



Ontwikkeling instrumentarium natuurlijk kapitaal

Casestudie Noordwaard-polder

Kees Hendriks, Carla Grashof-Bokdam, Rini Schuiling, Bart de Knecht



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Ontwikkeling instrumentarium natuurlijk kapitaal

Casestudie Noordwaard-polder

Kees Hendriks, Carla Grashof-Bokdam, Rini Schuiling, Bart de Knegt

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving

Wageningen Environmental Research
Wageningen, december 2019

Gereviewd door:
Eric Arets, onderzoeker (Wageningen Environmental Research)

Akkoord voor publicatie:
Nina Smits, teamleider van Vegetatie, Bos en Landschapsecologie

Rapport 2973
ISSN 1566-7197

Kees Hendriks, Carla Grashof-Bokdam, Rini Schuiling, Bart de Knegt, 2019. *Ontwikkeling instrumentarium natuurlijk kapitaal; Casestudie Noordwaard-polder*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2973. 58 blz.; 14 fig.; 16 tab.; 37 ref.

In dit onderzoek is voor Rijkswaterstaat-WVL aan de hand van de casestudie Noordwaard-polder gewerkt aan de ontwikkeling van een instrumentarium waarmee voor verschillende RWS-gebieden de levering van ecosystemendiensten in kaart kan worden gebracht, handelingsperspectieven kunnen worden gegeven en synergieën en trade-offs van maatregelen inzichtelijk kunnen worden gemaakt.

This research for Rijkswaterstaat-WVL used the case study Noordwaard to work on the development of an instrument to map the delivery of ecosystem services in several RWS areas and to propose action perspectives and to give insight in synergies and trade-offs of measures.

Trefwoorden: ecosystemendiensten, biomassa, energie, veevoer, waterzuivering, koolstofvastlegging, bestuiving, recreatie, opschalen, handelingsperspectieven, trade-off, synergie, indicatoren, monitoring

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/507287> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2019 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- 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.

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



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem.

In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 2973 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: © Wim van de Meerendonk

Inhoud

	Verantwoording	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	11
	1.1 Achtergrond	11
	1.2 Doelstelling	11
	1.3 Conceptueel kader	12
	1.4 Leeswijzer	12
2	Werkwijze	13
	2.1 Verkenning instrumentariumontwikkeling	13
	2.2 Verkenning casestudiegebied	15
	2.3 Selectie van de ecosysteemdiensten en het in beeld brengen ervan	15
	2.4 Kwantificeren van de ecosysteemdiensten	15
	2.4.1 Hernieuwbare energie	16
	2.4.2 Biomassa en veevoer	18
	2.4.3 Koolstofvastlegging	18
	2.4.4 Waterzuivering	18
	2.4.5 Bestuiving	20
	2.4.6 Recreatie	21
	2.4.7 Overzicht van de ecosysteemdiensten en indicatoren.	22
	2.5 Maatregelen om ecosysteemdiensten te stimuleren	22
	2.6 In beeld brengen van actoren	23
3	Resultaten	24
	3.1 Gebiedsbeschrijving de Noordwaard-polder	24
	3.2 Actoren	26
	3.3 Ecosysteemdiensten in de Noordwaard-polder	26
	3.3.1 Hernieuwbare energie	26
	3.3.2 Biomassa en veevoer	28
	3.3.3 Koolstofvastlegging	30
	3.3.4 Waterzuivering	31
	3.3.5 Bestuiving	33
	3.3.6 Recreatie	34
	3.4 Stimuleringsmaatregelen voor ecosysteemdiensten en de synergie en trade-off	36
	3.4.1 Hernieuwbare energie – biomassa	37
	3.4.2 Biomassa/veevoer	38
	3.4.3 Koolstofvoorraad	38
	3.4.4 Waterzuivering	39
	3.4.5 Bestuiving	40
	3.4.6 Recreatie	40
	3.5 Opschalingsmogelijkheden	41
	3.6 Prestatie-indicatoren voor natuurlijk kapitaal	43
4	Discussie en conclusies	44
	4.1 Algemeen	44
	4.2 Stand van zaken ecosysteemdiensten	44
	4.3 Handelingsopties, trade-offs en synergie	45
	4.4 Representativiteit rivierengebied	47
	4.5 Monitoring en rapportage	49

Literatuur	52
Bijlage 1 Gebruikte digitale geografische informatiebronnen	54
Bijlage 2 Maatregelen ecosysteemdiensten: synergieën en trade-offs	55

