoorziening kan hierbij helpen. Dit zou regionale gebiedspartijen helpen bij het toepassen van de TEEB aanpak in hun gebiedsopgave. Een voorbeeld is het project Digitale Atlas Natuurlijk Kapitaal (DANK, Braat en Hendriks, 2013) van het Rijk, waarin wordt gewerkt aan verbetering van een deel van (fysieke) data beschikbaarheid. Gegevensverzameling over de bereidheid om te betalen voor het behoud en de ontwikkeling van ecosysteemdiensten (Willingness To Pay, WTP) zijn tijdrovend en kostbaar. Gebruik van indicatieve kentallen is een mogelijk alternatief maar deze kunnen niet zonder meer klakkeloos in elk casestudiegebied toegepast worden. Kentallen vereisen bovendien een regelmatige actualisering, waarbij aansluiting gezocht dient te worden bij de ontwikkeling van nieuwe en bestaande methoden.

De vraag kan gesteld worden tot op welk detailniveau een TEEB aanpak moet worden toegepast. We suggereren om hier pragmatisch mee om te gaan en te focussen op de relevante ecosysteemdiensten, zoals in de casussen ook is gedaan. Van ecosysteemdiensten met een beperkte omvang of waarvan verwacht wordt dat ze geen of weinig verandering zullen ondergaan als gevolg van de maatregelen, is weliswaar belangrijk te weten dat ze voorkomen, maar ze hoeven niet uitgebreid gekarteerd en gewaardeerd te worden.

Een ander onderwerp van discussie zijn de monetaire waarderingsmethodieken (zoals Willingness To Pay en andere methoden). Waardering van niet op markten verhandelbare diensten blijft lastig. De methodieken zijn onderwerp van decennialange wetenschappelijke debatten en zijn zelf ook nog steeds in ontwikkeling. Er kunnen weliswaar met diverse methoden monetaire waarden worden berekend, maar niet alle waarden zijn even betrouwbaar of onderling vergelijkbaar waardoor ze soms als indicatief moeten worden beschouwd. In Nederland is de maatschappelijke kosten-batenanalyse (MBKA) bij het waarderen van investeringen in infrastructuur en bereikbaarheid overigens wel vrij gangbaar en goed geaccepteerd. Wat de toepassing van waarderingsmethodieken in het beleidsdomein natuur meer tot onderwerp van discussie maakt, is dat de effecten van varianten op natuur per geval verschillen. Ook is er een verschil hoe mensen de veranderingen waarderen waardoor het veelal niet mogelijk is om één kengetal voor de waardering van natuur te hanteren. Het is overigens de vraag of dat erg is, want bij keuzen tussen ruimtelijke varianten gaat het om relatieve verschillen tussen de varianten. Zolang dezelfde aanpak op alle varianten is toegepast kunnen de varianten op een betekenisvolle manier met elkaar vergeleken worden. Als de uitkomsten vooral bedoeld zijn voor het vergroten van de bewustwording dat ecosysteemdiensten positieve bijdragen kunnen leveren aan de aanpak van beleidsproblemen en daarbij ook positieve effecten hebben op maatschappelijke welvaart kunnen is de orde van grootte waarschijnlijk belangrijker dan het exacte bedrag.

We signaleren potenties voor de TEEB aanpak en hebben met de toepassing in de studiegebieden ook de meerwaarde van een betere benutting van ecosysteemdiensten expliciet gemaakt. Echter, wil de informatie ook daadwerkelijk gebruikt worden in concrete besluitvormingsprocessen, dan moet goed aangesloten worden bij de fase waarin de besluitvorming zich bevindt en bij de behoeften en vragen van de betrokken stakeholders. Deze bepalen dan mede de vraagstelling van de TEEB-studie en de varianten die in beschouwing worden genomen. Een dergelijke interactieve benadering met actoren uit de gebieden is in dit onderzoek niet gevolgd. We hebben ervaren dat het tijd kost om gegevens te verzamelen en te verwerken. Bij een verdere ontwikkeling van de TEEB-aanpak zou ook het aspect van de verkorting van de doorlooptijd beschouwd moeten worden, waarbij de uitdaging is een goede balans te behouden tussen snelheid en betrouwbaarheid.

We realiseren ons dat de verdere toepassing van de TEEB-aanpak alleen effectief kan zijn indien er interactie is met de plannings- of besluitvormingspraktijk en met input en feedback van de stakeholders. Alleen zo gaat de TEEB-aanpak verder dan het louter informeren, en kunnen kansen ook echt worden benut. De TEEB-aanpak zou onder meer gebruikt kunnen worden bij (i) verbreding van de opgave voor het gebied, (ii) om alternatieve duurzame varianten te ontwerpen, (iii) als basis om investeringsbeslissingen te nemen, (iv) als een uitbreiding van of aanvulling op de MKBA en (v) als

een monitoringsinstrument om ruimtelijke ingrepen ex-post te evalueren. Ook kan het op landelijke of regionale schaal worden gebruikt om trends in natuurlijk kapitaal te monitoren. Dit laatste is van belang in het kader van de Europese Biodiversiteitsstrategie. Het vermoeden is dat een interactief proces, met de TEEB-aanpak als hulpmiddel, kan leiden tot meer draagvlak voor de uitkomsten van het besluitvormingsproces, een verbeterde aansluiting bij de informatiebehoefte van beslissers en overbrugging van tegenstellingen tussen betrokken partijen. Het vervolgprogramma van TEEB Nederland, dat wordt uitgevoerd door het Planbureau voor de Leefomgeving, wil aansluiten bij lopende beleids- en besluitvormingsprocessen door het organiseren van interactie tussen beleidspraktijk en onderzoek.

Literatuur

- Acacia Water, (2012), Achtergrondrapportage Kosteneffectiviteitsanalyse: Kosteneffectiviteitsanalyse DPIJ – niet-veiligheidsmaatregelen. Acacia Water, Gouda.
- ARCADIS, (2009a). Passende Beoordeling Jachthaven Schiermonnikoog. 21 december 2009, Concept
- ARCADIS, (2009b). Quickscan baggerproblematiek jachthaven Schiermonnikoog. 21 oktober 2009.
- ARCADIS, 2011. Passende beoordeling voor het baggeren en verspreiden van baggerspecie in de waddenzee. 12 mei 2011, rapport C04021.002667
- Arndt, O., H. Dirks *et al.*, (2004). De Waddenzee regio. een sociaal-economische analyse, Prognos AG.
- Balmford, A., B. Fisher, R. E. Green, R. Naidoo, B. Strassburg, R. K. Turner en A. S. L. Rodrigues, 2011. Bringing Ecosystem Services into the Real World: An Operational Framework for Assessing the Economic Consequences of Losing Wild Nature. *Environmental & Resource Economics* 48(2): 161-175.
- Barbier, E.B., 2011. Pricing Nature. *Annual Review of Resource Economics* 3(1): 337-353.
- Bavaria, 2011. Duurzaam ondernemen. Jaarverslag 2010. Bavaria N.V., Lieshout.
- Beaumont, N.J., M.C. Austen *et al.*, 2007. Identification, definition and quantification of goods and services provided by marine biodiversity: Implications for the ecosystem approach. *Marine Pollution Bulletin* 54(3): 253-265.
- Bel, M. de, A. Schomaker en F. van Herpen, 2011. Meerwaarde Levende Waterbouw: een maatschappelijke kostprijsanalyse. Royal Haskoning in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst.
- Bergsma, M., E. Bruls en C. de Jonge, 2008. De paarden op, de lanen in - Recreatief paardrijden in het buitengebied Stichting Recreatie, Stichting Recreatie, Kennis- en Innovatiecentrum
- Berkhout, P., Bakker, T., Baltussen, W.H.M., Blokland, P.W., Bondt, N., Bont, C.J.A.M. de, Helming, J.F.M., Hietbrink, O., Horne, P.L.M. van, Janssens, S.R.M., Knijff, A. van der, Leeuwen, M.G.A. van, Linderhof, V.G.M., Smit, A.B., Solano, G., Tabeau, A.A., 2011. In perspectief; Over de toekomst van de Nederlandse agrosector. Den Haag, LEI, onderdeel Wageningen UR, LEI-rapport 2011-051
- Bervaes, J.C.A.M. en J. Vreke, 2004. De invloed van groen en water op de transactieprizen van woningen. J.C.A.M. Bervaes. J. Vreke. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 959.
- Bos, F., P. Zwaneveld en P. van Puijenbroek, 2012. Een snelle kosten-effectiviteitsanalyse voor het Deltaprogramma IJsselmeergebied. CPB Achtergronddocument. CPB, PBL, Den Haag.
- Boyd, J. en S. Banzhaf, 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63(2-3): 616-626.
- Braaksma, P.J. en A.E. Bos, 2007. Investeren in het Nederlandse Landschap – opbrengst: geluk en euro's. Ministerie van LNV, met bijdragen van MNP, SCP, RPB en Witteveen + Bos. Den Haag.

-
- Braat, L. en C.M.A. Hendriks, 2013. De Nederlandse Ecosysteem Assessment: Op weg naar een Digitale Atlas Natuurlijk Kapitaal (DANK). Eindrapport Voorstudie. Werkdocument. Alterra, Wageningen.
- Braat, L., en P. ten Brink, 2008. The cost of policy inaction. The case of not meeting the 2010 biodiversity target. study for the European Commission, DG Environment under contract: ENV.G.1/ETU/2007/0044 (Official Journal reference: 2007 / S 95 – 116033).
- Brinkhof, R., L. Boonen, J. van Esch, R. Christiaans en R. Akkermans, 2006. Dommeldal uit de verf. Integrale natuurvisie. Eindhoven, Tilburg. Grontmij Nederland bv, Dienst Landelijk Gebied.
- Brouwer, R., S. Hess, A. Wagtendonk en J. Dekkers, 2007. De Baten van Wonen aan Water: Een Hedonische Prijsstudie naar de Relatie tussen Huizenprijzen, Watertypen en Waterkwaliteit. IVM-VU, Rapport nummer E07-16, Amsterdam.
- CBD, 2010. COP 10 Decision X/2. Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020.
<https://www.cbd.int/decision/cop/?id=12268>
- CBS, 2012. Webmagazine dinsdag 25 september 2012 9:30. <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/landbouw/publicaties/artikelen/archief/2012/2012-3695-wm.htm>
- CBS, PBL, Wageningen UR, 2010a. Beschikbaarheid groen in de stad.
<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0299-Beschikbaarheid-van-groen-in-de-stad.html?i=13-46>
- CBS, PBL, Wageningen UR, 2010b. Beschikbaarheid groen om de stad. <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0451-Beschikbaarheid-van-groen-om-de-stad.html?i=12-131>
- Corporaal, J. en M. van Os, 2002. Zoogkoeienhouderij met Natuurgraslanden. Praktijkrapport 1. Praktijkonderzoek Veehouderij.
- Dankers, N., J. Gremer, E. Dijkman, S. Brasseur, K. Dijkema, F. Fey, Martinn de Jong en C. Smit, 2006. Ecologische Atlas Waddenzee. Texel, Imares.
- De Blaeij, A. en R. Verburg, 2011. Voor- en nadelen van het gebruik van natuurlandpunten bij het bepalen en moneteriseren van natuureffecten. Den Haag, LEI, LEI-nota 11-113.
- De Groot, R. B. Fisher, M. Christie, J. Aronson, L. Braat, J. Gowdy, R. Haines-Young, E. Maltby, A. Neuville, S. Polasky, R. Portela en Irene Ring, 2010a. Chapter 1. Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. In: P. Kumar (ed). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Earthscan.
- De Groot, R.S., R. Alkemade, L. Braat, L. Hein en L. Willemsen, 2010b. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity* 7(3): 260-272.
- De Jong, J.J., I.M. Bouwma en M.N. van Wijk, 2007. Beheerskosten van Natura 2000-gebieden. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 56.
- Dekkers, J. en E. Koomen. 2013. The monetary value of open space in urban areas: Evidence from a Dutch house price analysis. Chapter 13. In: C.M. van der Heide en W.J.M. Heijman. *The Economic Value of Landscapes*. London, Routledge.
- Deltaprogramma IJsselmeergebied, 2010. Atlas van het IJsselmeergebied. Den Haag.

-
- Deltares, 2011. Maatschappelijke kosten-batenanalyse Waterveiligheid 21e eeuw. 1204144-006-ZWS-0012, 31 maart 2011.
- Deltares, 2012a. Zoetwatervoorziening in Nederland: aangescherpte landelijke knelpuntenanalyse 21e eeuw. Deltares, 1205970-000-VEB-0013.
- Deltares, 2012b. Synthese van de landelijke en regionale knelpuntenanalyses. Fase 2 Deelprogramma zoetwater. Concept 6 april 2012
- De minister van Infrastructuur en Milieu, 2013. Beantwoording Kamervragen van de leden Jacobi en De Vries over de bereikbaarheid van de jachthaven op Schiermonnikoog. Brief aan de Tweede Kamer . RWS-2013/41830/139728
- De minister van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, 2008. Aanwijzingsbesluit Natura 2000-gebied Waddenzee, Directie Regionale Zaken, DRZO/2008-001.
- De Vlas, J., K. Borrius *et al.*, 2011. Natura 2000-doelen in de Waddenzee. Van instandhoudingsdoelen naar opgaven voor natuurbescherming.
- Vries, P. de, J.E. Tamis, J.T. van der Wal, R.G. Jak, D.M.E. Slijkerman and J.H.M. Schobben (2011). Scaling human-induced pressures to population level impacts in the marine environment; implementation of the prototype CUMULEO-RAM model. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 285.
- DLG, 2009. Berekening normkosten Inrichting met de SSK.Rapport in opdracht van IPO en LNV.
- DLG, 2012. Op stroom of op een eiland? Het open houden van de jachthaven al dan niet in combinatie met de ontwikkeling van een vooroever bij Schiermonnikoog.
http://www.rijkwaddenzee.nl/assets/pdf/dossiers/natuur-en-landschap/Op%20stroom%20of%20op%20een%20eiland%20%20definitieve%20versie%20081012%20_2_.pdf.
- EC, 2009. Impact Assessment Guidelines. European Commission, SEC(2009) 92, Brussels.
- Egoh, B., E. G. Drakou, M.B. Dunbar, J. Maes en L. Willemen, 2012. Indicators for ecosystem services : a review. Ispra, Italy, Joint Research Centre. JRC Scientific and policy reports, Report EUR 25456 EN.
- Ehrenfeld, D., 1988. Why put a value on biodiversity? In E.O. Wilson (ed), *Biodiversity*, Washington, DC: National Academy Press.
- Engelsman, S., 2011. Adviesrapport Natuurbeleving in het Waddengebied.
- Gaaff A., M.J. Stroomman en A.J. Reinhard, Inrichtingsvarianten van het Apeldoorns Kanaal: Toepassing van maatschappelijke kosten-batenanalyse in een interactief proces. Rapport 4.03.08. LEI, Den Haag, 2003a.
- Goossen, C.M.; Henkens, R.J.H.G.; Woltjer, I. (2010). Ontwikkeling behoefte aan recreatie-activiteiten en relatie met motieven : analyse vrijetijdsgegevens voor een herijking van recreatietekorten. Wageningen : Alterra, Alterra-rapport 2034
- Haines-Young, R. and M. Potschin, 2010. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. *Ecosystem Ecology: a new synthesis*. D. G. Raffaelli. Cambridge, Cambridge University Press.
- Hein, L. 2010. De kosten van PM10 luchtverontreiniging in Nederland. *Milieu* 5: 22-27.

-
- Hein, L. 2011. Economic benefits generated by protected areas: the case of the Hoge Veluwe forest, the Netherlands. *Ecology and Society* 16(2): 13.
- Heide, C.M. van der & F.J. Sijtsma (2011). Maatschappelijke waardering van ecosysteemdiensten; een handreiking voor publieke besluitvorming. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 273.
- Hendriks, C.M.A., 2011. Quick scan organische stof: kwaliteit, afbraak en trends. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 2128.
- Hendriks, Kees, Leon Braat, Arjan Ruijs, Petra van Egmond, Dick Melman, Martijn van der Heide, Chris Klok, Aris Gaaff en Frank Dietz, 2012. TEEB voor gebieden. Voorstudie. Wageningen, Alterra, Alterra rapport 2358.
- Hoving I.E. en D.W. Bussink, 2002. Verantwoord grasland vernieuwen. *Rundvee Praktijkkompas* december 2002, pp. 12-13.
- Janssen, L.H.J.M., V.R. Okker en J. Schuur, 2006. Welvaart en leefomgeving. Een scenariostudie voor Nederland in 2040. Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau en Ruimtelijk Planbureau.
- Jongbloed, R.H., J. T. van der Wal *et al.*, 2011. Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. Deelrapport Niet Nb-wetvergund gebruik, IMARES Rapport C170/11, ARCADIS rapport 075990726:C
- Jongeneel, R., L. Slangen, E. Bos, M. Koning, T. Ponsioen en J. Vader, 2005. De doorwerkingseffecten van natuurprojecten op de economie: financiële en economische analyse van kosten en baten. Wageningen UR in opdracht van MNP.
- Jonker, S.I., B.J.H. Koolstra *et al.*, 2011. Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. Deelrapport Vergund gebruik., ARCADIS rapport 075248083, IMARES rapport C172/11.
- Koetse, M. en R. Brouwer, 2013. Waardering van maatregelen en effecten peilstijging IJsselmeergebied. IVM-VU, Amsterdam.
- Koolstra, B.J.H. en R. H. Jongbloed (eds.), 2011. Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. Hoofdrapport, IMARES rapport C178/11, ARCADIS rapport 075419636:F
- Koopmans, C.C., 2004. Heldere presentatie OEI – aanvulling op de Leidraad OEI. SEO - Universiteit van Amsterdam, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Economische zaken.
- Korteweg Maris, Diana, 2006. Onderzoek ruiterecreatie en ruitertoerisme Kenniscentrum Toerisme & Recreatie.
- Kuikman, P.J., W.J.M. de Groot, R.F.A. Hendriks, J. Verhagen en F. de Vries, 2003. Stocks of C in soils and emissions of CO₂ from agricultural soils in the Netherlands. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 561.
- Kumar, P. (ed.), 2012. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Routledge.
- Luttik, J. en M. Zijlstra, 1997. Woongenot heeft een prijs; het waardeverhogend effect van een groene en waterrijke omgeving op de huizenprijs. Wageningen, SC-DLO, rapport 562.
- Lindeboom, H. en R. Jongbloed, 2007. Beantwoording kennisvraag effecten visserij op de Waddenzee (HDV 21), IMARES.

-
- Livestock Research Wageningen UR, 2011. Handboek Kwantitatieve informatie Veehouderij 2011-2012. Livestock Research Wageningen UR, Handboek 21.
- Meas *et al.*, 2011. A spatial assessment of ecosystem services in Europe: methods, case studies and policy analysis – phase 1. PEER Report No 3. Ispra: partnership for European Environmental Research.
- Maes *et al.*, 2012. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An analytical framework for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. Discussion paper. Draft version 8.3 (25/08/2012). [Contributions by Joachim Maes, Anne Teller, Camino Liqueste, Markus Erhard, Pam Berry, Benis Egoh, Leon Braat, Philippe Puydarrieux, Christel Fiorina, Fernando Santos, Maria Luisa Paracchini, Hans Keune, Heidi Wittmer, Ingeborg Fiala, Peter Verburg, Sophie Conde.]
- Melman, Th.C.P. en C.M. van de Heide, 2011. Ecosysteemdiensten in Nederland: verkenning betekenis en perspectieven. Achtergrondrapport bij Natuurverkenning 2011. WOt-rapport 111. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.
- Ministerie van Financiën, 2009. Kamerbrief inzake lange termijn discontovoet. IRF 2009-1171.
- Ministerie van LNV, 2006. Kentallen Waardering Natuur, Water, Bodem en Landschap: Hulpmiddel bij MKBA's, eerste editie. Den Haag.
- Nationaal Kompas Volksgezondheid, 2013. <http://www.nationaalkompas.nl/gezondheid-en-ziekte/functioneren-en-kwaliteit-van-leven/kwaliteit-van-leven/wat-is-kwaliteit-van-leven-en-hoe-wordt-het-gemetten/> laatst geraadpleegd 22 oktober 2013
- Nederlandse Vissersbond, 2008. Verstorings- en verslechteringstoets bij de aanvraag van een Nbwetvergunning voor de beroepsvisserij met vaste vistuigen op de Waddenzee.
- PBL, 2012. Watervraag en wateraanbod in het IJsselmeervoorzieningsgebied -achtergrondinformatie voor de kosten-effectiviteitsanalyse Deltaprogramma IJsselmeergebied. PBL, Bilthoven.
- Provincie Noord-Brabant, 2008. De bevolkings- en woningbehoefteprognose Noord-Brabant. Actualisering 2008. 's-Hertogenbosch, Provincie Noord-Brabant.
- Provincie Noord-Brabant, 2011. De bevolkings- en woningbehoefteprognose Noord-Brabant. Actualisering 2011. 's-Hertogenbosch, Provincie Noord-Brabant.
- Regionaal College Waddengebied, 2008. Léven in de Wadden. Beheer- & ontwikkelingsplan Waddengebied deel A.
- Regionaal College Waddengebied, 2011. Léven in de Wadden. Maatregelenprogramma. Beheer- & Ontwikkelingsplan Waddengebied deel C.
- Reinhard, A.J., P.J.T. van Bakel, A. Gaaff en K.H.M. van Bommel, 2004. Waarderen van water in een regionaal watersysteem. Den Haag, LEI, LEI-Rapport; 4.04.03.
- Reijneveld, A. J. van Wensem en O. Oenema, 2009. Soil organic carbon contents of Agricultural land in the Netherlands between 1984 and 2004. *Geoderma* 152 (2009): 231-238.
- Rosell, R.A., J.C. Casparoni en J.A. Galantini, 2001. Soil organic matter evaluation. In: Lal, R., Kimble, J.M., Follett, R.F., Stewart, B.A. (Eds.), *Assessment Methods for Soil Carbon*. In: *Advances in Soil Sciences*. CRC Press, Boca Raton, Boston, pp. 311-322.