Verantwoording

Rapport: 2973

Projectnummer: 5200044726

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van onze eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord Referent die het heeft beoordeeld,

functie: onderzoeker

naam: Eric Arets

datum: 21-11-2019

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Nina Smits

datum: 21-11-2019

Samenvatting

Doel van de studie

Rijkswaterstaat-WVL heeft, in het kader van de Service Level Agreement (SLA), de ambitie om natuurlijk kapitaal duurzaam te benutten en het daarom verder te integreren in de eigen bedrijfsvoering en bij de uitvoering van projecten. Er is behoefte aan een instrumentarium dat in beheer is bij Rijkswaterstaat waarmee de ontwikkeling van natuurlijk kapitaal en ecosysteemdiensten gemonitord kan worden en waarmee de effecten van ingrepen ingeschat kunnen worden. Tegelijk kan zo'n instrumentarium actoren stimuleren om duurzamer gebruik te maken van ecosysteemdiensten en mogelijke handelingsperspectieven daarvoor in beeld brengen.

De probleemstelling is vertaald naar de volgende onderzoeksvragen:

1. **Stand van zaken ecosysteemdiensten:** Wat is de huidige vraag naar en het aanbod van ecosysteemdiensten in de Noordwaard-polder?
2. **Handelingsopties:** Wat zijn mogelijke maatregelen om het aanbod van ecosysteemdiensten te vergroten?
3. **Synergie en trade-offs:** Wat zijn de effecten van deze maatregelen voor andere ecosysteemdiensten (synergie en trade-off) en wat betekent dat voor actoren (winst/verlies)? Zijn er win-winsituaties en win-wingebieden aan te wijzen?
4. **Representativiteit:** In hoeverre kunnen de conclusies van de Noordwaard-polder betrokken worden op het hele rivierengebied?
5. **Monitoring en rapportage:** hoe kunnen de resultaten van de pilot worden gebruikt om te monitoren en te rapporteren? Kan worden aangesloten op de door de Business Unit Natuurlijk Kapitaal (BUNK) ontwikkelde PIN's en een eventueel nader te ontwikkelen indicator voor natuurlijk kapitaal?

Werkwijze

Idealiter moet het te ontwikkelen instrumentarium toepasbaar zijn voor de rijkswateren die Rijkswaterstaat beheert en dan met name het rivierengebied, met uniform gebruik van indicatoren en (eventueel gedifferentieerd) meten van effecten van maatregelen, waarbij trade-offs en synergieën in beeld worden gebracht. Een ander vereiste is het kunnen doorrekenen van de effecten van scenario's of varianten en het ruimtelijk kunnen weergeven van de effecten van maatregelen en/of scenario's, waarmee het gesprek met actoren aangegaan kan worden. De Noordwaard-polder dient daarbij als casestudie. De Noordwaard-polder is een goed proefgebied, omdat daar reeds veel informatie beschikbaar is gemaakt in het kader van de herinrichting van het gebied in 2015 als doorstroomgebied bij hoogwater. Aan de hand van een aantal reeds uitgevoerde studies en workshops met stakeholders is een selectie van ecosysteemdiensten gemaakt die we in deze casestudie meenemen. Het gaat hier om biomassa (energie en veevoer), koolstofvastlegging, waterzuivering (nutriënten en slib), bestuiving en recreatie (fietsen). Voor elk van deze diensten afzonderlijk is de potentiële levering (voorraad en/of stroom) na de herinrichting van het gebied kwantitatief en ruimtelijk in kaart gebracht aan de hand van kaarten met het huidige landgebruik en/of vegetatietypen. Daarnaast zijn voor elke ecosysteemdienst het effect van twee maatregelen bepaald. Deze maatregelen zijn: 1) vergroten of verkleinen van het areaal of 2) aanpassen van het beheer. Voor al deze maatregelen ten slotte zijn de trade-offs en synergieën tussen alle geselecteerde ecosysteemdiensten kwalitatief beoordeeld.

Resultaten

Stand van zaken ecosysteemdiensten

Samenvattend levert het gebied (vooral natuurlijk grasland) een goede, potentiële bijdrage aan de productie van biomassa, bijvoorbeeld voor de opwekking van energie. De aanwezige natuurlijke graslanden dragen samen met de oibossen ook een belangrijke bijdrage aan de voorraad boven- en ondergronds opgeslagen koolstof. De potentiële bijdrage aan waterzuivering is relatief laag in het gebied, omdat alleen laagste delen slib invangen en het slib niet wordt weggebaggerd en omdat

natuurlijke vegetaties niet worden gemaaid of gekapt en afgevoerd. Hierdoor worden nutriënten niet afgevoerd, tenzij een aandeel via biomassa in de bodem wordt vastgelegd. Het huidige potentiële aanbod voor natuurlijke bestuiving is laag, omdat er nauwelijks bloemrijk leefgebied is en een groot deel van potentieel leefgebied voor insecten tijdelijk onder water staat. Wat betreft recreatie heeft het gebied een hoog potentieel aanbod voor recreatie, omdat de belevingswaarde hoog is. Het gebied is echter beperkt ontsloten doordat de dichtheid van fietspaden relatief gering is. Daardoor is het actuele aanbod voor recreatie lager dan wat volgens het potentiële aanbod mogelijk zou zijn.

Handelingsopties

Voor elke onderzochte ecosysteemdienst is een maatregel geëvalueerd die stimulering bereikt via uitbreiding van het areaal van een type landgebruik dat de dienst levert en via stimulering middels een ander type beheer. Van deze maatregelen zijn synergieën en trade-offs met de andere geselecteerde ecosysteemdiensten bepaald. Synergieën leveren een positieve score op en trade-offs een negatieve. Door synergieën en trade-offs tussen alle geselecteerde ecosysteemdiensten bij elkaar op te tellen, ontstaat een eindscore. De maatregelen zijn:

Biomassa hernieuwbare energie	- uitbreiden oppervlakte griend - productiegrasland vervangen door suikerbieten
Biomassa veevoer	- omvormen natuurlijk grasland naar productie grasland - maaien natuurlijk grasland i.p.v. begrazen
Koolstofvoorraad	- omvormen akkerland naar productiegrasland - rietland, griend en natuurlijk grasland laten ontwikkelen naar oobos
Waterzuivering	- omvorming oobos en griend naar rietland - maaien en afvoeren natuurlijk grasland en slootkanten
Bestuiving	- aanleg terpen - aanpassen maaibeheer dijken
Recreatie	- omvormen deel natuurlijk grasland naar oobos en rietland - aanleg fietspaden

Synergieën/trade-offs

Kijkend naar het aantal synergieën en trade-offs van varianten om het aanbod van ecosysteemdiensten te vergroten, leveren de maatregelen voor het stimuleren van koolstofvastlegging door het omzetten van akkerland naar productiegras de beste balans op tussen alle geselecteerde ecosysteemdiensten, omdat het geen trade-offs met andere diensten oplevert (zie tabel 4.1). Het stimuleren van koolstofvastlegging door aanleg van meer riet, grienden en door een deel van natuurlijk grasland te laten ontwikkelen naar oobos, levert juist veel trade-offs en daardoor de minst goede balans op. De precieze eindscore hangt echter sterk af van hoe positief of negatief deze maatregelen worden ingeschat op andere ecosysteemdiensten. Wat de duurzaamste oplossing is kunnen we ook (nog) niet aangeven, aangezien duurzaamheid nog gedefinieerd moet worden. Wel wordt duidelijk uit deze analyse dat er weinig opties zijn met alleen win-winsituaties als je kijkt naar de balans tussen geselecteerde ecosysteemdiensten: er zijn vaak ecosysteemdiensten die negatief scoren als een andere ecosysteemdienst wordt bevorderd. Het is dus belangrijk om ecosysteemdiensten te prioriteren.

Aanbevelingen

De gebruikte methode is geschikt om het aanbod van verschillende ecosysteemdiensten en de effecten van maatregelen op deze ecosysteemdiensten in beeld te brengen. Ook brengt het in beeld welke consequenties een ingreep heeft op een beoogde ecosysteemdienst en op de andere geselecteerde ecosysteemdiensten. Om voor verschillende gebieden op een gestandaardiseerde manier de effecten van maatregelen op ecosysteemdiensten en de mogelijke trade-offs en synergieën van effecten op verschillende diensten in beeld te brengen, is verdere ontwikkeling van de methode noodzakelijk. Hiervoor worden enkele aanbevelingen gedaan:

- Op het schaalniveau van de uitgevoerde studie lijken de doorgerekende varianten verenigbaar met de waterveiligheidsopgave van het gebied, maar de doorstromingsfunctie is nog niet expliciet meegenomen als randvoorwaarde in deze analyse.