-
- Ruigrok, E.C.M., R. Brouwer en H. Verbruggen, 2004. Waardering van Natuur, Water en Bodem in Maatschappelijke Kosten-batenanalyses. Aanvulling op de Leidraad OEI. Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij; Ministerie van Verkeer en Waterstaat; Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.
- RWS WD, 2008. Effectiviteit herstel- en inrichtingsmaatregelen voor KRW en Natura 2000. Wat ecologische monitoring ons heeft geleerd.
- SER, 2013. Missie van de SER. http://www.ser.nl/nl/raad/ser_kort/missie.aspx . Webpagina laatst geraadpleegd op 2 december 2013.
- Smit, M., B. de Vos *et al.*, 2004. De economische betekenis van de sportvisserij in Nederland. Den Haag, LEI.
- Silvis, H.J., C.J.A.M. de Bont, J.F.M. Helming, M.G.A. van Leeuwen, F. Bunte en J.C.M van Meijl, 2009. De agrarische sector in Nederland naar 2020; Perspectieven en onzekerheden. Den Haag, LEI, Rapport 2009-021.
- Sijtsma, F.J., A. van Hinsberg, S. Kruitwagen en F.J. Dietz, 2009. Natuureffecten in de MKBA's van projecten voor integrale gebiedsontwikkeling. PBL-publicatienummer 500141004, Bilthoven.
- Stroming, 2012. Oeverdijken: kans voor veiligheid en natuur. Bureau Stroming in opdracht van de 12Landschappen en de natuurlijke klimaatbuffercoalitie.
- TEEB, 2010. TEEB The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. TEEB, UNEP.
- Van den Boogaard, R., en H. Ullibroeck, 2010. MER Oostelijk deel van de stedelijke regio (MEROS). Samenvatting. Den Bosch, Arcadis,
- Van der Heide, C.M., en F.J. Sijtsma, 2011. Maatschappelijke waardering voor ecosysteemdiensten; een handreiking voor publieke besluitvorming. Achtergrond document bij natuurverkenning 2011. Wageningen, Wettelijke onderzoekstaken Natuur en Milieu. WOt-Werkdocument 273.
- Van Eekeren, N., en J. Bokhorst, 2010. Bodemkwaliteit en klimaatadaptatie onder grasland op het Utrechtse zand. Wageningen, Louis Bolk Instituut, Publicatienr. 2010-031 LbD.
- Van Eekeren, N, en J. Zaneveld-Reijnders, 2011. Bewust herstel van de natuurlijke buffercapaciteit van de bodem. Inhoudelijk rapportage 2010. Louis Bolk Instituut / ZLTO.
- Van Ek, Remco, Suzanne Stuijzand, Evelyn Belien, Victor Beumer, Theo Croese, Jaap Daling, Rudy van Diggelen, Eva Eigenhuijsen, Sandra de Goeij, Alberta Grotenboer, Patrick Hommel, Harry de Jong, Alex Kist, Janneke Klein, Leonieke Kruit, Marijn Kuijper, Harry van Manen, Johan Medenblik, Maarten Mouissie, Ad Olsthoorn, Jan den Ouden, Tim Pelsma, Joost van der Pol, Michel Riksen, Sabine van Rooij, Ute Sass-Klaassen, Francisca Sival, Uko Vegter, Linde Verbeek, Laurents ten Voorde, Rein de Waal, Yolanda Wessels, Saskia Zierfuss, 2008. Praktijkervaringen met waterberging in natuur(ontwikkelings)gebieden. RWS Waterdienst rapport nr. 2007.011; Alterra rapport nr. 1632
- Van Hall Instituut, 2003. Het paard op de recreatieve kaart. Samenvatting inventarisatie hippische recreatie Nederland. Leeuwarden: Van Hall Instituut Business Center.
- Van Och, R., 2011. Voordeurrecreatie in het Rijk van Dommel en Aa. Hogeschool Van Hall Larenstein.
- Van Oevelen, D., E. van den Bergh *et al.*, 2000. Literatuuronderzoek naar estuariene herstelmaatregelen. Brussel, Rapport Instituut voor Natuurbehoud, IN.R. 2000.4.

-
- Van Puijenbroek, P.J.T.M., F.G. Wortelboer en W. Ligtvoet, 2012. Natuureffecten van peilvarianten in het IJsselmeergebied - Analyse van de natuurpunten in de kosten effectiviteitanalyse van het Deltaprogramma IJsselmeergebied. PBL, Bilthoven.
- Van Wijk, M.O., M.H. Smit *et al.*, 2003. Regionaal-economisch belang van de Waddenzeevisserij. Den Haag, LEI.
- Vellinga, Th.V., P.J. Kuikman en A. van den Pol-van Dasselaar, 2000. Beperking van lachgasemissie bij het scheuren van grasland: een systeemanalyse. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 114-5.
- Verburg, R.W., A.L. Gerritsen & W. Nieuwenhuizen (2011). Natuur meekoppelen in ruimtelijke ontwikkeling: een analyse van sturingsstrategieën voor de Natuurverkenning. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 248.
- Verdonschot, P., 2010. Het brede beekdal als klimaat bestendige buffer in de veranderende leefomgeving. Wageningen, Alterra-Wageningen UR.
- Verhaak, D.J. en M. Farla, 2011. Rijk van Dommel en Aa. Intergemeentelijke structuurvisie. Naar een groenblauwe en recreatieve invulling van het gebied tussen Eindhoven en Helmond. RBOI, DHV.
- Vermeulen, J.P., 2009. Schetsschuit Middengebied Eindhoven-Helmond. Naar een robuuste groenblauwe infrastructuur. Tilburg, DLG.
- Vista, 2012. Regionaal landschapspark Dommel en Aa. Amsterdam, Vista.
- Waterdienst, 2012. Concept Natura 2000-beheerplan Waddenzee. Periode 2013-2018, Rijkswaterstaat, Waterdienst.
- Waterrecreatie advies, 2012. Oplegnotitie Haveninrichtingsplannen Cluster B, 'Het oostelijk Wad'. Lelystad
- Wetterskip Fryslân, 2008. Agendapunt 14 van de vergadering van het Algemeen Bestuur van 16 december 2008: Overdracht primaire waterkeringen Schiermonnikoog.
- Willemsen, L., 2010. Mapping and Modelling Multifunctional Landscapes. PhD.-thesis, Wageningen University.
- Witteveen en Bos, 2011. MKBA-kengetallen voor omgevingskwaliteiten: aanvulling en actualisering. Rotterdam, Witteveen en Bos. Rapport
- Wösten, J.H.M., G.J. Veerman, W.J.M. de Groot en J. Stolte, 2001. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks. Vernieuwde uitgave 2001. Alterra, Wageningen, Alterra-rapport 153.

Bijlage 1 Lijst met ecosysteemdiensten

Lijst met ecosysteem diensten zoals onderscheiden in TEEB (De Groot et al., 2010).

Service	Indicator	Service	Indicator
Provisioning		13. Soil formation and regeneration	e.g. bio-turbation
Food	Annual production (kg/ha)	14. Pollination	Number & impact of pollination species
Water	Total amount (m ³ /ha)	15. Biological regulation	Number & impact of pest-control species
Fiber & Fuel & other raw materials	Total biomass (kg/ha)	Habitat or supporting	
Genetic materials	Total gene bank value (e.g. number of species)	16. Nursery habitat	Number of transient species & individuals
Biochemical products and medicinal resources	Total amount of useful substances that can be extracted (kg/ha)	17. Genepool protection	Natural biodiversity, habitat integrity
Ornamental species and/or resources	Total Biomass (kg/ha)	Cultural & Amenity	
Regulating		18. Aesthetic appreciation of natural scenery	Number/area of landscape features with stated appreciation
Air quality regulation	Leaf area index, NO _x -fixation, etc.	19. Recreational opportunities	Number/area of landscape & wildlife features with stated recreational value
Climate regulation	Greenhouse gas balance (C-sequestration)	20. Inspiration for culture, art and design	Number/area of landscape features or species with inspirational value
Natural hazard mitigation	Water-storage (buffer) capacity in m ³	21. Spiritual & religious inspiration	Presence of landscape features or species with spiritual value
Water regulation	Water retention capacity in soils or at surface	22. Education & science opportunities	Presence of features with special educational and scientific value/interest
Waste treatment	Denitrification (kg N/ha/yr), immobilization in plants and soil		
Erosion protection	Vegetation cover root-matrix		

Bijlage 2 Lijst met milieu-impacts

Lijst met milieu-impacts zoals gepresenteerd in de European Impact Assessment Guidelines (EC, 2009).

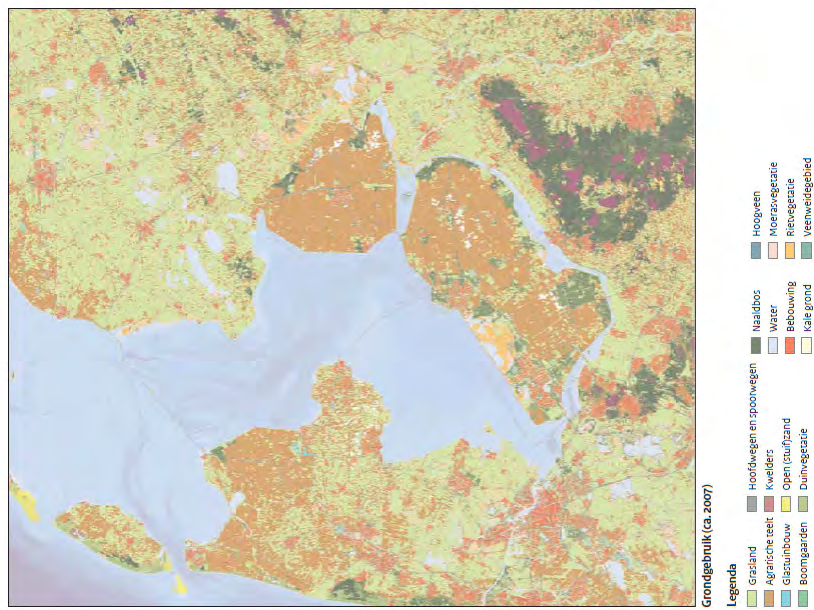
Economic impacts	Key questions
Functioning of the internal market and competition	<ul style="list-style-type: none"> • What impact (positive or negative) does the option have on the free movement of goods, services, capital and workers? • Will it lead to a reduction in consumer choice, higher prices due to less competition, the creation of barriers for new suppliers and service providers, the facilitation of anti-competitive behavior or emergence of monopolies, market segmentation, etc.?
Competitiveness, trade and investment flows	<ul style="list-style-type: none"> • What impact does the option have on the global competitive position of EU firms? Does it impact on productivity? • What impact does the option have on trade barriers? • Does it provoke cross-border investment flows (including relocation of economic activity)?
Operating costs and conduct of business/Small and Medium Enterprises	<ul style="list-style-type: none"> • Will it impose additional adjustment, compliance or transaction costs on businesses? • How does the option affect the cost or availability of essential inputs (raw materials, machinery, labour, energy, etc.)? • Does it affect access to finance? • Does it impact on the investment cycle? • Will it entail the withdrawal of certain products from the market? Is the marketing of products limited or prohibited? • Will it entail stricter regulation of the conduct of a particular business? • Will it lead to new or the closing down of businesses? • Are some products or businesses treated differently from others in a comparable situation?
Administrative burdens on businesses	<ul style="list-style-type: none"> • Does it affect the nature of information obligations placed on businesses (for example, the type of data required, reporting frequency, the complexity of submission process)? • What is the impact of these burdens on SMEs in particular?
Public authorities	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option have budgetary consequences for public authorities at different levels of government (national, regional, local), both immediately and in the long run? • Does it bring additional governmental administrative burden? • Does the option require the creation of new or restructuring of existing public authorities?
Property rights	<ul style="list-style-type: none"> • Are property rights affected (land, movable property, tangible/intangible assets)? Is acquisition, sale or use of property rights limited? • Or will there be a complete loss of property?
Innovation and research	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option stimulate or hinder research and development? • Does it facilitate the introduction and dissemination of new production methods, technologies and products? • Does it affect intellectual property rights (patents, trademarks, copyright, other know-how rights)? • Does it promote or limit academic or industrial research? • Does it promote greater productivity/resource efficiency?
Consumers and households	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option affect the prices consumers pay? • Does it impact on consumers' ability to benefit from the internal market? • Does it have an impact on the quality and availability of the goods/services they buy, on consumer choice and confidence? (cf. in particular non-existing and incomplete markets – see Annex 8) • Does it affect consumer information and protection? • Does it have significant consequences for the financial situation of individuals / households, both immediately and in the long run? • Does it affect the economic protection of the family and of children?
Specific regions or sectors	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option have significant effects on certain sectors? • Will it have a specific impact on certain regions, for instance in terms of jobs created or lost? • Is there a single Member State, region or sector which is disproportionately affected (so-called 'outlier' impact)?

Economic impacts	Key questions
Third countries and international relations	<ul style="list-style-type: none"> • How does the option affect trade or investment flows between the EU and third countries? How does it affect EU trade policy and its international obligations, including in the WTO? • Does the option affect specific groups (foreign and domestic businesses and consumers) and if so in what way? • Does the option concern an area in which international standards, common regulatory approaches or international regulatory dialogues exist? • Does it affect EU foreign policy and EU/EC development policy? • What are the impacts on third countries with which the EU has preferential trade arrangements? • Does it affect developing countries at different stages of development (least developed and other low-income and middle income countries) in a different manner? • Does the option impose adjustment costs on developing countries? • Does the option affect goods or services that are produced or consumed by developing countries?
Macroeconomic environment	<ul style="list-style-type: none"> • Does it have overall consequences of the option for economic growth and employment? • How does the option contribute to improving the conditions for investment and the proper functioning of markets? • Does the option have direct impacts on macro-economic stabilisation?
Social impacts	Key questions
Employment and labour markets	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option facilitate new job creation? • Does it lead directly or indirectly to a loss of jobs? • Does it have specific negative consequences for particular professions, groups of workers, or self-employed persons? • Does it affect particular age groups? • Does it affect the demand for labour? • Does it have an impact on the functioning of the labour market? • Does it have an impact on the reconciliation between private, family and professional life?
Standards and rights related to job quality	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option impact on job quality? • Does the option affect the access of workers or job-seekers to vocational or continuous training? • Will it affect workers' health, safety and dignity? • Does the option directly or indirectly affect workers' existing rights and obligations, in particular as regards information and consultation within their undertaking and protection against dismissal? • Does it affect the protection of young people at work? • Does it directly or indirectly affect employers' existing rights and obligations? • Does it bring about minimum employment standards across the EU? • Does the option facilitate or restrict restructuring, adaptation to change and the use of technological innovations in the workplace?
Social inclusion and protection of particular groups	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option affect access to the labour market or transitions into/out of the labour market? • Does it lead directly or indirectly to greater equality or inequality? • Does it affect equal access to services and goods? • Does it affect access to placement services or to services of general economic interest? • Does the option make the public better informed about a particular issue? • Does the option affect specific groups of individuals (for example the most vulnerable or the most at risk of poverty, children, women, elderly, the disabled, unemployed or ethnic, linguistic and religious minorities, asylum seekers), firms or other organisations (for example churches) or localities more than others? • Does the option significantly affect third country nationals?
Gender equality, equality treatment and opportunities, non -discrimination	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option affect the principle of non-discrimination, equal treatment and equal opportunities for all? • Does the option have a different impact on women and men? • Does the option promote equality between women and men? • Does the option entail any different treatment of groups or individuals directly on grounds of sex, racial or ethnic origin, religion or belief, disability, age, and sexual orientation? Or could it lead to indirect discrimination?
Individuals, private and family life, personal data	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option impose additional administrative requirements on individuals or increase administrative complexity? • Does the option affect the privacy, of individuals (including their home and communications)? • Does it affect the right to liberty of individuals? • Does it affect their right to move freely within the EU? • Does it affect family life or the legal, economic or social protection of the family? • Does it affect the rights of the child? • Does the option involve the processing of personal data or the concerned individual's right of access to personal data ?

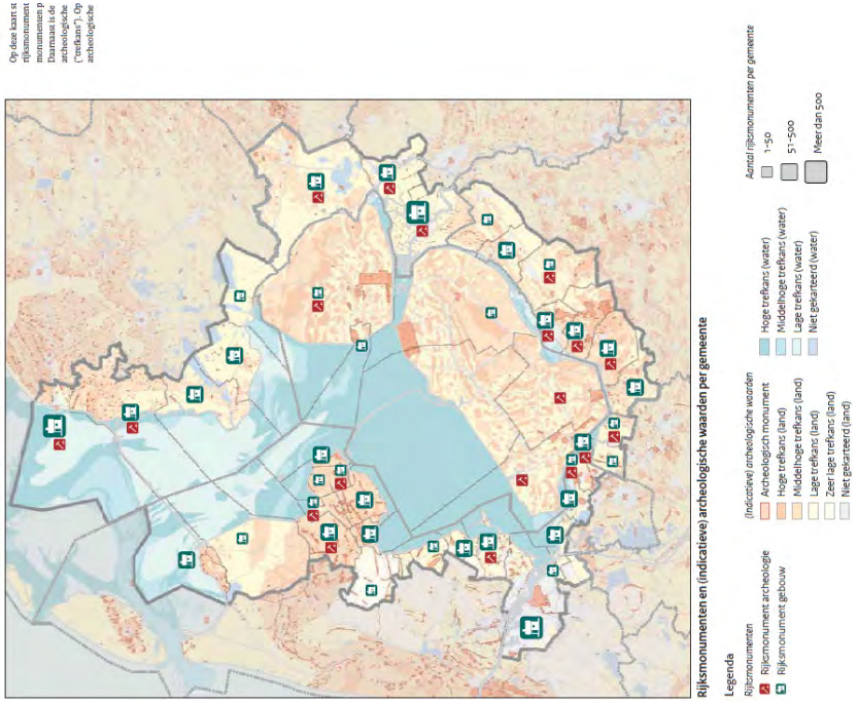
Social impacts	Key questions
Governance, participation, good administration, access to justice, media and ethics	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option affect the involvement of stakeholders in issues of governance as provided for in the Treaty and the new governance approach? • Are all actors and stakeholders treated on an equal footing, with due respect for their diversity? Does the option impact on cultural and linguistic diversity? • Does it affect the autonomy of the social partners in the areas for which they are competent? Does it, for example, affect the right of collective bargaining at any level or the right to take collective action? • Does the implementation of the proposed measures affect public institutions and administrations, for example in regard to their responsibilities? • Will the option affect the individual's rights and relations with the public administration? • Does it affect the individual's access to justice? • Does it foresee the right to an effective remedy before a tribunal? • Does the option make the public better informed about a particular issue? Does it affect the public's access to information? • Does the option affect political parties or civic organisations? • Does the option affect the media, media pluralism and freedom of expression? • Does the option raise (bio) ethical issues (cloning, use of human body or its parts for financial gain, genetic research/testing, use of genetic information)?
Public health and safety	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option affect the health and safety of individuals/populations, including life expectancy, mortality and morbidity, through impacts on the socio-economic environment (working environment, income, education, occupation, nutrition)? • Does the option increase or decrease the likelihood of health risks due to substances harmful to the natural environment? • Does it affect health due to changes in the amount of noise, air, water or soil quality? • Will it affect health due to changes energy use and/or waste disposal? • Does the option affect lifestyle-related determinants of health such as diet, physical activity or use of tobacco, alcohol, or drugs? • Are there specific effects on particular risk groups (determined by age, gender, disability, social group, mobility, region, etc.)?
Crime, Terrorism and Security	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option have an effect on security, crime or terrorism? • Does the option affect the criminal's chances of detection or his/her potential gain from the crime? • Is the option likely to increase the number of criminal acts? • Does it affect law enforcement capacity? • Will it have an impact on security interests? • Will it have an impact on the right to liberty and security, right to fair trial and the right of defence? • Does it affect the rights of victims of crime and witnesses?
Access to and effects on social protection, health and educational systems	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option have an impact on services in terms of quality/access for all? • Does it have an effect on the education and mobility of workers (health, education, etc.)? • Does the option affect the access of individuals to public/private education or vocational and continuing training? • Does it affect the cross-border provision of services, referrals across borders and co-operation in border regions? • Does the option affect the financing / organisation / access to social, health and care services? • Does it affect universities and academic freedom / self-governance?
Culture	<ul style="list-style-type: none"> • Does the proposal have an impact on the preservation of cultural heritage? • Does the proposal have an impact on cultural diversity? • Does the proposal have an impact on citizens' participation in cultural manifestations, or their access to cultural resources?
Social impacts in third countries	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option have a social impact on third countries that would be relevant for overarching EU policies, such as development policy? • Does it affect international obligations and commitments of the EU arising from e.g. the ACP-EC Partnership Agreement or the Millennium Development Goals? • Does it increase poverty in developing countries or have an impact on income of the poorest populations?

Environmental impacts	Key questions
The climate	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option affect the emission of greenhouse gases (e.g. carbon dioxide, methane etc.) into the atmosphere? • Does the option affect the emission of ozone-depleting substances (CFCs, HCFCs)? • Does the option affect our ability to adapt to climate change?
Transport and the use of energy	<ul style="list-style-type: none"> • Will the option increase/decrease energy and fuel needs/consumption? • Does the option affect the energy intensity of the economy? • Does the option affect the fuel mix (between coal, gas, nuclear, renewables etc.) used in energy production? • Will it increase or decrease the demand for transport (passenger or freight), or influence its modal split? • Does it increase or decrease vehicle emissions?
Air quality	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option have an effect on emissions of acidifying, eutrophying, photochemical or harmful air pollutants that might affect human health, damage crops or buildings or lead to deterioration in the environment (soil or rivers etc.)?
Biodiversity, flora, fauna and landscapes	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option reduce the number of species/varieties/races in any area (i.e. reduce biological diversity) or increase the range of species (e.g. by promoting conservation)? • Does it affect protected or endangered species or their habitats or ecologically sensitive areas? • Does it split the landscape into smaller areas or in other ways affect migration routes, ecological corridors or buffer zones? • Does the option affect the scenic value of protected landscape?
Water quality and resources	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option decrease or increase the quality or quantity of freshwater and groundwater? • Does it raise or lower the quality of waters in coastal and marine areas (e.g. through discharges of sewage, nutrients, oil, heavy metals, and other pollutants)? • Does it affect drinking water resources?
Soil quality or resources	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option affect the acidification, contamination or salinity of soil, and soil erosion rates? • Does it lead to loss of available soil (e.g. through building or construction works) or increase the amount of usable soil (e.g. through land decontamination)?
Land use	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option have the effect of bringing new areas of land ('greenfields') into use for the first time? • Does it affect land designated as sensitive for ecological reasons? Does it lead to a change in land use (for example, the divide between rural and urban, or change in type of agriculture)?
Renewable or non-renewable resources	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option affect the use of renewable resources (fish etc.) and lead to their use being faster than they can regenerate? • Does it reduce or increase use of non-renewable resources (groundwater, minerals etc.)?
The environmental consequences of firms and consumers	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option lead to more sustainable production and consumption? • Does the option change the relative prices of environmental friendly and unfriendly products? • Does the option promote or restrict environmentally un/friendly goods and services through changes in the rules on capital investments, loans, insurance services etc.? • Will it lead to businesses becoming more or less polluting through changes in the way in which they operate?
Waste production / generation / recycling	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option affect waste production (solid, urban, agricultural, industrial, mining, radioactive or toxic waste) or how waste is treated, disposed of or recycled?
The likelihood or scale of environmental risks	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option affect the likelihood or prevention of fire, explosions, breakdowns, accidents and accidental emissions? • Does it affect the risk of unauthorised or unintentional dissemination of environmentally alien or genetically modified organisms?
Animal welfare	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option have an impact on health of animals? • Does the option affect animal welfare (i.e. humane treatment of animals)? • Does the option affect the safety of food and feed?
International environmental impacts	<ul style="list-style-type: none"> • Does the option have an impact on the environment in third countries that would be relevant for overarching EU policies, such as development policy?

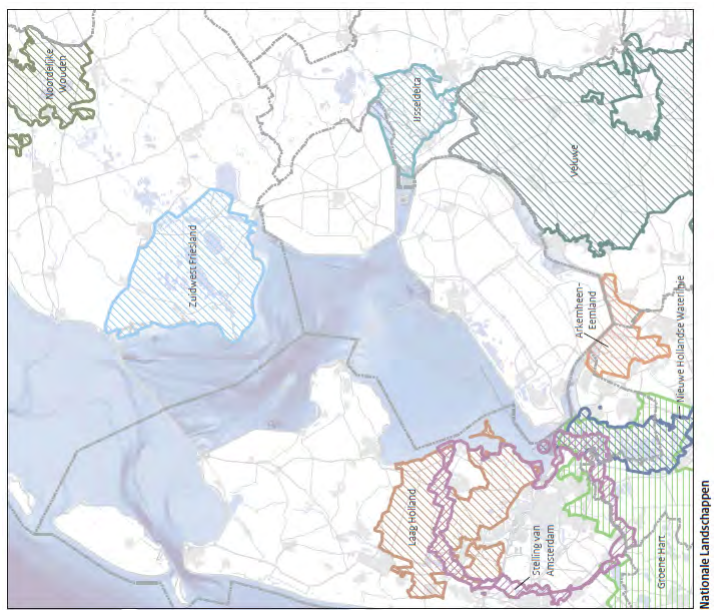
Bijlage 3 Karakteristieken van het IJsselmeer van het IJsselmeer in kaart gebracht



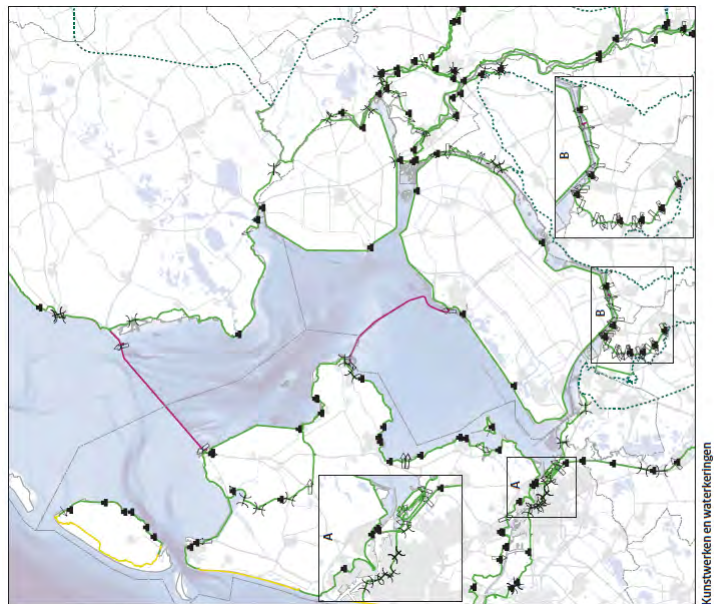
Figuur B 3.1 Grondgebruik IJsselmeergebied.
(Bron: IJsselmeeratlas, 2010).



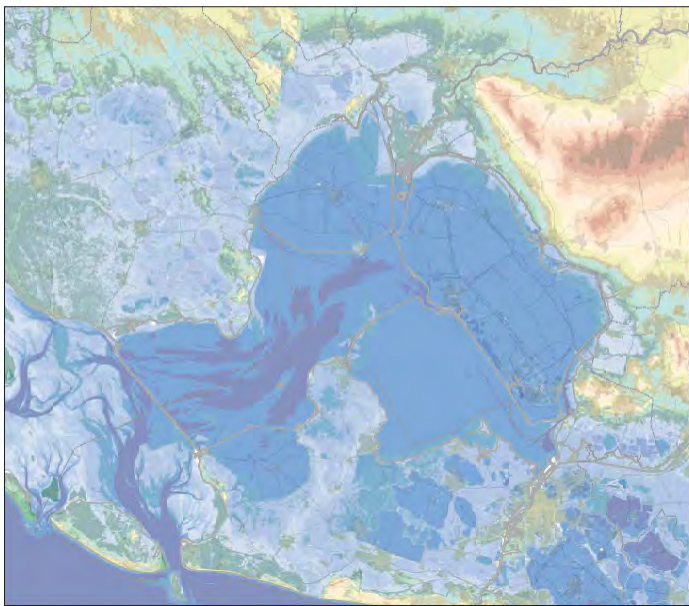
Figuur B 3.2 Rijksmonumenten en archeologische waarden per gemeente. Archeologische waarde betreft de kans dat er archeologisch belangrijke elementen gevonden kunnen worden in het gebied.
Bron: IJsselmeeratlas, 2010.



Figuur B 3.3 Nationale landschappen: dit zijn Nederlandse landschappen met een unieke combinatie van cultuurhistorische en natuurlijke elementen. (Bron: IJsselmeeratlas, 2010).

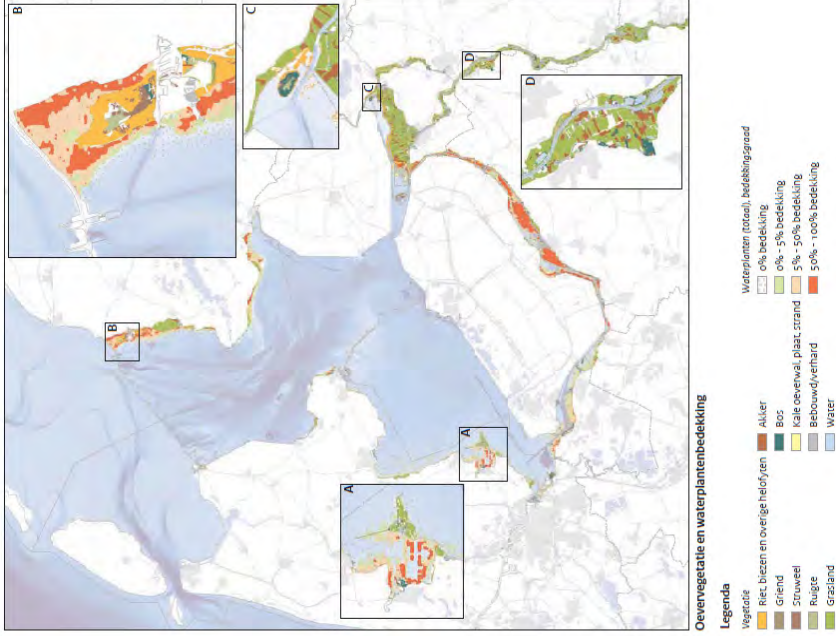


Figuur B 3.4 Kunstwerken en waterkeringen in het IJsselmeergebied.



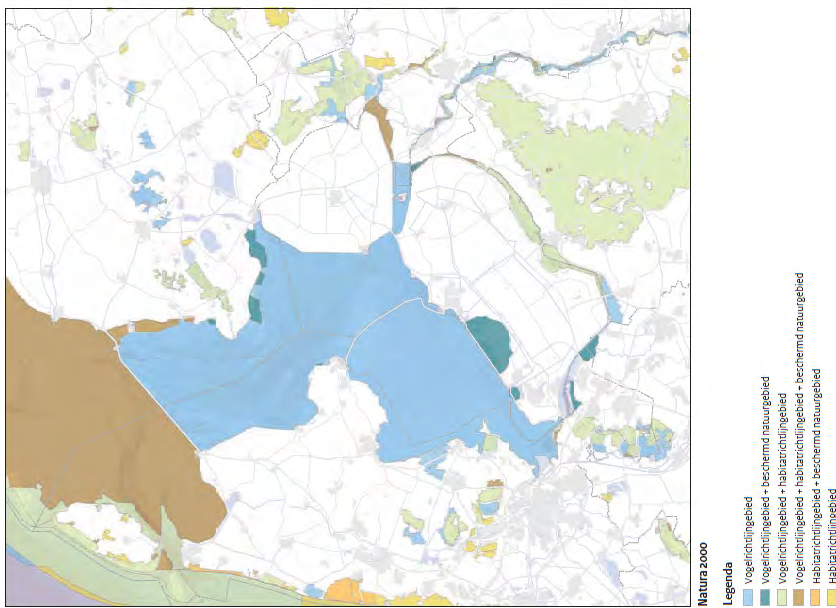
Op deze kaart is de maximale hoogte (opdracht van NAF) weergegeven. Dit is af te lezen op de kaart zijn de stuwwal Vaalwe en de IJsselmeer Hooftwal en de oeverwal van de IJssel en de IJsselmeerpolder.

- Legenda**
- Hoogte in meter LO.v. NAP
- 10 -- -5 m LO.v. NAP
 - 5 -- -2 m LO.v. NAP
 - 2 -- -1 m LO.v. NAP
 - 1 -- -0,5 m LO.v. NAP
 - 0,5 -- 0 m LO.v. NAP
 - 0 -- 0,5 m LO.v. NAP
 - 0,5 -- 1 m LO.v. NAP
 - 1 -- 1,5 m LO.v. NAP
 - 1,5 -- 2 m LO.v. NAP
 - 2 -- 3 m LO.v. NAP
 - 3 -- 4 m LO.v. NAP
 - 4 -- 6 m LO.v. NAP
 - 6 -- 10 m LO.v. NAP
 - 10 -- 15 m LO.v. NAP
 - 15 -- 20 m LO.v. NAP
 - 20 -- 30 m LO.v. NAP
 - 30 -- 40 m LO.v. NAP
 - 40 -- 60 m LO.v. NAP
 - 60 -- 100 m LO.v. NAP
 - 100 -- 150 m LO.v. NAP

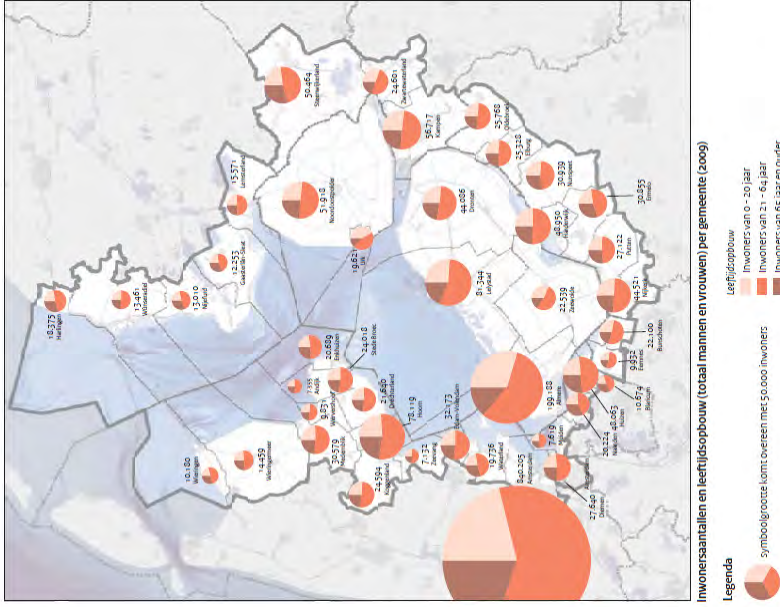


Figuur B 3.5 Hoogte- en dieptekaart van het IJsselmeergebied.
(Bron: IJsselmeeratlas, 2010).

Figuur B 3.6 Oevervegetatie en waterplantenbedekking.
(Bron: IJsselmeeratlas, 2010).



Figuur B 3.7 Natura2000-gebieden in het IJsselmeergebied.
(Bron: IJsselmeeratlas, 2010).



Figuur B 3.8 Inwoneraantal per gemeente.
(Bron: IJsselmeeratlas, 2010).

Bijlage 4 Beschrijving kosten en baten IJsselmeeralternatieven

Berekening investeringskosten vooroevers

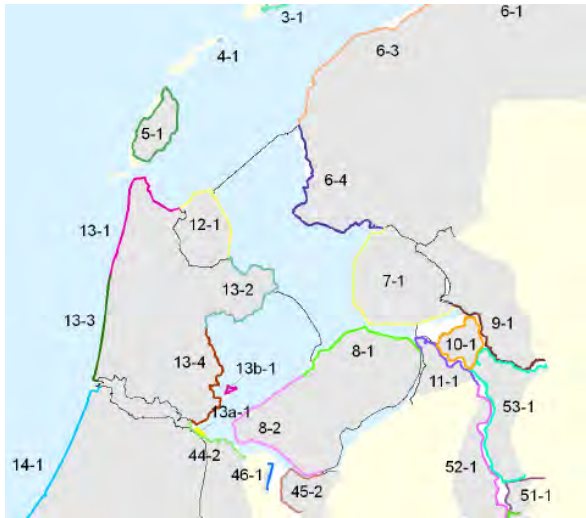
Zoals hierboven is aangegeven hangt een groot deel van de door CPB berekende investeringskosten samen met investeringen in de Afsluitdijk en in dijkringsegmenten in de IJsseldelta en verder benedenstrooms langs de IJssel (Figuur 4.1). Tabel B.4.1 geeft een overzicht van de kosten per dijkringsegment.

Tabel B.4.1

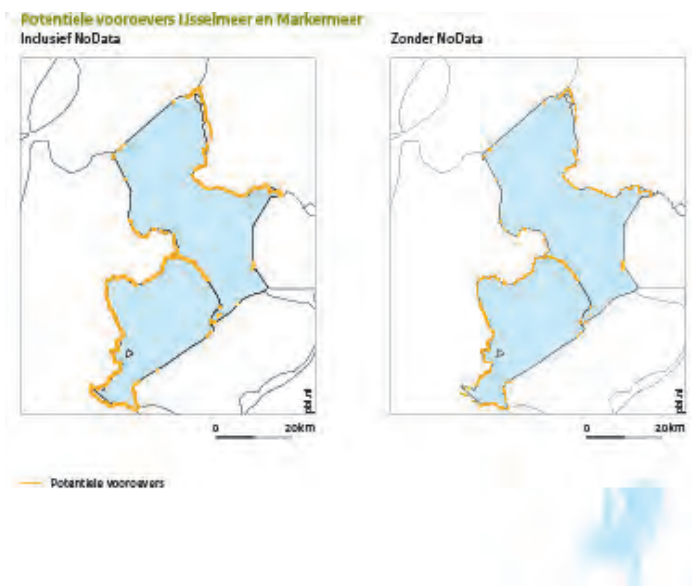
Overzicht investeringskosten Planalternatieven per dijkring (Bos et al., 2012).

Investeringskosten	L1,L21,L2b,L2c - W+	L1,L2a,L2b,L2c - G	L3a,L3b,L4 - W+	L3a,L3b,L4 - G
Afsluitdijk	510	227	208	86
Houtribdijk	0	0	46	0
6.4 - Zuid-west Friesland	0	0	29	0
7.1 – Noordoost-polder	53	46	127	60
8.1 - Noord-oost Flevoland	27	12	106	31
12.1 - Wieringen	0	0	50	20
13.2a - West-Friesland Noord	4	0	90	12
9.1 - Vollenhoven	69	40	120	60
53.1 - Salland	187	141	416	266
52.1 - Oost-Veluwe	117	92	128	97
11.1 - IJsseldelta	28	11	62	38
10.1 - Mastenbroek	60	36	94	52
13.2b - West-Friesland Zuid	0	0	15	0
13.4 - Noord-Holland	0	0	0	0
13.b1 - Marken	0	0	0	0
46.1 - Eempolder	1	1	8	7
45.2 - Gelderse Vallei	0	0	8	8
44.2 - Gooi en Vechtstreek	0	0	18	18
8.2 - Zuid-West Flevoland	38	15	382	372
Totaal	1094	621	1907	1127

In dit rapport maken we geen gedetailleerde schattingen van de totale investeringskosten in vooroevers. Daarvoor ontbreekt nog gedetailleerde kennis over de precieze werking van vooroevers en de benodigde hoogte, lengte en materiaalkeuze van het talud om een zelfde veiligheidsniveau te realiseren dan reguliere dijken. Op basis van schattingen van aanleg- en onderhoudskosten voor vooroevers uit Bel *et al.* (2012) kunnen we wel aangeven dat tot een diepte van ca. 3 meter een vooroever goedkoper uitvalt dan een reguliere dijk. Zij geven aan dat bij een bodemdiepte van twee meter de investerings-, beheer- en onderhoudskosten van het aanleggen van vooroevers in het Markermeer liggen tussen de € 6.000 en € 8.000 per meter dijk, afhankelijk van de kosten van zand en stenen, terwijl een reguliere dijk geschat wordt op €10.000 per meter dijk. Figuur B.4.2 geeft op basis van dieptekaarten van het IJsselmeer en Markeer aan op welke delen van de kust een vooroever mogelijk lijkt. Op die locaties waar vooroevers worden aangelegd hoeft verder niet geïnvesteerd te worden in versterking van de bestaande dijken. De hydraulische en waterbouwkundige functionaliteiten van vooroevers zijn volgens Deltares (zie Bel *et al.*, 2012) gelijk aan die van conventionele dijken, zodat overstromingskansen ook gelijk zijn. We nemen aan dat restrisico's bij het aanleggen van vooroevers even groot zijn als bij dijkverhogingen. Dit moet in vervolgstudies nog nader worden onderzocht. De overige kosten van de alternatieven veranderen omdat niet alle compensatiemaatregelen nodig zijn als vooroevers worden aangelegd. Vooral kosten voor natuurcompensatie zijn niet nodig - zie ook Tabel 7 in paragraaf 3.6.2.



Figuur B.4.1 Kaart van Dijkringnummers rondom het IJsselmeer. (Bron: Deltares 2011).



Figuur B 4.2 Locaties waar de diepte van de kuststrook vooroevers tot een optie maakt. De rechter kaart gaat er van uit dat gebieden waar geen data voor zijn te diep zijn. De linker kaart schat op basis van interpolatie de diepte voor die gebieden waarvoor data ontbreken.

Volgens de linker kaart van Figuur B.10 is op zo'n 182 km (50%) van de 364 km kust een vooroever mogelijk - zie ook Tabel B.4.2. Dit daalt tot ca. 25% van de kust als de gebieden waarvoor geen dieptegegevens beschikbaar zijn als niet geschikt worden geclassificeerd. De kust langs Flevoland en de Noordoostpolder is het minst geschikt omdat die oevers snel aflopen. De Noord-Hollandse en Friese kusten zijn het meest geschikt. Ook grote delen van de houtribdijk zijn geschikt voor de aanleg van vooroevers. Tabel B.4.1 laat zien dat de investeringskosten voor de planvarianten, afhankelijk van de gekozen peilopzet en het klimaatscenario, variëren tussen de 1 en 2 miljard euro. Hiervan wordt slechts 48% tot 58% daadwerkelijk gemaakt langs de IJsselmeer- en Markermeerkusten (de rest is nodig voor dijkversterking langs de aan- en afvoerende rivieren) en, afhankelijk van het alternatief, wordt 30% tot 50% van de investeringskosten gemaakt voor het versterken van de Afsluitdijk en het installeren van pompen. In Tabel B.4.2 staat voor verschillende niveaus van peilopzet aangegeven welke delen van de verschillende dijksegmenten geschikt lijken voor de aanleg van vooroevers. Door deze gegevens te vergelijken met de investeringskosten per dijksegment uit Tabel B.4.1 volgt dat besparingen bereikt kunnen worden op slechts 10% van de investeringen. De besparing voor deze delen varieert van nagenoeg niets voor de diepste delen tot meer dan 50% voor de kuststroken die nu ondiep zijn.

Tabel B.4.2

Delen van de verschillende dijksegmenten langs de IJsselmeer- en Markermeerkust die minder diep zijn dan 3 m voor verschillende niveaus van peilverhoging.

Dijksegment	Peilverhoging (cm boven huidig zomerpeil)							Totale lengte (km)
	0	30	50	70	80	100	130	
Afsluitdijk	18%	13%	12%	11%	11%	10%	10%	29
Gooi en Vechtstreek	68%	67%	65%	65%	64%	62%	56%	20
Houtribdijk	58%	47%	39%	31%	26%	19%	10%	27
Noord-Holland	78%	76%	73%	68%	66%	59%	43%	55
Noord-oost Flevoland	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	18
Noordoostpolder	5%	5%	4%	4%	4%	4%	3%	45
West-Friesland Noord	73%	70%	68%	61%	63%	60%	59%	54
Wieringen	10%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	21
Zuid-West Flevoland	23%	17%	16%	16%	16%	16%	16%	34
Zuid-west Friesland	84%	83%	83%	82%	81%	80%	77%	62
Totaal (km)	182	173	165	156	154	145	130	364

Rekening houdende met die delen van dijksegmenten waar vooroevers mogelijk zijn en aangenomen dat vooroevers gemiddeld genomen 30% goedkoper zijn dan de dijken zoals geschat in Bos *et al.* (2012), kan worden uitgerekend welke besparingen gerealiseerd kunnen worden als in de ecosysteemdienstalternatieven vooroevers worden aangelegd. Tabel B.4.3 laat zien dat de besparing slechts enkele procenten van de totale investeringskosten zal bedragen.

Tabel B.4.3

Vergelijking van investeringskosten voor de plan- en ecosysteemdienstalternatieven en van de mogelijke besparingen als op de geschikte plekken langs de IJsselmeer- en Markermeerkust vooroevers worden aangelegd (miljoenen Euro).

	L1W+	L1G	L2aW+	L2aG	L2bW+	L2bG	L2cW+
Planalternatieven	1094	621	1094	621	1094	621	1094
Ecosysteemdienstaltern.	1060	604	1065	607	1070	610	1060
Mogelijke besparing (€)	34	17	29	14	24	11	34
Mogelijke besparing (%)	3%	3%	3%	2%	2%	2%	3%
	L2cG	L3aW+	L3aG	L3bW+	L3bG	L4W+	L4G
Planalternatieven	621	1907	1127	1907	1127	1907	1127
Ecosysteemdienstaltern.	604	1846	1077	1859	1078	1830	1074
Mogelijke besparing (€)	17	61	50	48	49	77	52
Mogelijke besparing (%)	3%	3%	4%	3%	4%	4%	5%

Gevolgen voor de zoetwatervoorziening voor peilbeheer, doorspoelen en beregening

De gevolgen van de extra waterbuffer voor peilbeheer, doorspoelen en beregening verschillen niet tussen de plan- en ecosysteemdienstalternatieven; deze is afhankelijk van de omvang van de waterbuffer en niet van de soort dijk of vooroever die wordt aangelegd. Om de gevolgen van veranderingen in de zoetwatervoorziening voor de verschillende buffercapaciteiten te duiden worden hier de verwachte effecten kort besproken.

Het IJsselmeervoorzieningsgebied kan worden opgedeeld in 1) Noord-Holland (ten Noorden van Amsterdam), 2) Flevoland, 3) Fries-Gronings kustgebied en 4) het Oostelijke zandgebied en Drents plateau - zie Figuur B 4.1. Dit gebied omvat ca. 13.000 km² (grootweg 1/3 van het oppervlak van Nederland), huisvest ca. 3 miljoen inwoners en 18.000 landbouwbedrijven (27% van de Nederlandse landbouwbedrijven). Hoogwaardige bollenteelt en tuinbouw is geconcentreerd in Noord-Holland, waar de vraag naar water voor beregening relatief groot is in vergelijking met de andere gebieden. Flevoland en de noordelijke provincies hebben vooral akkerbouw- en veeteeltbedrijven.

Het water uit het IJsselmeer wordt gebruikt voor doorspoelen, peilbeheer en beregening voor de landbouw (zie Tabel B.4.4). Doorspoelwater om verzilting te voorkomen is vooral nodig in de Noord-oostpolder en het Fries-Gronings kustgebied (Deltares, 2012a). Analyses laten zien dat in 2050 en bij het W+/RC-scenario tekorten van doorspoelwater nog niet worden verwacht. Peilbeheer is in de meeste gebieden de grootste watervrager aan het hoofdsysteem. Te lage slootpeilen kunnen leiden tot

lagere grondwaterstanden met als gevolg instabiliteit van oevers en waterkeringen. Tekorten aan water voor peilbeheer worden verwacht in het Oostelijk zandgebied en Drents plateau, maar slechts in beperkte mate.

Tabel B.4.4

Watervraag uit het IJsselmeervoorzieningsgebied in een gemiddeld jaar bij het huidige klimaat (miljoen m³).

	Peilbeheer	Doorspoelen	Beregening	Totaal
IJsselmeerpolders	10	103	39	152
Noord Holland	68	0	50	118
Fries-Gronings Kustgebied	199	45	26	270
Oostelijk Zandgebied en Drents plateau	154	3	26	183

Bron: Deltares, 2012a.

De buffercapaciteit zal niet voor alle alternatieven voldoende zijn om droogteschade aan de landbouw te voorkomen. Dit is afhankelijk van het klimaatscenario en de regenval in een jaar (gemiddeld, droog of extreem droog). Tabel B.4.5 laat zien dat vooral op de langere termijn (na 2050) en alleen bij het W+-klimaatscenario de buffercapaciteit niet voldoet in een extreem droog jaar en bij de kleine buffers (L1, L2a en L4) ook in een gemiddeld en droog jaar. Een grove inschatting geeft aan dat als de buffercapaciteit van het IJsselmeer niet verandert, de jaarlijkse gemiddeld droogteschade voor de landbouw in 2050 kan oplopen tot ca. 200 miljoen Euro als het klimaat niet verandert, 220 miljoen Euro in het G/GE-scenario en 540 miljoen Euro in het W+/RC-scenario (Deltares, 2012a).¹³ Voor de gemiddelde jaren is de schade enkele procenten van de gemiddelde jaarlijkse productie. In de extreem droge jaren ligt de schade tussen de 20% en 50% van de gemiddelde jaarlijkse productie. In het W+/RC-scenario is de schade groter dan in het G/GE-scenario. De extra buffercapaciteit kan een groot deel van deze schade ongedaan maken, maar niet alles. Het voorkómen van droogteschade is de belangrijkste baat van de extra buffercapaciteit. Bij dergelijke jaarlijkse schades is de netto contante waarde van de schade op de langere termijn al snel groter dan de investeringskosten van de extra buffercapaciteit wat de investeringen efficiënt maakt. Op basis van deze indicatieve cijfers kan echter niet bepaald worden of het vergroten van de buffercapaciteit efficiënt is. Daarvoor moet gewacht worden op de meer nauwkeurige resultaten van het Zoetwaterprogramma van het Delta-programma. Merk op dat zowel in Bos *et al.* (2012) als in deze studie niet is nagegaan in hoeverre de aanschaf van efficiëntere beregeningsmethoden of alternatieve manieren om water vast te houden in de regio tot goedkopere oplossingen leiden. Daarnaast is niet nagegaan of het een overheidstaak is om beregeningswater te garanderen voor de landbouwsector.

Tabel B.4.5

Tekort aan buffercapaciteit als percentage van de benodigde buffer voor de verschillende alternatieven en voor het G/GE en het W+/RC-scenario.

	Regenval	K0	K1	K2,K3	L1	L2a	L2b	L2c	L3a	L3b	L4
G/GE	Gemiddeld										
	Droog										
	Extreem droog	90%	7%								4%
W+/RC	Gemiddeld				22%						
	Droog	43%			50%	17%					17%
	Extreem droog	85%	70%	55%	71%	51%	28%	32%	22%	4%	51%

Bron: PBL (2012), Watervraag en wateraanbod in het IJsselmeervoorzieningsgebied (Achtergrondinformatie voor de kosten-effectiviteitsanalyse Deltaprogramma IJsselmeergebied).

¹³ Merk op dat deze berekeningen geen rekening houden met veranderingen in prijzen, uitgaan van inelastische vraag en uitgaan van constante beregeningscapaciteit bij de landbouwsector. Ze zijn derhalve slechts indicatief. Het Zoetwaterprogramma van het Deltaprogramma berekent deze droogteschade momenteel in meer detail.

Naast de gevolgen voor de landbouw door een watertekort in het IJsselmeervoorzieningsgebied heeft de landbouw ook nog te kampen met productieverlies door toenemende problemen met kwelwater in de binnendijkse gebieden die grenzen aan de dijken van het IJsselmeer en Markermeer. Voor de planalternatieven verschilt de hoeveelheid landbouwgrond die last heeft van toename van zoete kwel varieert tussen de 0 en 2.200 ha. De hoeveelheid landbouwgrond die last heeft van toename van zoute kwel varieert tussen de 0 en 480 ha. Het verbeteren van drainage om deze problemen aan te pakken kost tussen de 0 en 11 miljoen Euro, oftewel ca. 4.000 Euro per hectare. Het is niet precies bekend in welke mate de problemen van zoete en zoute kwel de productie beïnvloeden, maar de inschatting is dat de voorkómen schade door deze compensatie hoger is dan de kosten. Daar problemen met kwel vooral samenhangen met peilhoogtes die de opwaartse druk op het grondwater beïnvloeden wordt aangenomen dat de schades door kwelwater niet verschillen tussen de plan- en ecosysteemdienstalternatieven.

Effecten op woongenot

Door de peilverhoging moeten voor de planalternatieven dijken worden opgehoogd en voor de ecosysteemdienstalternatieven vooroevers aangelegd. Dit heeft gevolgen voor de mensen die in de nabijheid van de dijken wonen. Hun woongenot zal veranderen door veranderingen van hun uitzicht en door veranderingen in recreatieve mogelijkheden (wandelen, fietsen, sportvissen). Voor de plan- en ecosysteemdienstalternatieven is de verwachting dat het effect op woongenot per woning gering zal zijn. In Brouwer *et al.* (2007) is geschat in welke mate huizenprijzen afhangen van afstand tot water. Dit is regio-afhankelijk. De meerprijs voor een huis aan het water ten opzicht van een huis 100 meter van water was voor Flevoland geschat op € 305 (0.1% van de gemiddelde huizenprijs).¹⁴ Door de dijkverhoging verandert niet de nabijheid van water maar het uitzicht op water. Het is onbekend in welke mate verandering van uitzicht de huizenprijs beïnvloedt. Door dijkverhoging zal de huizenprijs licht kunnen dalen. In Braaksma en Bos (2007) wordt uitgegaan van hogere effecten van een groene omgeving op huizenprijzen oplopend van 4% tot 16%. Dit lijkt voor het IJsselmeergebied hoog aangezien niet zozeer het landschap maar meer uitzicht op het landschap verandert. Het aantal woningen dat beïnvloed zal worden is naar verwachting ook gering. Het aantal woningen binnen een straal van 100 m van het IJsselmeer is ca. 6.350 (51.800 woningen binnen een straal van 500 m).

Het totale welvaartseffect is gelijk aan de eenmalige prijsdaling per huis vermenigvuldigd met het aantal huizen dat beïnvloed wordt. Ondanks dat het bedrag per woning gering is en ook het aantal huizen dat beïnvloed wordt gering is kunnen de welvaartsverliezen in het planalternatief en welvaartswinst in het ecosysteemdienst-alternatief snel oplopen tot een orde van grootte van 100 miljoen euro. Bij een daling van de huizenprijs met 2.000 euro (1% van een woning van 200.000 euro) en aantal van 50.000 woningen dat beïnvloed wordt, is het welvaartsverlies 100 miljoen euro. Bij de ecosysteemdienstalternatieven zal de welvaartswinst door een mooier landschap in dezelfde orde van grootte kunnen liggen. Of dit daadwerkelijk gebeurt, hangt samen met de interactie tussen landschap en veiligheidsperceptie. In het keuze-experiment wordt daar verder op in gegaan.

Effecten op biodiversiteit

Een hoger IJsselmeerpeil heeft gevolgen voor de aanwezige natuur en dus voor de natuurkwaliteit. Het belangrijkste effect van de peilveranderingen op biodiversiteit is naar verwachting een afname van het aantal watervogels. Tabel B.4.6 laat zien dat de effecten op natuurplekken het grootst zijn voor de P.L3-alternatieven in het W+-scenario (zie ook Van Puijenbroek *et al.*, 2010). In het W+-scenario kan het aantal natuurplekken afnemen met meer dan 20%. In dit geval is dat vooral veroorzaakt door afname van het aantal vogels. De kosten-effectiviteitsanalyse heeft de kosten bepaald voor compensatie van ondiepe wateren en oeverarealen. Door op bepaalde gebieden zand op te spuiten kan de natuur zich op die gebieden herstellen. Een schatting van de kosten hiervan is gegeven in de laatste kolom van Tabel B.4.6.

¹⁴ Voor de Vechtstreek is dit geschat op gemiddeld € 1.875 (gemiddeld 0.8% van de huizenprijs).

Tabel B.4.6

Gevolgen van de planalternatieven voor natuur t.o.v. P.K0.

	Effect op natuurpunten	Effect op vismigratie	Doelbereik KRW		Compensatie Kosten (Mln Euro)
			Waterplanten	Schelpdieren	
P.L1	-1%	--	-	=	0
P.L2a	-1%	--	-	=	6
P.L2b	-6%	--	-	=	36
P.L2c	+1%	--	-	=	0
P.L3aW+	-21%	=	--	-	91
P.L3aG	-10%	-	-	-	6
P.L3bW+	-22%	=	--	-	117
P.L3bG	-9%	-	-	-	17
P.L4W+	-18%	-	-	--	40
P.L4G	0%	-	=	=	0

Bron: van Puijenbroek *et al.* (2012) ; compensatiekosten: Acacia Water (2012).

Ook in de ecosysteemdienstalternatieven leidt de peilopzet tot een afname van het aantal ondiepe wateren. De aanleg van vooroevers compenseert dit echter. Onder de aanname dat de vooroevers het verlies van de verschillende natuurtypen compenseert (dus het verlies aan ondiepe wateren, moerasnatuur en rietnatuur) zal de peilverandering geen effect hebben op het aantal watervogels, vissen en planten. De soort biodiversiteit kan weliswaar veranderen, maar naar verwachting zal de afname in natuurpunten zoals in Tabel B.4.6 getoond voor de planalternatieven dus niet optreden. Merk op dat de precieze natuureffecten sterk afhangen van de exacte peilvariatie. Deze kan van maand tot maand sterk verschillen, afhankelijk van de instroom vanuit de IJssel. Daarnaast kan het aanleggen van vooroevers op bepaalde plekken waarschijnlijk ook leiden tot een verbetering van de natuurkwaliteit en zelfs tot een verbetering van de waterkwaliteit t.o.v. de huidige situatie. Dit positieve effect is momenteel niet bepaald omdat dat sterk afhangt van de exacte inrichting.

Preferenties over vooroevers, overstromingskansen en biodiversiteit - Resultaten keuze-experiment

In het najaar van 2012 is een keuze-experiment uitgevoerd om te leren over de welvaartseffecten van veranderingen in waterveiligheid, landschap en natuur. De opzet en de resultaten van dit keuze-experiment worden in detail besproken in Koetse en Brouwer (2013). Het onderzoek omvatte vier aparte experimenten waarbij is onderzocht in hoeverre het referentiepunt (het waterveiligheidsniveau in de status quo situatie) de geschatte welvaartseffecten van een verandering beïnvloedt en in hoeverre het vragen naar betalingsbereidheid om een verbetering te realiseren of acceptatiebereidheid om een verslechtering te accepteren leidt tot andere schattingen. Hieronder worden alleen de resultaten van de betalingsbereidheid-experimenten besproken.

Voor het keuze-experiment heeft een representatieve steekproef van inwoners van het IJsselmeergebied een aantal keuzesituaties voorgelegd gekregen, waarbij zij moeten aangeven welk keuze-alternatief hun voorkeur heeft. De keuzesituaties verschillen in:

- De overstromingskansen,
- Natuureffecten (effecten op vogelpopulatie),
- Type vooroever (geen vooroever, vooroever aan de dijk of vooroever vóór de dijk), en
- Hoogte van de waterschapsbelasting.

Peilhoogte is niet als attribuut meegenomen omdat die voor individuele respondenten waarschijnlijk niet belangrijk is. Ook de mate van dijkverhoging is niet opgenomen daar deze sterk verbonden is met de overstromingskansen. De keuze-alternatieven waarbij een afname van overstromingskansen wordt veroorzaakt door dijkverhogen krijgen wel een label waaruit duidelijk wordt dat de dijken verhoogd zullen worden. De attributen zijn zo gekozen en zo aan de respondenten gepresenteerd dat zij onafhankelijk van elkaar verschillen. Daarnaast zijn de keuzealternatieven waaruit de respondenten moeten kiezen zo samengesteld dat geen van de alternatieven dominant is, d.w.z. dat geen van de alternatieven op alle attributen beter of slechter scoort. Iedere respondent krijgt tien maal drie keuzealternatieven voorgelegd. In Figuur B 4.3 is een voorbeeld van een keuzekaart gegeven. Eén alternatief is de status quo (het nul-alternatief). De andere twee alternatieven bestaan uit variaties in de niveaus van de attributen. Door verandering van waterschapsbelasting op te nemen maken de

respondenten een afweging tussen de veranderingen van de overstromingskans, vogelpopulatie, type vooroever en een inkomensverandering. Dit geeft inzichten in de betalingsbereidheid of acceptatiebereidheid voor een bepaalde verandering in deze kenmerken. Dit kan vervolgens gebruikt worden om voor de verschillende ecosysteemdienstalternatieven te berekenen in welke mate zij welvaart beïnvloeden.

	TOEKOMST 1 Geen dijkverhoging	TOEKOMST 2 Dijkverhoging	TOEKOMST 3 Dijkverhoging
Overstromingskans	1 keer in de 1.000 jaar (3% in 30 jaar)	1 keer in de 1.000 jaar (3% in 30 jaar)	1 keer in de 10.000 jaar (0.3% in 30 jaar)
Vooroevers	Geen vooroever 	Vooroever AAN de dijk 	Vooroever VOOR de dijk 
Aantal vogels	Neemt af met 30% 	Blijft gelijk 	Neemt af met 10% 
Waterschapsbelasting	Blijft gelijk	60 Euro per jaar MEER	100 Euro per jaar MEER
Uw voorkeur gaat uit naar:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figuur B 4.3 Voorbeeld van een keuzekaart.

Met behulp van een *mixed logit model* is berekend wat voor de individuele attributen de gemiddelde betalingsbereidheid is. De resultaten zijn gegeven in Tabel B.4.7. De WTP1 en WTP2 testen verschillen in de overstromingskans in de status quo situatie (het referentiepunt). Deze is 1:1.000 in WTP1 en 1:500 in WTP2. Dit verschil in referentiepunt blijkt belangrijke verschillen te veroorzaken in de betalingsbereidheid voor een verandering in overstromingskans, biodiversiteit of landschap. De resultaten in Tabel B.4.7 laten het volgende zien:

- Een dijkverhoging wordt gemiddeld genomen als positief gewaardeerd, al is de variatie tussen de respondenten groot. Het welvaartseffect van een dijkverhoging is € 60,- en € 92,- per huishouden voor WTP1 en WTP2, respectievelijk. Dit is een verrassend resultaat aangezien dijkverhoging het uitzicht op het IJsselmeer en Markermeer belemmert. De positieve waardering van dijkverhoging hangt waarschijnlijk samen met de verhoogde veiligheidsperceptie ten gevolge van een verdere dijkverhoging. Deze is groter bij een hogere overstromingskans en dit verklaart de verschillen tussen WTP1 en WTP2.
- De welvaartswinst door een twee keer of tien keer zo kleine overstromingskans is vergelijkbaar tussen beide experimenten; € 34,- en € 38,- per huishouden voor een twee keer zo kleine kans en € 47 en € 44 voor een tien keer zo kleine kans, voor WTP1 en WTP2 respectievelijk. Het is opvallend om te zien dat de welvaartswinst voor een tien keer zo kleine overstromingskans slechts een klein beetje groter is dan voor een twee keer zo kleine overstromingskans. Dit wijst op een sterk niet-lineair verband tussen overstromingskans en betalingsbereidheid. Daarnaast wijzen de geringe verschillen tussen WTP1 en WTP2 erop dat niet zozeer de absolute verandering in overstromingskans maar de relatieve verandering de betalingsbereidheid bepalen. Daarnaast laten zij zien dat het referentiepunt, in dit geval de overstromingskans in de status quo situatie, van groot belang is voor de betalingsbereidheid. Hier moet rekening mee gehouden worden als de resultaten worden gebruikt in een MKBA omdat de referentiesituatie kan verschillen van locatie tot locatie en ook kan veranderen in de tijd.

- De welvaartseffecten van het aanleggen van natuur langs de rand van het IJssel- en Markermeergebied zijn aanzienlijk. De voorkeur voor een vooroever aan of voor de dijk verschilt niet veel (€ 27,- vs. € 20,- welvaartswinst per huishouden). De enquête is zo opgesteld dat dit de landschappelijke waarde representeert en los staat van biodiversiteitseffecten (wat wordt gemeten bij vogelpopulatie) of veiligheid (wat wordt gemeten bij overstromingskans). De respondenten waarderen de landschappelijke waarde van een vooroever dus hoger dan de landschappelijke waarde van een traditionele dijk.
- De welvaartseffecten van een biodiversiteitsverandering zijn ook aanzienlijk. Het volledig voorkomen van een achteruitgang van de vogelstand van 30% leidt bij een lagere overstromingskans in de status quo situatie (WTP1) wel tot een hoger welvaartswinst dan bij een hogere overstromingskans (WTP2), € 53,- vs. € 46,-, hoewel dit niet significant is. De extra betalingsbereidheid voor het terugdringen van de afname van de vogelstand van -10% naar 0% is relatief klein. Ook hier is duidelijk sprake van een sterk niet-lineaire relatie tussen biodiversiteitsverandering en betalingsbereidheid.
- Voor de straal waarin de respondenten zijn gekozen (10 km tot het IJssel- of Markermeer) neemt de betalingsbereidheid niet af als mensen verder weg wonen van het IJsselmeer of Markermeer. Door het uitblijven van een *distance decay* effect is het lastig aan te geven of de betalingsbereidheid ook geldt buiten het onderzochte gebied. Het ligt in de rede te veronderstellen dat de meeste mensen buiten het studiegebied een lagere betalingsbereidheid hebben. Hoeveel lager die is, is op grond van de resultaten niet te zeggen.

Een interessant resultaat is verder dat de experimenten die vroegen naar acceptatiebereidheid om een verslechtering te accepteren (WTA) leidde tot substantieel hogere schattingen dan de experimenten die vroegen naar de betalingsbereidheid om een verbetering te realiseren (WTP). Daar waar de WTP-experimenten laten zien dat de extra betalingsbereidheid voor het realiseren van een extra verbetering daalt, laten de WTA-experimenten zien dat de acceptatiebereidheid exponentieel stijgt bij een verdere verslechtering van de attribuutniveaus. De interpretatie van dergelijke resultaten is dikwijls dat WTA-schattingen een overschatting geven van de welvaartseffecten en dat daarom WTP-resultaten genomen moeten worden om een conservatieve inschatting van de welvaartseffecten te kunnen geven. Het laat echter ook zien dat verliesaversie veel groter is dan winstgenegenheid: de welvaartsafname van een verlies is groter dan de welvaartstoename van een verbetering van hetzelfde niveau. Deze asymmetrie tussen welvaartseffecten van verbeteringen en verslechtingen heeft ook gevolgen voor de verdelingseffecten van publieke investeringen.

De precieze interpretatie van deze cijfers, alsmede haar bruikbaarheid voor een MKBA voor de IJsselmeeralternatieven, zijn nog niet helemaal duidelijk en vragen nog om nader onderzoek. Een belangrijk punt daarbij is de vraag in welke mate de betalingsbereidheid voor een dijkverhoging die leidt tot een bepaalde reductie van de overstromingskans overlapt met de daling van de verwachte overstromingsrisico's door deze dijkversterking zoals ook door Bos *et al.* (2012) berekend. In principe moet de netto contante waarde van de betalingsbereidheid hoger zijn dan de overstromingsrisico's. De eerste omvat de gebruiks- en niet-gebruikswaarde, de tweede alleen de gebruikswaarde. Door gebrek aan informatie is het mogelijk dat voorkeuren niet alle gebruikswaarden reflecteren. Daarnaast kan het zo zijn dat respondenten niet bereid zijn te betalen voor alle overstromingsrisico's. Dit punt is voor onze analyse niet relevant omdat wordt aangenomen dat de overstromingskansen voor alle onderzochte alternatieven identiek zijn.

Tabel B.4.7

Mixed logit schattingsresultaten voor de betalingsbereidheid per persoon van de verschillende attributen.

Attributen	WTP1 ¹⁾		WTP2 ¹⁾	
	WTP	95% betrouwbaarheids-interval	WTP	95% betrouwbaarheids-interval
Status quo				
Wel dijkverhoging	€ 60	€ 93,66 – €26,34	€ 92	€ 124,87 – € 59,13
Overstromingskans				
1 op 1.000 → 1 op 2.000	€ 34	€ 25,29 – € 42,71		
1 op 1.000 → 1 op 10.000	€47	€ 35,52 – € 58,48		
1 op 500 → 1 op 1.000			€ 38	€ 29,29 – € 46,71
1 op 500 → 1 op 5.000			€ 44	€ 33,31 – € 54,69
Type vooroever				
Geen → VOOR dijk	€ 21	€ 12,29 – € 29,71	€ 20	€ 11,29 – € 28,71
Geen → AAN dijk	€ 27	€ 16,70 – € 37,30	€ 27	€ 16,51 – € 37,49
Vogelpopulatie				
-30% → -10%	€ 46	€ 36,69 – € 55,31	€ 35	€ 26,29 – € 43,71
-30% → 0%	€ 53	€ 40,72 – € 65,28	€ 46	€ 35,31 – € 56,69
Aantal observaties ²⁾	2.970		2.980	
Pseudo R ² (adjusted)	0,38		0,36	

Opmerkingen: 1) WTP1 en WTP2 verschillen in de overstromingskans in de status quo situatie. In WTP1 is deze 1:1.000, in WTP2 is deze 1:500.

2) Het aantal observaties is het aantal respondenten vermenigvuldigd met het aantal keuzekaarten dat is voorgelegd (10).

Bijlage 5 Kansen, koers en afspraken uit het B&O plan

Samenvatting kansen, koers en afspraken uit het B&O plan (Regionaal College Waddengebied 2008)

Kansen

- Een rijke zee met een goede waterkwaliteit die volop ruimte biedt aan de ontwikkelingskansen van flora en fauna. Een robuust waddensysteem, veerkrachtig, met ruimte voor medegebruik voor bijvoorbeeld visserij en natuurbeleving.
- Veiligheid voor de bewoners door tijdig op de verwachte klimaatverandering te anticiperen via bijvoorbeeld dynamisch duinbeheer. Een innovatieve energiesector die inspiratie biedt voor florierende onderzoeks- en kennisinstituten en energiebesparing op lokaal niveau.
- Een karakteristiek aantrekkelijk woon- en leefgebied met een eigen identiteit en oog voor natuurbehoud, landbouw en toerisme en recreatie.
- Ruimte en natuur zorgen samen met sociale voorzieningen voor een aantrekkelijk vestigingsklimaat voor bedrijven. Een innovatieve landbouw- en visserijsector kent een effectieve bedrijfsvoering en benut mogelijkheden die agrotourisme of streekgebonden producten bieden.

Koers

- Zeestromingen en transport van zand en slib zijn cruciaal voor het voortbestaan van de Waddenzee. Zij vormen via het getij de motor voor voeding van het ecosysteem. Een natuurlijke ontwikkeling van geulen en platen hoort hierbij.
- Ook bij een stijgende zeespiegel wordt de veiligheid van de bewoners gewaarborgd en de biodiversiteit van het Waddengebied behouden.
- Het samenspel van mens en natuur vormt landschap en cultuur. Dit is een essentieel onderdeel van de identiteit van het waddengebied.
- Meer innovatieve landbouw en duurzame visserij, én het stimuleren van de plattelandseconomie is noodzaak.

Afspraken

- De bereikbaarheid van havens en eilanden wordt gewaarborgd. Incidenteel kan daarvoor in de natuurlijke ontwikkeling van geulen en platen worden ingegrepen. Verjonging en versterking van duinsystemen en herstellen van kwelders blijft nodig. Herstel van verbindingen tussen zoet en zout water ten behoeve van bijvoorbeeld trekvisserij is gewenst.
- Onderzoek nieuwe methoden van kustverdediging. Houd rekening met te veel of te weinig water vanuit het achterland, de vaste wal. Gebruik voor een duurzame energievoorziening het bestaande energie-akkoord Noord Nederland en de plannen uit het Waddengebied zelf.
- Bespaar energie met de huidige technieken en stimuleer onderzoek en innovatie.
- Beheer en behoud het maritiem-archeologische en cultuurhistorische erfgoed en gebruik dit voor recreatie en educatie. Accentueer bij bebouwing de verschillen, laat een haven een haven en een stad een stad zijn. Koester de duisternis, verlicht alleen waar en wanneer nodig.
- Zorg voor impulsen in de macro-economie in de vier grote havens, die zich bovendien kunnen specialiseren in marktsegmenten waarin zij uitblinken. Investeer in bereikbaarheid, onderwijs en kennis. Duurzame visserij heeft de toekomst. Jaag de ontwikkeling van aquacultures aan. Stimuleer gezamenlijke promotie en informatievoorziening in het Waddengebied voor toerisme. Werk aan een respectvolle beleving en bescherming van de natuur bij vaarrecreatie.

Bijlage 6 Toelichting broedgebied per vogelsoort aangewezen in Natura 2000- gebied 'Waddenzee'

Broedgebied voor bontbekplevier

De Bontbekplevier broedt bij voorkeur op schaars begroeide plekken zoals stranden, duinranden, kwelderranden, laagtes bij zeedijken, strandweiden en oevers van meren, plassen en rivieren, maar ook op akker- en weiland, kunstmatige zandafzettingen en opspuitterreinen. De soort broedt in het hele waddengebied maar vooral op de Friese kust. Bontbekplevieren kunnen soms zeer dicht bij paden en parkeerterreinen broeden. Het tegengaan van verstoring door recreatie op de broedlocaties is noodzakelijk om de draagkracht zo veel mogelijk te benutten (De Vlas *et al.*, 2011). Het beoogde vogeleiland (optie 1) zal afgesloten worden voor recreanten en dus potentieel broedgebied kunnen vormen voor deze soort. Volgens het concept Beheerplan Waddenzee is het huidige aantal broedparen 63 (Waterdienst, 2012) (Tabel B.6.1). Daarmee is het beoogde doel bereikt en zal de beoogde vooroever niet bijdragen aan de doelrealisatie. De bontbekplevier is dus verder niet relevant voor de analyse.

Tabel B.6.1

Knelpunten en oplossingsrichtingen voor de aangewezen broedvogels kluut, bontbekplevier en strandplevier van het Natura 2000-gebied Waddenzee (Waterdienst 2012).

Naam broedvogel	Behalen met de huidige beheerpraktijk?	Knelpunten	Oplossingsrichtingen	Huidige aantallen 2004 t/m 2007 (broedparen)
A 132 Kluut	Niet	Predatie, suboptimaal broeden foerageergebied door verruiging kwelders, overstroming broedplaatsen	Tegengaan verruiging, uitrasteren nesten, aanleg vos vrije broedlocaties, opruimen niet functionele zomerkades	2029
A 137 Bontbekplevier	Onduidelijk	Onvoldoende rustig broedgebied, onvoldoende natuurlijke dynamiek in leefgebied (verruiging)	Tegengaan verruiging, uitrasteren nesten, tegengaan verstoring broedvogels	63
A 138 Strandplevier	Niet	Onvoldoende rustig broedgebied, onvoldoende natuurlijke dynamiek in leefgebied (verruiging)	Afbakenen nesten, tegengaan verstoring broedvogels en potentiële broedlocaties	15

Broedgebied voor strandplevier

Vaak broedt de Strandplevier op rustige zandstranden, in primaire duinen, en op schelpenstranden. Oneffen terreinen, geheel onbeschutte stranden of te dichte begroeiing worden door deze soort gemeden. De Strandplevier is zeer gevoelig voor verstoring van zijn broedgebied. Het gestelde doel, uitbreiding omvang en/of verbetering kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van tenminste 50 paren, wordt bij het huidige beheer niet gehaald (De Vlas *et al.*, 2011), zie ook Tabel B.6.1. Het beoogde vogeleiland draagt bij een de doelrealisatie van de Strandplevier door uitbreiding omvang leefgebied met een goede kwaliteit (gesloten gebied).

Broedgebied voor Noordse stern

De Noordse stern broedt op geëxponeerde broedplaatsen zoals eilandjes, platen en kwelderranden, in kolonieverband, vaak samen met visdieven. Het doel (tenminste 1.500 paren), wordt waarschijnlijk niet gehaald (Tabel B.6.2). De Noordse stern kan profiteren van eventuele nieuwe broedlocaties (De Vlas *et al.*, 2011).

Broedgebied voor grote stern

De Grote stern is een koloniebroedvogel van rustige, schaars begroeide zandplaten en soms ook van kwelders in het kustgebied. Geïsoleerde eilanden zonder predatoren als vossen en ratten, en bij voorkeur aanwezigheid van kokmeeuwen, zoals op Griend, zijn echter favoriet. Weinig verruiging van vegetatie op de broedplaatsen en voldoende rust zijn een voorwaarde. Ze zijn gevoelig voor verstoring door recreatie. Het is onduidelijk of een draagkracht van 16.000 Grote sterns aanwezig is of bereikt zal worden. (Voedsel-)onderzoek is noodzakelijk om te bepalen of het gestelde doel realistisch is (De Vlas *et al.*, 2011). In het concept Natura 2000-Beheerplan Waddenzee (Waterdienst 2012) is het huidige broedgebied niet als knelpunt voor de doelrealisatie gedefinieerd (Tabel B.6.2). De grote stern is dus verder niet relevant voor de analyse.

Tabel B.6.2

Knelpunten en oplossingsrichtingen voor de aangewezen broedvogels grote stern, visdief, noordse stern en dwergstern van het Natura 2000-gebied Waddenzee (Waterdienst 2012).

Naam broedvogel	Behalen met de huidige beheerpraktijk?	Knelpunten	Oplossingsrichtingen	Huidige aantallen 2004 t/m 2007 (broedparen)
A 191 Grote stern	Onduidelijk	Mogelijk onvoldoende voedselbeschikbaarheid, predatie door Zilvermeeuwen	Onderzoek voedselbeschikbaarheid, handhaven veiligheid en rust potentiële en bestaande broedlocaties	12054
A 193 Visdief	Niet	Predatie door vos, mogelijk onvoldoende voedselbeschikbaarheid, onvoldoende natuurlijke dynamiek in leefgebied (verruiging), overstrooming broedplaatsen	Onderzoek voedselbeschikbaarheid, onderzoek aanleg broedlocaties, handhaven veiligheid en rust potentiële en bestaande broedlocaties	4160
A 194 Noordse stern	Waarschijnlijk niet	Predatie door vos, mogelijk onvoldoende voedselbeschikbaarheid, onvoldoende natuurlijke dynamiek in leefgebied (verruiging), overstrooming broedplaatsen	Onderzoek voedselbeschikbaarheid, onderzoek aanleg broedlocaties, handhaven veiligheid en rust potentiële en bestaande broedlocaties	1097
A 195 Dwergstern	Waarschijnlijk wel	Geen	Niet van toepassing	159

Broedgebied voor dwergstern

Deze stern broedt op rustige, schaars begroeide en dynamische milieus op de grens van land en zee, zoals zand-, kiezel- of schelpenbanken, eilandjes en opgespoten terreinen. De mate van verstoringsgevoeligheid van de Dwergstern is op broed-, slaap- en rustplaatsen zeer groot (verstoring bij > 300 m afstand) (De Vlas *et al.*, 2011). Aangezien het beoogde eiland (optie 1) in een strook van circa 100 meter breed langs de kade loopt waar een fietspad is gelegen, zal de verstoringsafstand ruimschoots worden overschreden. Het beoogde eiland lijkt daarom geen potentieel geschikte broedlocatie voor de dwergstern. Bovendien zijn er geen knelpunten voor de doelrealisatie aangetoond en wordt het beoogde aantal broedparen waarschijnlijk wel gehaald (Tabel B.6.2).

Broedgebied voor visdief

De hoofdmoot van de broedpopulatie van de Visdief broedt voornamelijk in de Wadden en in de Delta op rustige, schaars begroeide terreinen aan de kust. Kleinere aantallen huizen in rivieren en meren. In het binnenland nestelt de soort op enigszins vergelijkbare min of meer kale terreinen bij binnenwateren. Ook nestelt de Visdief in bebouwde gebieden op haven-, industrie- of opspuitterreinen. Predatoren als ratten en vossen kunnen een grote negatieve impact hebben op het broedsucces. Vegetatiesuccessie kan een broedgebied ongeschikt maken. Het doel (ten minste 5300 broedparen), wordt bij het huidige beheer niet gehaald (De Vlas *et al.*, 2011), zie ook Tabel B.6.2.

Broedgebied voor kluut

De Kluut broedt in open landschappen met schaars begroeide of vrijwel kale terreinen in de directe omgeving van slikkige gebieden aan het water. De kwelders langs de vastelandskust zijn het meest in trek. De Natura 2000-doelstelling voor 3.800 broedparen wordt waarschijnlijk niet bereikt ten gevolge van predatie door vossen (De Vlas *et al.*, 2011), zie ook Tabel B.6.1. Op Schiermonnikoog komen geen vossen voor, waardoor de beoogde vooroever een potentieel geschikt broedgebied zou kunnen vormen.

Broedgebied voor eidereend

Eidereenden broeden in kolonieverband in kwelders en duinen binnen een afstand van 600 m van het intergetijdegebied. Op de eilanden ook in duinvegetaties met openheid in combinatie met open struweel. Doorgaans wordt gebroed in kolonieverband, vaak nabij meeuwen en sterns. Het doel, verbetering kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor ten minste 5.000 broedparen, wordt waarschijnlijk niet bereikt ten gevolge van de voedselbeschikbaarheid (De Vlas *et al.*, 2011). Er zijn in het concept Beheerplan Waddenzee (Waterdienst, 2012) dan ook geen knelpunten en/of oplossingsrichtingen gedefinieerd met betrekking tot het broedgebied (Tabel B.6.3). Het uitbreiden van het broedgebied zal daarom niet bijdragen aan de doelrealisatie en is dus niet relevant voor de analyse.

Tabel B 6.3

Knelpunten en oplossingsrichtingen voor de aangewezen broedvogel eider van het Natura 2000-gebied Waddenzee (Waterdienst 2012).

Naam broedvogel	Behalen met de huidige beheerpraktijk?	Knelpunten	Oplossingsrichtingen	Huidige aantallen 2004 t/m 2007 (broedparen)
A 063 Eider	Niet	Onvoldoende voedselbeschikbaarheid, klimaatverandering	Herstel voedselbeschikbaarheid (mosselbanken, kokkels)	3150

Broedgebied voor lepelaar

Als broedgebied gebruikt de lepelaar kwelders of natte duinvalleien. De lepelaar heeft als kolonievogel een grote verstoringsevoeligheid, rust is een absolute voorwaarde voor broedende vogels. Het doel, behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van ten minste 430 paren wordt wel gehaald (De Vlas *et al.*, 2011). De soort vliegt bij benadering vanaf een afstand van gemiddeld meer dan 100 m snel op (Natura 2000-profiel document Lepelaar). Waarschijnlijk geeft de nabijheid van de jachthaven en de dijken voor de lepelaar teveel verstoring voor geschikt broedhabitat.

Tabel B.6.4

Knelpunten en oplossingsrichtingen voor de aangewezen broedvogels lepelaar en kleine mantelmeeuw van het Natura 2000-gebied Waddenzee (Waterdienst 2012).

Naam broedvogel	Behalen met de huidige beheerpraktijk?	Knelpunten	Oplossingsrichtingen	Huidige aantallen 2004 t/m 2007 (broedparen)
A 034 Lepelaar (broedvogel)	Wel	Geen	Niet van toepassing	600
A 183 Kleine mantelmeeuw (broedvogel)	Wel	Geen	Niet van toepassing	24000

Broedgebied voor kleine mantelmeeuw

De Kleine mantelmeeuw broedt in kolonies op kwelders, in duingebieden in en kustmoerassen. Het doel, een draagkracht voor tenminste 19.000 broedparen is voor wat betreft het broedgebied op de Waddeneilanden geen enkel probleem (de Vlas *et al.*, 2011). Niet relevant voor de analyse.

Broedgebied voor velduil

De velduil broedt voornamelijk in open duinen (De Vlas *et al.*, 2011). Het beoogde eiland is daarom geen geschikt potentieel broedhabitat.

Broedgebied voor blauwe kiekendief

De blauwe kiekendief broedt voornamelijk in rietmoerassen en duinvalleien (De Vlas *et al.*, 2011). Het beoogde eiland is daarom geen geschikt potentieel broedhabitat.

Broedgebied voor bruine kiekendief

De bruine kiekendief broedt voornamelijk in natte ruigtevegetaties, met riet of andere hoge planten (De Vlas *et al.*, 2011). Het beoogde eiland is daarom geen geschikt potentieel broedhabitat.

Bijlage 7 Beschrijving van de landbouw in het Rijk van Dommel en Aa

Het grootste deel van het plangebied is extensiveringsgebied (geen ontwikkelingsmogelijkheden voor intensieve veehouderij), een klein deel is aangewezen als verwevingsgebied (onder voorwaarden ontwikkelingsmogelijkheden voor intensieve veehouderij) (Verhaak en Farla, 2011). Binnen het plangebied zijn geen locaties gelegen die in het kader van reconstructieplannen zijn aangewezen als landbouwontwikkelingsgebied (LOG) voor intensieve veehouderijen.

Voor het studiegebied is een analyse uitgevoerd naar een aantal kentallen van de agrarische bedrijven die in dit gebied voorkomen via GIAB (Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven) (Tabel B.7.1).

Tabel B.7.1

Bedrijfstypen, bedrijfsgrootte en productieomvang (SO = standaard opbrengsteenheid).

Hoofd-Type	Bedrijfshoofdtype	Aantal bedrijven		ha per bedrijf		SO per bedrijf			
		2000	2010	2000	2010	2000	2010		
1	Akkerbouw	45	45	9	11	20%	12929	11058	-14%
2	Tuinbouw	44	36	10	17	67%	367592	1081204	186%
3	Blijvende teelt	11	4	6	9	64%	152158	272700	79%
4	Graasdier	167	144	15	15	2%	91072	80420	-12%
5	Hokdier	76	44	5	7	47%	456228	812981	78%
6	Gewassencombinaties	9	5	11	53	365%	109376	1041391	852%
7	Veeteeltcombinaties	9	4	20	27	31%	265155	326819	23%
8	gewassen / Veeteeltcombinaties	19	3	22	23	5%	95418	240431	152%
9	Niet ingedeeld	10	4	0	0		0	0	
Totaal		390	289	11	14	23%	189579	329062	74%

De meeste grond is in gebruik bij de graasdier-bedrijven, deze zijn het dominerende bedrijfstype in dit gebied. Bedrijven van dit type kennen relatief de minste groei of schaalvergroting (in ha/bedrijf). De opbrengst per bedrijf is bij dit bedrijfstype gedaald (Tabel B.7.1).

Het aantal bedrijven is in de periode 2000-2010 met ruim 25% afgenomen. Voor alle bedrijfstypen is de oppervlakte per bedrijf, toegenomen. Zowel in de akkerbouw als in de melkveehouderij (graasdieren) is het bedrijfsinkomen gedaald (respectievelijk met 14% en 12%). Opvallend zijn de hoge groeipercentages van de tuinbouw en de bedrijven met gewassencombinaties.

Deze resultaten zijn in overeenstemming met de landelijke trend die laat zien dat het aantal landbouwbedrijven afneemt (-30%) en dat de overblijvende bedrijven groter worden (CBS, 2012).

Glastuinbouw voor de sierteelt en opengrond sierteelt is een relatief nieuwe bedrijfstak in de regio. De tuinbouw sector in het studiegebied is in de afgelopen tien jaar flink gegroeid (+186%). Dit in tegenstelling tot de landelijke trend voor glastuinbouw voor de groenteteelt waar krimp wordt verwacht. Een aantal gemeenten in het gebied geven aan bij uitbreiding van de glastuinbouw rekening te willen houden met landschappelijke waarden.

Bijlage 8 Landgebruik in het Rijk van Dommel en Aa

Landgebruik in Rijk van Dommel en Aa (obv LGN6)	Ha	%
Grasland	3390.06	21.4%
Akkerbouw	1379.48	8.7%
Glastuinbouw	33.06	0.2%
Fruitteelt	45.61	0.3%
Sierteelt	104.55	0.7%
Overige gewassen	526.50	3.3%
Loofbos	1281.87	8.1%
Naaldbos	1267.75	8.0%
Moerasbos	21.87	0.1%
Open stuifzand	2.25	0.0%
Heide	68.81	0.4%
Riet- en moerasvegetatie	66.93	0.4%
Natuurgraslanden	300.62	1.9%
Zoet water	349.62	2.2%
Bebouwing	6263.22	39.6%
Hoofdwegen en spoorwegen	706.31	4.5%
Totaal	15808.51	100.0%

Bijlage 9 Berekening koolstofvastlegging en waterberging in casestudiegebied Rijk van Dommel en Aa

Een vergroting van de koolstofvastlegging in de bodem werkt regulerend voor het klimaat door CO₂ buffering. Vergroten van de in de bodem vastgelegde hoeveelheid koolstof kan onder andere bereikt worden door het organische stofgehalte in de bodem te verhogen. In akkerbouwpercelen kan dit onder andere door niet kerende grondbewerking toe te passen in plaats van ploegen (Van Eekeren en Bokhorst 2010). In grasland door het niet scheuren van de graszode.

Berekening vastgelegde hoeveelheid CO₂ in de bodem van akkerbouw gronden in het Rijk van Dommel en Aa

Bij de schatting van het organische stofgehalte is van het volgende uitgegaan. Reijneveld *et al.* (2009) geven 1.7% (0-25 cm) aan als gemiddelde waarde voor het koolstof stofgehalte van een grote steekproef in akkerbouwgronden op zandgrond in Zuid-Nederland over de periode 1984-2004. Bij de omrekening van het koolstofgehalte naar het organische stofgehalte wordt een factor 2 aangehouden (Rosell, 2001). Het organische stofgehalte is dan te berekenen als $1,7 \times 2 = 3,4\%$ organische stof. Dit percentage is als initiële situatie gebruikt. Uitgegaan is dat bij voortzetting van het huidige beheer dit percentage gelijk zal blijven. Dit geldt dus voor de nul- en planvariant.

Bij toepassing van niet-kerende grondbewerking neemt het organische stofgehalte in de bovenste 20-30 cm van de bodem toe (Hendriks, 2011). De toename bedraagt circa 325 kg organisch koolstof ha⁻¹ jaar⁻¹ (Six *et al.*, 2002) wat overeenkomt met circa 650 kg organische stof ha⁻¹ jaar⁻¹. Over een periode van 30 jaar vindt dan een opbouw plaats aan organische stof van $30 \times 650 = 19.5$ ton organische stof ha⁻¹. Uitgaande van een toename van organische stof over de bovenste 0.25 m van de bodem en een soortelijke massa van 1500 kg m⁻³, neemt het organische stofgehalte hierdoor over een periode van 30 jaar toe met 0.52 %.

Tabel B.9.1

Berekeningswijze hoeveelheid vastgelegd CO₂ in het akkerbouwareaal voor het casestudiegebied Rijk van Dommel en Aa voor de drie varianten.

Parameter	Eenheid	Totaal
Oppervlakte (ha)	10.000 m ²	
laagdikte	0,25 m	
Volume grond ha ⁻¹	Oppervlakte x laagdikte =	2500 m ³ ha ⁻¹
Massa grond	1500 kg m ³	
Totaal gewicht grond ha ⁻¹	Volume x massa =	3,75x10 ⁶ kg ha ⁻¹
Organisch stofgehalte nul- en planvariant	3,4% = 34 g kg ⁻¹ grond	
Koolstofgehalte nul- en planvariant	$34 / (2 \times 1000) =$	17×10^{-3} kg C kg ⁻¹ grond
Koolstofgehalte grond ha ⁻¹ stofgehalte nul- en planvariant	$17 \times 10^{-3} \times 3,75 \times 10^6 =$	63,75 ton C ha ⁻¹
CO ₂ gehalte grond ha ⁻¹ stofgehalte nul- en planvariant	$63,75 \times 44 / 12 =$	233,75 ton CO ₂ ha ⁻¹
Areaal akkerbouw nulvariant	2535 ha	
Totale hoeveelheid vastgelegd CO ₂ nulvariant	$233,75 \times 2535 =$	592,56 ton CO ₂
Areaal akkerbouw planvariant	2484	
Totale hoeveelheid vastgelegd CO ₂ planvariant	$17 \times 10^{-3} \times 3,75 \times 10^6 \times 44 / 12 \times 2484 =$	557,26 ton CO ₂
Organisch stofgehalte ecosysteemdienstvariant	3,9% = 39 g kg ⁻¹ grond	
Koolstofgehalte ecosysteemdienstvariant	$39 / (2 \times 1000) =$	$19,5 \times 10^{-3}$ kg C kg ⁻¹ grond
Totale hoeveelheid vastgelegd CO ₂ ecosysteemdienstvariant	$19,5 \times 10^{-3} \times 3,75 \times 10^6 \times 44 / 12 \times 2484 =$	684,26 ton CO ₂

Het organische stofgehalte stijgt dus van 3.4% naar 3.9%. Deze toename in organische stof komt overeen met een toename van CO₂ van $19.5 \times 0.5 \times 44 / 12 = 35.8$ ton CO₂ ha⁻¹. Bij berekening van de totale hoeveelheid vastgelegd CO₂ in de bodem gaan we ervan uit dat de niet-kerende grondbewerking op het volledige akkerbouwareaal wordt toegepast. Het areaal akkerbouwgrond varieert per variant. Alle agrarische grondgebruik (zie grondbalans) behalve grasland is tot de akkerbouwgronden gerekend. Per variant is de totale hoeveelheid vastgelegde CO₂ berekend. In Tabel B.9.1 is de berekeningswijze weergegeven voor de drie varianten. De berekende totale hoeveelheid vastgelegd CO₂ in de akkerbouwgronden voor de verschillende varianten en de onderlinge verschillen is weergegeven in Tabel B.9.2.

Tabel B.9.2

Akkerbouw areaal, organisch stof gehalte, koolstofvastlegging en waterberging in het akkerbouwareaal in het Rijk van Dommel en Aa in de huidige situatie en voor drie inrichtingsvarianten.

Variant	Akkerbouw areaal (ha)	Organische stof (%)	Koolstof-vastlegging (kton CO ₂)	Beschikbaar water in bodem (ml cm ⁻³)	Waterberging in bodem (x1000 m ³)
Huidig	2089	3.4	488	0.25	1306
Nul	2535	3.4	593	0.25	1584
Plan	2484	3.4	581	0.25	1553
Ecosysteemdiensten	2539	3.9	684	0.255	1620
Plan t.o.v. Nul	-151	0	-12	0	-31
ESD t.o.v. Nul	+4	+0.5	+92	+0.005	+36
ESD t.o.v. Plan	+155	+0.5	+104	+0.005	+67

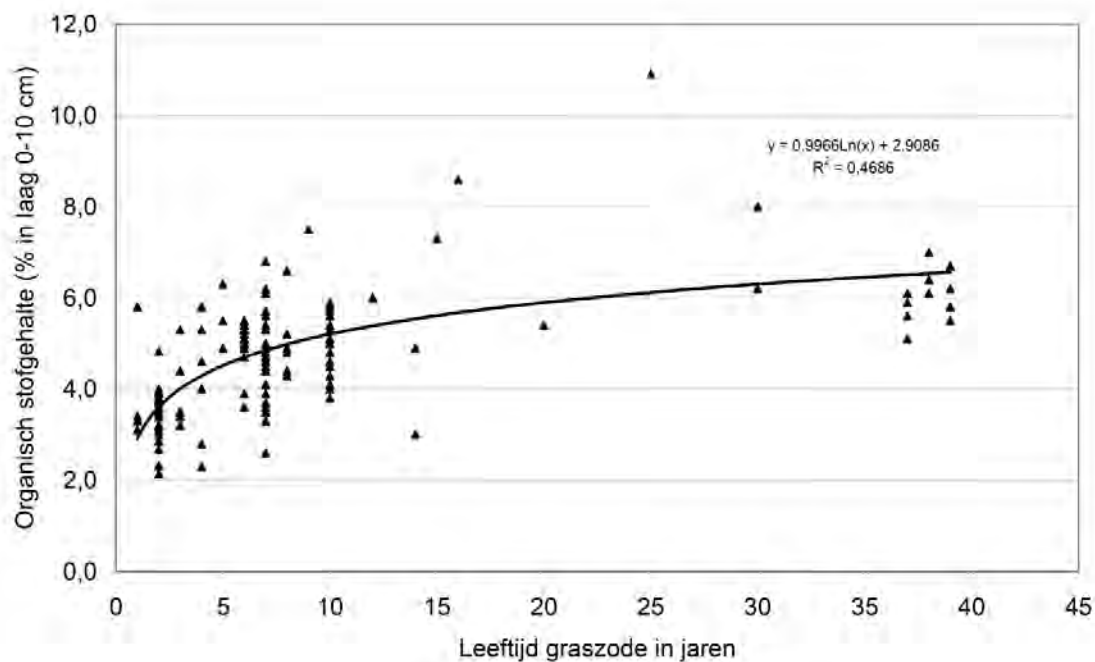
In de ecosysteemdienstenvariant wordt met 684 kton CO₂ de meeste CO₂ vastgelegd, 104 kton meer dan in de planvariant en 92 kton meer dan in de nulvariant. Het feit dat in de nulvariant meer CO₂ wordt vastgelegd dan in de planvariant komt doordat het akkerbouwareaal in de nulvariant groter is dan in de planvariant.

Berekening vastgelegde hoeveelheid CO₂ in de bodem van graslanden in het Rijk van Dommel en Aa Reijneveld *et al.* (2009) geven 2,4% (0-5 cm) aan als gemiddelde waarde voor het koolstof stofgehalte van een grote steekproef in graslanden op zandgrond in Zuid-Nederland over de periode 1984-2000 (ofwel $2,4 \times 2 = 4,8\%$ organische koolstof). Voor onze berekening hebben we het organische stofgehalte nodig voor de laag 0-25 cm diepte. In grasland is het organische stofgehalte in de bovenste bodemlagen altijd hoger dan in diepere lagen. Voor de diepte van de bouwvoor (0-25 cm) is uitgegaan van een organisch koolstofgehalte van 2,4% voor de laagdiepte 0-12,5 cm en van 1,7% voor de laagdiepte 12,5-25cm. Waarbij 1,7% het gemiddelde gehalte is in de laag 0-25 cm voor akkerbouwgronden in dezelfde regio. Gemiddeld komt het organisch koolstofgehalte daarmee uit op $(2,4 + 1,7) / 2 = 2,05\%$. Het initieel organisch stofgehalte is dus $2,05 \times 2 = 4,1\%$.

Als grasland niet gescheurd wordt en de graszode ouder wordt, neemt het organische stofgehalte in de bodem toe. Van Eekeren en Zaneveld (2011) deden onderzoek naar grasland op dekzandgronden in Brabant, vergelijkbaar met het studiegebied. Ze vonden een duidelijk verband (Figuur B.9.1) tussen leeftijd van de graszode en het organische stofgehalte. Uit de figuur is af te lezen bij een leeftijd van de graszode van circa 3 jaar het organisch stofgehalte van 4,1% is. Bij een graszode leeftijd van 33 jaar is het organische stofgehalte 6,4%, een toename van 2,3% in 30 jaar.

In onze studie gaan we uit van een toename van het initiële organische stofgehalte van 4,1% naar 6,1% over 30 jaar, een toename van 2%. Figuur B.9.1 laat zien dat het organische stofgehalte daarna minder sterk toeneemt. Een toename van 2% organische stof komt overeen met een extra CO₂ vastlegging van 135,7 ton ha⁻¹.

De totale hoeveelheid vastgelegd CO₂ in de bodem is op dezelfde manier berekend als voor de akkerbouwgronden (Tabel B.9.2) maar met de organische stofgehalten en arealen voor de graslanden (Tabel B.9.3).



Figuur B.9.1 Relatie tussen organische stof en leeftijd van de graszode voor een dekzandgrond (van Eekeren en Zaneveld, 2011).

Ondanks het kleinste areaal grasland, wordt in de ecosysteemdienstenvariant het meeste CO₂ vastgelegd namelijk 991 kton CO₂. Dit is 255 kton meer dan in de plan variant en 219 kton meer dan in de nul variant (Tabel B.9.3).

Tabel B.9.3

Grasland areaal en de hoeveelheid organische stof, koolstofvastlegging en waterberging in het grasland areaal in het Rijk van Dommel en Aa voor drie inrichtingsvarianten.

Variant	Grasland areaal (ha)	Organische stof (%)	Koolstofvastlegging (kton CO ₂)	Beschikbaar water in bodem (ml cm ⁻³)	Waterberging in bodem (x1000 m ³)
Huidig	3390	4.1	956	0.26	2204
Nul	2740	4.1	772	0.26	1781
Plan	2612	4.1	736	0.26	1698
Ecosysteemdiensten	2363	6.1	991	0.28	1654
Plan tov Nul	-128	0	-36	0	-83
ESD tov Nul	-367	+2.0	+219	0	-127
ESD tov Plan	-249	+2.0	+255	+0.02	-44

Berekening totale hoeveelheid in de bodem vastgelegde CO₂ voor het Rijk van Dommel en Aa

De arealen akkerbouw en grasland variëren voor de verschillende varianten. Hierdoor is het lastig de varianten goed te vergelijken. Om de varianten goed te kunnen vergelijken is de CO₂ vastlegging berekend voor het gehele buitengebied. Het areaal van het buitengebied is berekend als de totale oppervlakte van het gebied min het areaal bebouwing, infrastructuur en water: 8286 ha.

Het areaal van het buitengebied is naast de akkerbouwgronden en graslanden vooral natuurgebied. Voor de natuurgebieden zijn met de Bodemkaart 1:50.000 van het gebied organische stofgehalten geschat van de bovenste 25 cm van de bodem. Voor bos is voor het organische stofgehalte 5.5% gebruikt, voor overige natuur (vooral graslanden) is 4,1% aangehouden. De oppervlakten van de categorieën staan vermeld in Tabel B.9.4.

Tabel B.9.4

Begroeiingstypen met organisch stofgehalte en oppervlakte voor drie varianten.

Begroeiingstype	Organisch stofgehalte (%)	Oppervlakte (ha)		
		Nul	Plan	Esd
Loofbos	5,5	1282	1383	1376
Naaldbos	5,5	1268	1314	1318
Moerasbos	5,5	0	0	192
Overig natuur	4,1	461	469	469

De CO₂-gehalten in de bodem van deze arealen is op dezelfde manier berekend als voor de akkerbouwgronden en de graslanden (zie Tabel B.9.1).

De totale hoeveelheid CO₂ vastgelegd in de bodem van het buitengebied van het casestudiegebied Rijk van Dommel en Aa is weergegeven in Tabel B.9.5.

Tabel B.9.5

Oppervlakte landelijk gebied (landbouw, bos en natuur) en de hoeveelheid koolstofvastlegging en waterberging in de bodem in het Rijk van Dommel en Aa voor drie inrichtingsvarianten.

Variant	Oppervlakte landbouw, bos en natuur (ha)	Koolstofvastlegging (kton CO ₂)	Waterberging (x1000 m ³)
Nul	8286	3260	5386
Plan	8286	3336	5392
Ecosysteemdiensten	8286	3857	5546
Plan t.o.v. Nul	0	+76	6
ESD t.o.v. Nul	0	597	+160
ESD t.o.v. Plan	0	521	+155

Waterregulatie door waterberging in de bodem

In de agrarische percelen kan meer water worden geborgen als het organische hoger is. Organische stof bindt water in de bodem waardoor er minder water afstroomt naar de beek en kan in tijden van veel waterafvoer dus voor een vermindering van de hoogwaterpiek benedenstrooms zorgt. Een vuistregel is dat een toename van 1% organische stof 1 mm dm⁻¹ extra waterberging in de bodem betekent (Van Eekeren en Bokhorst, 2010). Een stijging met 1% organische stof betekent dus een extra berging van 10m³ water ha⁻¹dm⁻¹. Bij een bouwvoor van 25 cm gaat het dan om een extra berging van 25 m³ ha⁻¹. Naast een verminderde waterafvoer naar de beek, is de waterberging in de bodem ook belangrijk voor de landbouw zelf. Er komt in droge tijden meer vocht beschikbaar voor het gewas waardoor de opbrengst zal stijgen. De berekende hoeveelheid waterberging is de hoeveelheid water die in de bodem wordt gebonden aan de minerale en organische delen. Wosten *et al.* (2001) hebben een groot aantal metingen een verricht waaruit de relatie tussen vochtgehalten en het organische stofgehalte afgeleid kan worden. In Tabel B.9.2 en B.9.3 zijn de gehanteerde vochtgehalten weergegeven. De waterberging in de bodem (m³) is berekend als: vochtgehalte (m dm⁻¹) x dikte bouwvoor (dm) x oppervlakte landgebruiksvorm (m²).

Tabel B.9.2 laat zien dat in het akkerbouw areaal de hoeveelheid waterberging in de bodem in de ecosysteemdienst variant het hoogst is, nl 1.640.000 m³. Dat is 36.000 m³ meer dan in de nul variant en 67.000 m³ meer dan in de plan variant.

In de graslanden vindt in de grootste waterberging plaats in de nul-variant, dit komt omdat het oppervlakte graslanden in de nul-variant beduidend hoger is dan in beide andere varianten (Tabel B.9.3). Ook in de planvariant is de totale waterberging in de bodem hoger dan in de ecosysteemdiensten, ook hier vanwege het grotere areaal. Het aangepaste management van de graslanden in de ecosysteemdienstenvariant zorgt er wel voor dat de waterberging ongeveer gelijk is aan die in de planvariant, ondanks het fors geringe oppervlakte.

Om de veranderingen in waterberging te kunnen vergelijken voor het gebied is, hetzelfde als bij het de berekening van de CO₂ vastlegging, de waterberging berekend voor het gehele buitengebied (Tabel B.9.5). De koolstofvastlegging in bebouwd gebied en infrastructuur is buiten beschouwing gelaten. De oppervlakten van bebouwd gebied en infrastructuur verschillen vrijwel niet in de varianten, en omdat er geen specifieke maatregelen worden genomen zal ook de hoeveelheid koolstofvastlegging of waterberging in deze gebieden weinig of niet veranderen.

Bijlage 10 Berekeningswijzen van de welvaartseffecten voor de case Rijk van Dommel en Aa

Deze bijlage gaat in op de details achter de berekening van de welvaartseffecten voor de case Eindhoven-Helmond. Delen van de tekst komen terug in het hoofdrapport. We beginnen met enkele algemene opmerkingen en bespreken daarna voor respectievelijk productiediensten, regulerende diensten, habitatdiensten en culturele diensten de bepaling van de welvaartseffecten.

1 Algemene opmerkingen

In een MKBA wordt gesommeerd tot één bedrag, de (netto) contante waarde, conform de richtlijnen OEI (zie Koopmans, 2004). Bij alle berekeningen zijn eenmalige investeringsbedragen, zoals voor natuurinrichting en jaarlijks terugkerende bedragen zoals de kosten voor beheer van natuur of de baten van fijnstof afvang op één noemer gebracht worden. Dit is gebeurd door de effecten in te schatten over een langere periode (30 jaar). De kosten en baten zijn berekend door deze effecten in geld uit te drukken, op basis van de waardering die op basis van de literatuur en eigen aanvullende berekeningen aan deze effecten wordt toegekend. Daarna zijn de toekomstige jaarlijkse bedragen, die dus verspreid in de toekomst optreden, 'vertaald' naar 2010 door een discontovoet van 5,5% per jaar toe te passen.

Tabel B.10.1 geeft aan welke aannamen zijn gemaakt over de looptijd van de maatregelen.

Tabel B.10.1

Looptijden van de maatregelen voor de plan- en ecosysteemdienstenvariant.

Maatregelen	Duur
<i>Productiediensten</i>	
Afname areaal land- en tuinbouw	2010 - 2027
Exploitatie land- en tuinbouw	2010 - 2040
Exploitatie natuurkoeienbedrijf (ESD)	2010 - 2040
<i>Regulerende diensten</i>	
Luchtzuivering	2010 - 2040
Klimaatregulatie: Niet kerende grondbewerking (ESD)	2010 - 2040
Aanleg waterberging (PLAN)	2010
Aanleg Inundatiegebied (ESD)	2010 - 2027
Beheer Inundatiegebied (ESD)	2010 - 2040
Bodemvruchtbaarheid: Niet kerende grondbewerking (ESD)	2010 - 2040
Plaagbestrijding: Inrichting groen karakter (ESD)	2010 - 2027
Plaagbestrijding: beheer Groen karakter (ESD, PLAN)	2010 - 2040
<i>Habitatdiensten</i>	
Aanleg natte zone PLAN	2010 - 2027
Beheer natte zone PLAN	2010 - 2040
Inrichting EVZ PLAN	2010 - 2027
Beheer EVZ PLAN	2010 - 2040
Inrichting groen karakter (PLAN)	2010 - 2027
Beheer Groen karakter (PLAN)	2010 - 2040
<i>Culturele diensten</i>	
Woningwaarde	Zie tekst
Aanleg recreatievoorzieningen (PLAN, ESD)	2010 - 2027

2 Productiediensten

Bij de productiediensten maken we onderscheid in de voedseldiensten diensten die samenhangen met de huidige land- en tuinbouw in het studie gebied, en voedseldiensten die voortkomen uit het natuurkoeienbedrijf in het inundatiegebied. Voedsel: land en tuinbouw

2.1 Effecten op de primaire productie in de landbouw

De twee varianten leiden beide tot een geringere omvang van de primaire productie in de land- en tuinbouw ten opzichte van de autonome ontwikkeling (nulvariant). Dit komt voort uit de veronderstelling dat er geen veranderingen in kleine, maar economisch sterke sectoren optreden (glastuinbouw, boomkwekerijen, bloembollen en akkerbouw). De veranderingen komen dus 'terecht' bij grasland en maïsland. Deze krimpen naar rato van hun omvang.

Bij de berekening van de welvaartseffecten in de landbouw is het ook van belang te weten om welke sector het gaat, met andere woorden hoe is het grondgebruik nu en in de toekomst verdeeld over de sectoren. Dit is van belang omdat de Netto toegevoegde waarde (uitgedrukt per ha grond) tussen sectoren nogal uiteen kan lopen.

We gebruiken bij de toekenning van het grondgebruik aan sectoren de bedrijfsanalyse zoals berekend met het GIAB (Bijlage 7) plus aanvullende info. Hokdierenbedrijven (varkens en pluimveehouderij) hebben een areaal van in totaal 308 ha in het studiegebied. We nemen aan dat dit verdeeld is over akkerbouw, maïsland en grasland, zoals deze verdeling is voor varkensbedrijven in het LEI-informatienet in 2010. Dit betekent 39 ha maïs, 78 ha gras en 191 akkerbouw. Op deze hectaren is dus de netto toegevoegde waarde NTW van hokdierbedrijven van toepassing. In Noord Brabant als geheel waren in 2007 ruim 2100 hokdierbedrijven, waarvan 80% varkensbedrijven, 14% legpluimveebedrijven en 6% vleeskuikenbedrijven (Ministerie van EL&I, 2010). Deze verhouding nemen we ook voor het grondgebruik in ons studiegebied aan. Dat wil zeggen dat in 2010 246 ha grond aan de varkenshouderij wordt toegerekend, 43 ha aan de legpluimveehouderij en 19 ha aan de vleeskuikenhouderij. De ontwikkelingen in de varianten zijn vervolgens evenredig over de hokdiercategorieën verdeeld.

Uiteindelijk betekent dit dat de melkveehouderij in de planvariant 302 ha in oppervlakte kleiner wordt. In de ecosysteemdienstenvariant is deze afname groter: 432 ha. De varkenshouderij levert 6 resp. 9 ha grond in, de legpluimveesector 1 ha in de planvariant en 2 in de ecosysteemdienstenvariant. We gaan er vanuit dat deze afname zich voordoet van 2010-2027, met een jaarlijks gelijk tempo.

De berekening van de NTW is uitgevoerd aan de hand van met gegevens uit het Informatienet van het LEI op basis van het gemiddelde van jaren (2005-2009). De methode waarop de toegevoegde waarde uit het is bepaald is beschreven in Gaaff *et al.* (2003). Het betreft hier nationale gemiddelden.

Tabel B.10.2

Netto Saldo als schatting van de netto toegevoegde waarde in enkele sectoren van de land- en tuinbouw.

Sector	Netto saldo (euro/ha)
Melkveehouderij	2193
Akkerbouw	1823
Tuinbouw (open grond)	4396
Glastuinbouw	100767
Varkenshouderij	8653
Vleeskuikenhouderij	9375
Legpluimveehouderij	27075

Bron: Informatienet LEI, 2005-2009 plus aanvullende berekeningen.

De resultaten van de berekeningen staan in Tabel B.10.3 vermeld.

Tabel B.10.3

Effecten op de netto toegevoegde waarde van de landbouw in de Plan- en de Ecosysteemdiensten-variant, voor de melkveehouderij, de varkenshouderij en de pluimveehouderij (gemiddeld jaarbedrag in € x 1000 /jaar).

Bedrijfstak	Planvariant	Ecosysteemdienstenvariant
Melkveehouderij	201	287
Varkenshouderij	16	24
Legpluimveehouderij	8	16

Kapitaal en arbeid landbouw

Naast welvaartseffecten in termen van minder netto toegevoegde waarde (kosten) leidt een krimpende landbouw ook tot baten voor de maatschappij, die voorkomen uit het beschikbaar komen van arbeid en kapitaal. Vaak wordt aangenomen dat arbeid en kapitaal een vanuit maatschappelijk oogpunt even hoge opbrengst in alternatieve toepassingen kunnen genereren. Het is echter de vraag of dit daadwerkelijk geldt voor arbeid en kapitaal in de land- en tuinbouw. Het is namelijk te verwachten dat menig boer, die in verband met het de aanleg van natuur zijn bedrijf niet kan voortzetten, niet meer buiten de landbouw aan slag gaat. Veel bedrijfsbeëindigers zijn ouder dan 55 jaar. Vijftientig procent van de beëindigers koerst bewust naar beëindiging (Geerling-Eiff en Van der Meulen, 2008).

Het is daarom niet realistisch te veronderstellen dat de vrijkomende hoeveelheid arbeid en kapitaal ook volledig elders in de maatschappij aangewend zou kunnen worden. Een bepaald percentage van de boeren zou zonder Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) vermoedelijk stoppen met werken. Hun arbeid en kapitaal zouden dus elders in de maatschappij niet een even hoge opbrengst genereren. Daarom nemen we aan dat slechts de helft van het ingezette kapitaal en van de ingezette arbeid als batenpost in aanmerking moet worden genomen. Wat arbeid betreft wordt in overeenstemming met Jongeneel en Vader (2006) een toename in de loop van tien jaar aangenomen; echter vanaf 0% herinzetbaarheid in het eerste jaar in plaats van 50%.

Voor arbeid is het cao-loon in de veehouderij als rekenprijs gebruikt: € 29.200 (cao dierhouderij 2010-2012). De veronderstelling die hieraan ten grondslag ligt is dat het loon ongeveer gelijk is aan de productiewaarde die een eenheid arbeid voortbrengt. De omvang van het ingezette kapitaal is (per sector) afgeleid uit het Bedrijveninformatienet (het gemiddelde over de periode 2005 tot en met 2009). Voor kapitaal is een rekenprijs van 5% gehanteerd conform Gaaff *et al.*, 2003.

De resultaten van de berekeningen van de baten staan in Tabel B.10.4 vermeld.

Tabel B.10.4

Baten in het Rijk van Dommel en Aa in de vorm van vrijkomend arbeid en kapitaal van de landbouw in de Plan- en de Ecosysteemdienstenvariant, voor drie bedrijfstakken (gemiddeld jaarbedrag in 1000 € /jaar).

Bedrijfstak	Planvariant	Ecosysteemdienstenvariant
Melkveehouderij	68	98
Varkenshouderij	5	8
Legpluimveehouderij	2	5

Toeleverende en verwerkende industrie

Een verandering van de productieomvang in de primaire land- en tuinbouw heeft in potentie ook een effect op de toeleverende en verwerkende industrie; de zogenaamde indirecte effecten.

Bij het identificeren van deze indirecte effecten is grote terughoudendheid geboden. De richtlijnen OEI voor het uitvoeren van een MKBA geven aan dat indirecte effecten dienen te worden opgenomen als er sprake is van additionele welvaartseffecten, omdat anders dubbeltellingen optreden (Elhorst *et al.*, 2004). Additionele effecten treden vooral op als de markten, waarop de toegeleverde en afgezette producten worden verhandeld, verstoord zijn, bijvoorbeeld door heffingen of subsidies. De vraag is, in hoeverre dit hier het geval is. Voor de markt van producten en diensten van de toeleverende en verwerkende industrie is dit niet aannemelijk. Wel kunnen kortstondig doorwerkingseffecten optreden in sectoren aan verwerkende en toeleverende industrie die onmiddellijk gekoppeld zijn aan landbouwproductie. We laten deze effecten voor nu achterwege.

2.2 Voedsel: Natuurkoeien

In de ecosysteemdienstenvariant wordt vanaf 2020 een extensief rundvleesproductiebedrijf in het Dommeldal gevestigd. Het gaat om een bedrijfsopzet met zo'n 100 ha.

Voor de waardering van de vleesproductie ontbreken de gegevens om een volledige netto toegevoegde waarde schatting te geven. In plaats daarvan zijn saldoberekeningen voor min of meer vergelijkbare veehouderijssystemen gebruikt: zoogkoeienhouderij op natuurgraslanden (Corporaal en Van Os, 2002), met als uitgangspunt een veedichtheid van één zoogkoe per hectare, wat te vergelijken is met de opzet voor het Dommeldal.

Het saldo voor vleesproductie is laag. We gaan uit van een saldo van -10 euro per zoogkoe per jaar (op basis van kwantitatieve informatie, 2011-2012). Dit saldo is exclusief bedrijfstoelagen en exclusief kosten voor arbeid en gebouwen. Kosten voor gebouwen nemen we niet mee, omdat we ervan uitgaan deze dieren meestentijds buiten verblijven. Verder veronderstellen we geen extra opbrengsten in verband met het speciale karakter (regionaal) van het vlees te opzichte van regulier vlees.

Op basis hiervan bedragen de baten van deze dienst gemiddeld per jaar -246 euro.

2.3 Biomassa

De ecosysteemdiensten biomassa kan verbonden zijn met andere ecosysteemdiensten (klimaatregulatie). Dit doet zich bij bos voor. Een bos kan tegelijkertijd deze diensten voortbrengen, maar ze kunnen elkaar ook uitsluiten. Een bos, gekapt voor houtwinning draagt bijvoorbeeld niet meer bij aan CO₂-vastlegging. Nieuw bos legt vanaf de aanplant CO₂ vast, maar draagt pas vanaf een leeftijd van circa 35 jaar bij aan houtproductie en biomassaenergie. We nemen daarom aan dat het nieuw aangeplante bos in de periode 2010-2040 de dienst houtproductie nog niet levert en dus binnen de planperiode van 30 jaar geen welvaartseffecten oplevert.

3 Regulerende diensten

3.1 Luchtzuivering

De aanleg van extra natuur in beide varianten, waaronder ook bos, heeft positieve effecten op de volksgezondheid vanwege extra afvang van fijn stof. In de planvariant betekent dit, als de extra natuur is aangelegd, een extra afvang van fijn stof van 5000 kg/jaar, in de ecosysteemdienstenvariant gaat het om 9000 kg per jaar. Over de exacte omvang van de gezondheidsbaat van fijnstof-invang bestaan geen cijfers (Hein, 2011). In de literatuur is een grote spreiding in gehanteerde prijzen, zie Tabel B.10.5.

Tabel B.10.5

Gezondheidsbaat door invang fijnstof.

Bron	Bedrag (€ per kg)	Opmerkingen
Eijgenraam <i>et al.</i> 2000	70	Buiten bebouwde kom
LNV, 2006	300	Binnen bebouwde kom
Hein, 2011	10,60	Exclusief eerder overlijden
Witteveen en Bos, 2011	87-376	

De bepaling van de blootstelling van de bevolking vereist een veel groter detailniveau dan op basis van de varianten te berekenen is. In de literatuur (zie Witteveen en Bos, 2011) wordt geconstateerd, dat in MKBA's tot nu toe veelal geen rekening gehouden wordt met de feitelijke aantal mensen dat ziek wordt als gevolg van PM10. In waardering van de welvaartseffecten wordt onderscheid gemaakt tussen invang van fijnstof binnen en buiten de bebouwde kom, als een proxy voor het aantal bewoners dat wordt blootgesteld aan fijnstof (veel cq. weinig). Dit kan als een methodologisch bezwaar worden beschouwd. De veel gebruikte kentallen zijn meer dan 10 jaar oud.

Een andere manier om de welvaartseffecten te moneteriseren, toegepast in een recente van studie van Hein (2010), is op basis van de voorkómen gezondheidsschade door afvang van fijn stof en daarmee vermeden kosten van ziekenhuisbehandelingen. Hein (2011) berekent de welvaartseffecten met de totale kosten in Nederland voor PM10 vervuiling gedeeld door de totale PM 10 vervuiling uit Nederlandse bronnen. Dit leidt tot een veel lager bedrag, ook als rekening gehouden zou worden met patiënten die eerder overlijden.

In de berekening is ook hier gekozen voor de laagste waarde om overschatting te voorkomen, dus de waarde berekend door Hein (2010): € 10,60 per kg fijn stof.

Het welvaartseffect van deze extra fijn stof-Invang bedraagt in de planvariant 6.570 euro per jaar gemiddeld over de planperiode. In de ecosysteemdienstenvariant is het effect 11.840 euro/jaar.

3.2 Klimaatregulatie

Naast een verandering in landbouwarealen, verandert ook het areaal bos en natuurterreinen in het Rijk van Dommel en Aa als gevolg van de maatregelen.

In bos wordt CO₂ aan de atmosfeer onttrokken en vastgelegd als koolstof in het hout en de bodem. We nemen aan dat het nieuw aangeplante bos in de periode 2010-2040 op deze manier bijdraagt aan de dienst klimaatregulatie.

Een vergroting van de koolstofvastlegging in de bodem werkt regulerend voor het klimaat door CO₂ buffering. Vergroten van de in de bodem vastgelegde hoeveelheid koolstof kan bereikt worden door het organische stofgehalte in de bodem te verhogen. In akkerbouwpercelen kan dit onder andere door niet kerende grondbewerking toe te passen in plaats van ploegen (Van Eekeren en Bokhorst, 2010). We gaan ervan uit dat de niet-kerende grondbewerking op alle akkergronden wordt toegepast. Het zelfde effect kan op grasland bereikt worden door de graslandvernieuwing niet via scheuren uit te voeren, maar de graszode ouder te laten worden en door te zaaien.

De som van extra areaal bos en natuurterrein plus extra landbouwmaatregelen in de ecosysteemdienstenvariant om de koolstofvastlegging te vergroten leiden tot een extra vastlegging van CO₂ van 76 kton CO₂ in de plan variant en 597 kton CO₂ per jaar in de ecosysteemdienstenvariant.

Voor het moneteriseren van de koolstofvastlegging kunnen marktprijzen voor CO₂ worden gehanteerd. Voor de berekening houden we €10 per ton aan.

Dit betekent dat de baten voor klimaatregulatie per jaar in de Plan variant 12.950 euro per jaar, gemiddeld over de planperiode bedragen. In de ecosysteemdienstenvariant zijn de baten duidelijk groter, namelijk 101.700 euro per jaar.

3.3 Veiligheid

Bij de bepaling van de welvaartseffecten is het uitgangspunt dat de beide varianten niet verschillen in veiligheidsrisico voor overstroming.

De bepaling van de welvaartseffecten van veiligheid zijn in hoge mate afhankelijk van lokale omstandigheden. Toch hebben we in dit een poging gewaagd aan de hand van de studie 'Waarderen van water in een regionaal watersysteem' (Reinhard *et al.*, 2004). Ze hanteren een methodologie, die aansluit bij de in dit rapport (hoofdstuk 2.3) beschreven aanpak.

In Reinhard *et al.* (2004) is de methode uitgewerkt voor een vooraf bepaalde maatregel (stuwbeheer) in het studiegebied Gemert-Bakel, de bovenloop van de Aa. Daarmee is een voorbeeldstudie beschikbaar in een vergelijkbaar en aangrenzend gebied aan Eindhoven-Helmond. Tegelijkertijd maakt de case Gemert-Bakel duidelijk dat kwantitatieve resultaten sterk afhankelijk zijn van de beschikbaarheid van gedetailleerde en specifieke regionale informatie zoals bodemgesteldheid, neerslagpatronen, bebouwing, geteelde gewassen, enzovoorts en dat op een fijnmazig ruimtelijk niveau. Het bijeenbrengen van al deze informatie valt buiten het bestek van de TEEB studie.

Het studiegebied Gemert-Bakel is ongeveer 28.000 ha groot, ongeveer 1/3 van het stroomgebied van de Bakelse Aa en kent een verval van ongeveer 17m. Gemert-Bakel is veel minder verstedelijkt dan Eindhoven-Helmond. Op basis van Reinhard *et al.* zijn de kosten en baten af te leiden zoals weergegeven in Tabel B.10.6. Daarbij zijn de verschillende posten teruggerekend tot een bedrag per hectare, uitgaande van de oppervlakten per functie en afgerond, op jaarbasis.

Tabel B.10.6

Kosten en baten van maatregelen t.b.v. de waterveiligheid in Gemert-Bakel (Reinhard et al., 2004).

Type functie/gebied	Kosten €/ha	Baten €/ha	Saldo €/ha
Bebouwd gebied (wonen, bedrijvigheid); bovenstrooms	2.380	-	-2.380
Agrarisch, bovenstrooms	110	60	-50
Bos en natuur, bovenstrooms	5	23	+ 18
Benedenstrooms *	-	10	+ 10

* Toegerekend aan het gehele studiegebied van 18.000 ha.

Deze resultaten zijn het gevolg van eenvoudige maatregelen (stuwen optrekken), waarvan de kosten verwaarloosbaar zijn (circa € 1/ha/jaar over het hele plangebied). De grote kostenpost in Tabel B.10.6 wordt veroorzaakt door het grotere inundatierisico bovenstrooms; de landbouwbatens en -kosten hangen samen met een combinatie van lagere en hogere grondwaterstanden. De effecten benedenstrooms zijn beperkt.

Vertaling naar Eindhoven-Helmond

De maatschappelijke kosten van het vasthouden van water bovenstrooms hangen in hoge mate samen met de type maatregelen, de locatie en de objecten die met de hoge waterstand te maken krijgen. Een ruwe vertaling van de situatie uit de studie in Gemert Bakel leert dat dit kan oplopen tot 8,5 mln. euro per jaar (kosten per hectare bebouwd gebied uit Tabel B.10.6 omvang bebouwd gebied in Eindhoven/Helmond). De condities in ons studiegebied wijken dermate af, dat deze kosten tot een fractie hiervan terug kunnen lopen (bijvoorbeeld 10%). Overigens zijn deze kosten voor beide varianten gelijk.

De baten benedenstrooms, die ook voor beide varianten gelijk zijn, zijn bepaald op basis van het saldo uit Tabel B.10.6 (10 euro/ha) en zijn van toepassing verondersteld op het gehele studiegebied (15.800 ha). Dit betekent maatschappelijke baten gemiddeld per jaar van 40.380 euro van 2010-2040.

Investerings in waterberging

De waterbergingsopgave in het gebied Dommeldal bedraagt maximaal 500.000 m³ (Figuur 29, in het gebied de Urkhovense Zeggen bij Geldrop ligt een bergingsopgave van maximaal 100.000 m³. In totaal gaat het dus om 600.000 m³.

We hebben voor de bepaling van de investeringen in de planvariant gebruik gemaakt van het Hoofdrapport pilotprogramma Waterberging & Natuur. Hierin zijn schattingen opgenomen van de benodigde wateropgave en de bijbehorende investeringen zowel tot 2015 als tot 2050. Op basis van Tabel B.10.6 is een eenheidsprijs voor investeringen in waterberging afgeleid van 20.000 euro/ha. In ons studiegebied betekent dit (bij 120 ha waterberging) een investering (in 2010) van 2,4 mln. euro. We schrijven deze investering af in 30 jaar en rekenen jaarkosten van 5.4%. Deze leidt tot maatschappelijk kosten van 67.000 euro gemiddeld per jaar.

Baten als gevolg van minder benodigde waterberging

In de ecosysteemdienstenvariant is het bodembeheer in de land- en tuinbouw onder andere gericht een vergroting van de waterbergingscapaciteit. Ten opzichte van de nulvariant wordt 160.000 m³ extra bergingscapaciteit gerealiseerd (zie Tabel B.10.5). Dit betekent dat een waterberging met een oppervlakte van zo'n 32 ha achterwege kan blijven. Investerings van zo'n 400.000 euro kunnen worden uitgespaard, wat welvaartseffecten oplevert van gemiddeld 17.660 euro/jaar.

3.4 Bodemvruchtbaarheid

In de ESD variant wordt de bodemvruchtbaarheid verbeterd via het niet meer scheuren van grasland. In totaal wordt er in Nederland jaarlijks circa 13% van het graslandareaal gescheurd. Dit gescheurde grasland wordt weer opnieuw ingezaaid met gras (herinzaai, 7%) of maakt deel uit van een wisselbouwsysteem (6%) met andere gewassen, bijvoorbeeld maïs, aardappelen of bloembollen (Hoving en Bussink, 2002).

In de bepaling van de effecten gaan we ervan uit dat volledig herinzaai van grasland (7% van het areaal in het studiegebied) vervangen wordt door volledig doorzaaien van grasland en dat dit jaarlijks wordt doorgevoerd.

Doorzaaien is goedkoper dan herinzaai van grasland: 310 euro/ha vs 920 euro/ha bij herinzaai (KWIN). Voor het studiegebied betekent dit baten van 56.670 euro gemiddeld per jaar.

In akkerland wordt niet-kerende grondbewerking toegepast waardoor het organische stofgehalte toeneemt. Bij niet-kerende grondbewerking worden brandstofkosten en materiële kosten uitgespaard. Niet duidelijk is welke effecten het heeft op de gewasopbrengst.

De effecten van een hoger organisch stofgehalte op de gewasopbrengsten zijn nog onvoldoende duidelijk en zijn daarom als PM opgenomen in de Tabel 32 (paragraaf 5.7) met de welvaartseffecten.

3.5 Plaagbestrijding

In de ecosysteemdienstenvariant wordt 44 ha groen aangelegd, met als functie naast natuur plaagbestrijding. Het gaat hierbij om houtwallen, boomsingels en bosjes (natuurtype L.01.04). We zijn uitgegaan van de aanleg van deze landschappelijke elementen 17 jaar duurt en in 2027 gereed is.

We nemen bij de kosten alleen de beheerkosten op. Deze bedragen 1.500 euro per hectare (SNL, onderhoud landschapselementen) en betekenen gemiddeld per jaar 19.990 euro aan kosten. De aanlegkosten laten we achterwege, omdat we ervan uitgaan dat deze veel lager zijn dan de beheerkosten.

Verder is over de baten van deze maatregel voor de bescherming tegen plagen nog veel niet duidelijk en wordt dit als PM post opgenomen.

Volgens de bedrijfsanalyse van het gebied is de hoeveelheid insecticide die in het gebied wordt gebruikt beperkt n.l. 73 kg. Bij gemiddelde kosten van €55 per kg bestrijdingsmiddel zou hier maximaal €4015 bespaard kunnen worden. Vanwege het geringe bedrag is dit verder niet meegenomen.

4 Habitatdiensten

4.1 Oppervlakte natuur

Ten opzichte van de nulvariant verandert de oppervlakte natuur in beide varianten als volgt:

Planvariant

- De EHS natte zone wordt aangelegd (80 ha), we nemen aan dat dit bestaat uit 1/3 nat schraalland, 1/3 moeras, 1/3 rivier en beekbegeleidend bos.
- De ecologische verbindingszone wordt gerealiseerd, met 100 ha bos, 6 ha heide en 1,5 ha stuifzand. We veronderstellen dat het bos het natuurtype droog bos met productiefunctie heeft, en dat de heide natuurtype droge heide betreft.

- Er wordt, in het kader van het verbeteren van het van groene karakter 25 ha houtwal en 30 ha bosjes aangelegd (natuurtype bossingel en bosjes).

Ecosysteemdienstenvariant

- De ecologische verbindingszone wordt gerealiseerd zoals in de planvariant.
- Er wordt 88 ha akkerranden en 44 ha landschapselementen t.b.v. de plaagbestrijding gerealiseerd (zie hoofdstuk 3).
- Er wordt een inundatiegebied gerealiseerd van 192 ha: 100 ha voor overstroming en grazen, een vluchtplaats van 20 ha, 25 ha oeverwal en 47 ha bosschages. We nemen aan dat dit valt onder de natuurtype beek en bron qua inrichting.

We gaan er vanuit dat deze veranderingen in 17 jaar gerealiseerd zijn en gered zijn in 2027. De kosten voor de aanleg van nieuwe natuur zijn afgeleid uit de normkosten, zoals die door de DLG worden gehanteerd (Bijl-Weisz, 2009) voor de aanleg van de verschillende natuurtypen. De kosten voor aanleg zijn jaarlijks 5.4%, over een periode van 30 jaar (Verburg *et al.*, 2011). Voor kosten van beheer is aangesloten bij de SNL (prijzen 2010).

Tabel B.10.7

Overzicht uitgangspunten kosten habitatdiensten.

Gebiedstype	Aanleg (€/ha)	Beheer (€/ha)
Ecologische Hoofdstructuur natte zone	29.000	¹ 900
Ecologische verbindingszone	20.000	100
Groen karakter	1.500	
Inundatiegebied	50.000	² 88

¹ Regio Zuid.

² Landschapselementen.

De kosten voor de aanleg van de natuur zijn in Tabel B.10.8 opgenomen.

Tabel B.10.8

Kosten voor aanleg en beheer van natuur voor de planvariant en de ecosysteemdienstenvariant van 2010-2040 (gemiddeld jaarbedrag in € /jaar).

Type natuur	Planvariant	Ecosysteemdienstenvariant
Aanleg EHS natte zone	37.940	n.v.t.
Beheer EHS natte zone	21.800	n.v.t.
Aanleg EVZ	35.160	35.160
Beheer EVZ	3.260	3.260
Aanleg inundatiegebied	n.v.t.	156.980
Beheer inundatiegebied	n.v.t.	1.920
Beheer 'Groen karakter'	24.980	19.990

- De kosten voor de aanleg van de EVZ zijn niet in de welvaartseffectentabel (paragraaf 5.7 Tabel 32) opgenomen, omdat ze tussen de varianten niet verschillen.
- De kosten voor het aanleggen en beheren van het inundatiegebied zijn in de tabel (paragraaf 5.7 Tabel 32) opgenomen bij veiligheid.

5 Culturele diensten

5.1 *Esthetische informatie: woongenot*

In diverse studies is een positief verband vastgesteld tussen een groene woonomgeving en de huizenprijs. Een veel gebruikte werkwijze om in kaart te brengen wat mensen bereid zijn te betalen voor een groenere woonomgeving is de hedonistische prijzenmethode. Deze methode leidt de betalingsbereidheid voor natuurkwaliteit af uit de verhoogde woningprijzen van woningen in en nabij groen (en/of water) ten opzichte van woningen niet nabij groen die voor de rest vergelijkbaar zijn.

Luttik en Zijlstra (1997) vinden bijvoorbeeld dat 'droog groen' nauwelijks significante effecten heeft op de huizenprijs, maar dat het wonen in de nabijheid van 'open ruimte' wel een aantoonbaar positief effect heeft, tot 12% van de huizenprijs voor woningen met uitzicht op de open ruimte. Ook van water in de buurt gaat vrijwel steeds een waardeverhogend effect uit. Bovendien levert de aanwezigheid van aantrekkelijke (dat wil zeggen bosrijke, waterrijke dan wel gevarieerde) natuur in de buurt van de woonplaats (binnen 1 à 2 kilometer) een waardestijging van 5 à 10% op, mits de mooie plekken toegankelijk zijn. Bervaes en Vreke (2004) constateren eveneens een waardestijging van woningen bij uitzicht op water en open landschap. Daarbij valt op dat het uitzicht achter het huis (water 15% en open landschap 12%) hoger gewaardeerd wordt dan vóór het huis (beide 6%). Uitzicht op een park voor of achter het huis is goed voor een hogere huizenprijs van 6,5%. Dekkers en Koomen (2008) komen tot vergelijkbare waarden: 4 tot 8% hogere woningprijs bij uitzicht op open landschap en 3% tot 8% voor huizen in de nabijheid van open landschap (dat wil zeggen: 10 tot 25 meter). Andere studies gaan eveneens uit van een dergelijke waardestijging, al dan niet op basis van de hiervoor genoemde bronnen (zie bijvoorbeeld Ecorys (2002), Witteveen + Bos (2003) en Bos en Vogelzang (2008)). Indien er al (veel) groen in de omgeving aanwezig is, zal toevoeging van nieuw gelijkwaardig groen een kleiner effect hebben. Dit is dus van invloed op de p-waarde (hoe groot is het prijseffect van woningen), zoals aangegeven in bijvoorbeeld Gaaff *et al.* (2003). Bij vervanging van het ene soort groen door het andere, bijvoorbeeld agrarisch beheerd grasland door natuurlijk grasland, is een waardeverhoging overigens wel voorstelbaar. Ook bij de bepaling van de q-waarden (hoeveel woningen ondervinden het effect) is voorzichtigheid geboden (CPB, 2007).

Om de grootte van het effect in te schatten, is het ook noodzakelijk om te weten op welke afstand van natuur het effect zich voordoet. Rouwendal en Weijsschede-Van der Straaten (2011) stellen vast dat 'het niet op voorhand duidelijk is op welke afstand de effecten van parken en plantsoenen op woningprijzen zich voordoen'. In de publieke discussie over openbaar groen zijn afstanden van 500 en 300 meter als maxima genoemd, maar het is onduidelijk waarop die afstanden zijn gebaseerd. Bervaes en Vreke (2004) gaan bijvoorbeeld uit van woningen die zich binnen 400 meter afstand van een park bevinden, maar motiveren deze keuze niet. Voor de invloed van natuur en landschap op woningprijzen geldt eveneens dat het onbekend is op welke afstand de effecten zich precies voordoen.

We hebben in onze case niet de informatie om een precieze berekening uit te voeren. Daarom kiezen we ervoor om te werken met verschillende veronderstelde aantallen woningen die profiteren van de aanwezigheid van extra natuur in de vorm van een fictief voorbeeld (om wel gevoel te krijgen voor de orde van grootte). We veronderstellen daarbij dat het aantal huizen dat profiteert van de groene omgeving in beide varianten gelijk is. Ter informatie: in totaal is een groei in aantal woningen voorzien van circa 7075. Vooral 'Nuenen-West' (1575 woningen) mikt op het wonen bij groen.

Voor de p-waarden hanteren we als uitgangspunt een gemiddelde verkoopwaarde van woningen van € 240.000 (op basis van CBS, 2010) en een waardestijging van minimaal 4% en maximaal 8% als er natuur bijkomt (categorie A en categorie B) in Tabel B.10.9. Deze percentages gelden niet voor woningen die al in de buurt van natuur liggen, maar er door de varianten meer natuur bij krijgen. Voor die woningen veronderstellen we dat de toename de helft is (2% tot 4% waardestijging, Categorie C.) De berekeningen leiden tot de volgende resultaten (fictief voorbeeld)

Tabel B.10.9

Effect op woningwaarde (huizen in een zone van 300 m tot nieuw groen).

Categorie huizen	Aantal woningen
A. Nieuwe Woningen bij nieuwe natuur	100
B. Nieuwe woningen bij bestaande natuur	100
C. Nieuwe natuur bij bestaande woningen	25
Enmalige effecten :	
Baat bij 4% waardestijging	€ x miljoen
Baat bij 8% waardestijging	2,0
	4,1
Uitgedrukt in gemiddeld jaarbedrag	
Baat bij 4% waardestijging	€ x duizend/jaar
Baat bij 8% waardestijging	43
	86

Deze effecten doen zich eenmalig voor; het tijdstip waarop is enigszins onbepaald, enerzijds doordat de realisatie van de natuur in de varianten zich over 17 jaar uitstrekt, anderzijds ook doordat de feitelijke incassering toegekend kan worden aan het moment waarop de huidige eigenaar de woning verkoopt, maar voor een deel ook al eerder, omdat een hogere woningwaarde 'op papier' deels leidt tot hogere consumptie¹⁵. In de berekeningen is deze eenmalige waardeverhoging uitgesmeerd over 20 jaar en verdisconteerd met 5,5%, wat leidt tot gemiddelde jaarbedragen van variërend van € 0,04 miljoen tot € 0,09 miljoen.

5.2 Recreatie

De welvaartseffecten van de dienst recreatie bestaan uit kosten voor aanleg en onderhoud van extra voorzieningen, en uit baten, in geval er sprake is van een tekort aan recreatieve voorzieningen. We werken eerst de baten uit, daarna de kosten.

Baten van fietsen en wandelen

De recreatieve voorzieningen in het studiegebied worden uitgebreid. Dit betekent extra voorzieningen in al bestaand agrarisch gebied en al bestaande natuurgebieden en voorzieningen in nieuw aan te leggen natuur. De vraag hierachter is eigenlijk hoeveel extra recreatieve ontsluiting dit oplevert. Dit hangt onder meer af van de recreatieve kwaliteit van de al aanwezige voorzieningen; immers als de huidige voorzieningen al voorzien in de vraag levert uitbreiding van de voorzieningen wel meer (fysiek) aanbod op maar niet meer gebruik en dus geen welvaartsverhoging.

Vergelijking van de opvangcapaciteit met het daadwerkelijke gebruik geeft aan dat voor wandelen de benutting van de capaciteit bij lange na niet volledig is: nog geen 60% (Tabel B.10.10). Uitbreiding van de opvangcapaciteit zal dus - tenminste in kwantitatieve zin - weinig effect hebben op het aantal recreanten. Mogelijk bestaan er wel kwalitatieve tekorten, maar hierover hebben we geen gegevens voorhanden. Voor fietsen ligt het anders. De opvangcapaciteit is kleiner dan het gebruik, zo'n 35% tekort (Tabel B.10.10), er is dus sprake van een tekort en uitbreiding van de capaciteit zal waarschijnlijk tot een toename van het aantal recreanten leiden.

Op grond van de bevolkingsontwikkeling zijn de wandel- en fietstochten berekend in de nulvariant; deze zijn gehanteerd als vraag en zijn in de planvariant en ecosysteemvariant daaraan gelijk gesteld. Voor wandelen is er wel een fysiek effect, maar het welvaartseffect is op nul gesteld omdat, zoals geconstateerd, in de huidige situatie en ook in de nulvariant de huidige opvangcapaciteit al groter is dan het gebruik. Voor fietsen is gezien het tekort ervan uitgegaan dat de nieuwe capaciteit volledig benut wordt.

Tabel B.10.10

Fysieke en welvaartseffecten vergroting toegankelijkheid voor recreatie.

Opvangcapaciteit en vraag	Nulvariant		Planvariant		Ecosysteemvariant	
	Wandelen	Fietsen	Wandelen	Fietsen	Wandelen	Fietsen
Opvangcapaciteit (mln./jaar)	2,15	0,94	2,35	1,05	2,41	1,08
Gebruik/vraag (mln./jaar)	1,36	1,27	1,36	1,27	1,36	1,27
Verschil met nulvariant*	-	-	0,19	0,11	0,26	0,14
Welvaartseffect bestedingen mln. €/jaar			-	0,28	-	0,35
Effect netto toegevoegde waarde mln. €/jaar			-	0,08	-	0,11

* Als gevolg van afronding niet altijd exact aan het kolomverschil.

¹⁵ In een rigoureuze toepassing van woningwaardestijging in een MKBA is te beredeneren dat alleen dit consumptieve effect mag worden meegenomen; immers de incassering van de verhoogde woningwaarde in de vorm van een hogere verkoopwaarde is een overdracht (Jongeneel et al., 2005). Op deze wijze blijft het maatschappelijk nut van het hogere woongenot wel vrijwel volledig buiten beeld.

Op basis van de toename van het gebruik ten opzichte van de nulvariant is het effect gemonetariseerd (Tabel B.10.10). Hierbij is uitgegaan van het kental van een besteding van (afgerond) € 2,50 per wandel/fietstocht (Continu Vrijetijdsonderzoek 2008-2009; bewerking Kenniscentrum Recreatie): wandelen € 2,48, fietsen € 2,53. De bestedingen van recreanten vertegenwoordigen de (bruto) omzet van de horecabedrijven. Deze zijn vervolgens teruggerekend naar netto toegevoegde waarde¹⁶.

De baten over 30 jaar van fietsen bedragen (gemiddeld per jaar) 30.970 euro in de planvariant en 42.590 euro in de ecosysteemdienstenvariant.

Baten van paardrijden

Het aantal km ruiterspaden in Noord-Brabant bedroeg volgens een inventarisatie uit 2003 594 km (Van Hall, 2003). Het aantal paardensporters in Noord Brabant bedraagt tussen de 50- en 75 duizend (Bergsma *et al.*, 2008). Al met al maakt 54% wel eens gebruik van bewegwijzerde routes. Dit cijfer is vergelijkbaar met de resultaten van het KNHS Paardensportonderzoek.

De doelgroep voor het Brabantse ruiterrouten netwerk (dit zijn regionale routes omvat ruim 30.000 paardensporters. Momenteel maakt slechts 6% gebruik van dit ruiterrouten netwerk (Korteweg Maris, 2006). Deze groep benut het netwerk slechts enkele keren per jaar.

De hypothese op basis van dit beeld is dat er op dit moment geen behoefte bestaat aan extra ruiterspaden. We veronderstellen daarom dat extra baten afkomstig van ruiterspaden niet zullen optreden.

Kosten recreatieve voorzieningen

In het studiegebied worden aangelegd 10 ha aan fietspaden, 15 ha ruiterspaden en 4 ha wandelpaden. De kosten voor de aanleg van deze paden zijn afkomstig van DLG (2009, normkostenbenadering).

Fietspaden zijn 2 meter breed, wandelpaden 1 meter breed (boerenlandpad) en het ruiterspad is eveneens 1 meter breed.

Tabel B.10.11

Kosten van aanleg en beheer van recreatieve voorzieningen (DLG, 2009).

Recreatieve voorziening	Aanleg (€/ha. jr)	Beheer (€/ha. jr)
Fietspad	18.220	69,60
Wandelpad	2.880	56,66
Ruiterspad	4.800	6,26

De aanlegkosten bestaan alleen uit rentekosten (4%, 30 jaar, zie bijvoorbeeld Verburg *et al.*, 2011), omdat bij het beheer al rekening met vervanging is gehouden.

De kosten voor het beheer zijn afkomstig uit de berekeningen van standaardkostprijs voor directe werkzaamheden voor Terreinbeheer voor gezamenlijke TBO's, die de basis vormen voor de INdEXNL. Aangenomen is hierbij dat het gaat om kosten voor onderhoud en vervanging (R3 inrichtingsniveau).

De totale kosten voor recreatie over de planperiode zijn voor de planvariant 183 duizend euro en voor de ecosysteemdienstenvariant 83 duizend euro. De totale baten bedragen voor de planvariant 929 duizend euro en voor de ecosysteemdienstenvariant 1278 duizend euro.

¹⁶ Op basis van Polman, N.B.P., L.H.G. Slangen, A.T. de Blaeij, J. Vader en J. van Dijk, 2009. Baten van de Ecologische Hoofdstructuur; de locatie van recreatiebedrijven; WOt werkdocumenten 193 en CBS: Bbp, productie en bestedingen; productie en inkomens naar bedrijfstak, waarde werkelijke prijzen, 2009, mln. euro; SBI 56 (restaurants en cafés).

Bijlage 11 Plaagbestrijding in casestudiegebied Rijk van Dommel en Aa

Tabel B.11.1

Besparing van kosten voor insecticiden (Bron: MKBA Hoekse Waard).

Gewas	Middel	Actieve stof	Gebruik per ha per jaar	Eenheid (kg of liter)	Middel prijs (€/kg of €/l)	Reductie (%)	Besparing per jaar per ha
Consumptie-aardappelen	Primor	Pirimicarb (50%)	0,50	kg	55,00	80	22,00
Zetmeelaardappelen	Primor	Pirimicarb (50%)	0,50	kg	55,00	80	22,00
Zetmeelaardappelen	Karate zeon	Lambda-cyhalothrin	0,60	l	67,10	80	32,21
Wintertarwe	Primor	Pirimicarb (50%)	0,20	kg	55,00	80	8,80
Zomertarwe	Dimethoat	Dimethoat (400)	0,25	l	8,60	50	1,08

Tabel B.11.2

Schatting van de milieubelasting door gewasbeschermingsmiddelen (in kg werkzame stof en milieubelastingspunten) op de percelen binnen het casestudiegebied Rijk van Dommel en Aa.

Omschrijving rubriek		Hoeveelheden		
		2002	2010	Vershil
Netto opp. binnen TEEB	Oppervlak (ha)	4759	4235	-11%
Bestrijdingsmiddelen	kg werkzame stof	6797	8074	19%
	mbp totaal	6632280	5797947	-13%
kg werkzame stof	Insecticiden	142	73	-49%
	Fungiciden	2627	2440	-7%
	Herbiciden	3627	3131	-14%
	Nematiciden	57	100	76%
	Overig	345	2330	575%
Milieubelastingspunten	Bodem	1054154	1158498	10%
	Grondwater	825492	375429	-55%
	Oppervlaktewater	4752634	4264020	-10%

De milieubelasting als gevolg van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is in totaal circa 13% gedaald, daar staat tegenover dat de hoeveelheid in kg bijna 20% is gestegen. Dit komt overeen met het beeld dat de huidige gewasbeschermingsmiddelen minder milieubelastend zijn. Als we kijken naar de verschillende milieucompartimenten is de belasting van het grond- en oppervlakte water gedaald, maar de belasting in de bodem is gestegen. Dit wordt hoofdzakelijk bepaald door het toegenomen verbruik aan nematiciden en overige middelen.

Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2489
ISSN 1566-7197



Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2489
ISSN 1566-7197

Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