-
- Om de resultaten op te schalen naar andere gebieden in beheer bij Rijkswaterstaat moet er wel één toolbox gebruikt worden, waarbij zowel de te kiezen ecosysteemdiensten, de gebruikte data en indicatoren toepasbaar zijn in alle (Rijkswaterstaat)gebieden waar het instrument toegepast wordt.
 - Daarbij moet zo veel mogelijk gebruik worden gemaakt van landelijk beschikbare data en indicatoren. In deze casestudie is namelijk deels gebruikgemaakt van lokaal beschikbare data afkomstig uit studies die zijn uitgevoerd voor de herinrichting van de Noordwaard-polder.
 - Er moet nog bepaald worden of gehanteerde indicatoren in deze studie geschikt zijn voor monitoring en rapportage van prestatie-indicatoren voor duurzaam gebruik van natuurlijk kapitaal. Daarvoor moet onder andere een definitie van duurzaamheid vastgesteld worden, uniforme indicatoren geaggregeerd worden naar een graadmeter (dashboard of spindiagram) en moeten indicatoren herhaaldelijk vastgesteld worden, zodat ontwikkelingen in de tijd kunnen worden gemonitord.
 - Naast de verandering van het potentiële aanbod van de ecosysteemdienst zelf kan dan ook het actuele aanbod van ecosysteemdiensten in relatie tot de vraag een relevante indicator zijn. Daarnaast kan het relevant zijn om indicatoren te ontwikkelen voor de verduurzaming van het gebied of de keten.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (RWS-WVL) heeft de ambitie om natuurlijk kapitaal verder te integreren in de bedrijfsvoering en bij de uitvoering van projecten. De verwachting is dat natuurlijk kapitaal in toenemende mate bij RWS en daarbuiten op de agenda komt te staan en dat daarover gerapporteerd gaat worden. Samen met partners en stakeholders worden pilots uitgevoerd en goede voorbeelden gezocht waarmee het belang van natuurlijk kapitaal intern en extern kan worden aangegeven. Er is behoefte aan een overzicht van wat het belang is van natuurlijk kapitaal binnen RWS-gebieden en er is behoefte aan een instrumentarium om duurzaam multifunctioneel gebruik van de ruimte te bevorderen. Er is ook behoefte aan een instrumentarium waarmee gestuurd kan worden op prestaties, waarmee indicatoren gemonitord kunnen worden en waarmee de ontwikkeling van natuurlijk kapitaal in beheer bij RWS geëvalueerd kan worden.

De WOt-WUR ontwikkelt in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) een model Natuurlijk Kapitaal waarmee (toekomst)scenario's van ruimtelijke inrichtingsvarianten doorgerekend kunnen gaan worden die effecten van maatregelen op ecosysteemdiensten in beeld brengen. Het WOt-WUR-project is nog volop in ontwikkeling en heeft een verkennend en interactief karakter. De ontwikkeling van het model gebeurt aan de hand van een aantal casussen. Bij de ontwikkeling van een instrumentarium ecosysteemdiensten in dit project kan mogelijk gebruik worden gemaakt van of samen worden gewerkt met de ontwikkeling van dit PBL-model Natuurlijk Kapitaal.

Rijkswaterstaat werkt samen met stakeholders aan de casus de Noordwaard-polder. Dit gebied is de afgelopen jaren gedeeltelijk ontpolderd en heringericht om de doorstroming in het gebied te bevorderen. De ervaringen en data in dit project kunnen gebruikt worden voor de ontwikkeling van een RWS-instrumentarium rond natuurlijk kapitaal. Het project maakt geen onderdeel uit van andere lopende trajecten in de Noordwaard-polder.

1.2 Doelstelling

De doelstelling van het project is het bijdragen aan de ontwikkeling van een instrumentarium waarmee duurzaam beheer en ontwikkeling van ecosysteemdiensten kan worden opgenomen in planvorming voor gebiedsontwikkeling. Daarnaast wordt nagegaan hoe het instrumentarium kan bijdragen aan het inzichtelijk maken via het volgen/monitoren van de effecten van ingrepen. Het instrumentarium zal ontwikkeld worden aan de hand van kennisontwikkeling in concrete, bestaande studiegebieden. Het studiegebied is de Noordwaard-polder.

In dit onderzoek zal in het studiegebied ervaring worden opgedaan met het in beeld brengen van mogelijkheden om meer gebruik te maken van ecosysteemdiensten en van mogelijke handelingsperspectieven daarvoor. Daarnaast is er de vraag in hoeverre ervaringen opgedaan in het studiegebied bruikbaar (kunnen) zijn voor het gehele rivierengebied.

De probleemstelling is vertaald naar de volgende onderzoeksvragen:

1. **Stand van zaken ecosysteemdiensten:** Wat is de huidige vraag naar en het aanbod van ecosysteemdiensten in de Noordwaard-polder?
2. **Handelingsopties:** Wat zijn mogelijke maatregelen om het aanbod van ecosysteemdiensten te vergroten?
3. **Synergie en trade-offs:** Welke synergieën en trade-offs in effecten tussen ecosysteemdiensten treden op bij deze maatregelen en hoe hebben die een effect op verschillende belanghebbenden? Zijn er win-winsituaties en win-wingebieden aan te wijzen?

-
4. **Representativiteit:** In hoeverre kunnen de conclusies van de Noordwaard-polder betrokken worden op het hele rivierengebied?
 5. **Monitoring en rapportage:** hoe kunnen de resultaten van de pilot worden gebruikt om te monitoren en te rapporteren? Kan worden aangesloten op de door de Business Unit Natuurlijk Kapitaal (BUNK) ontwikkelde PIN's en een eventueel nader te ontwikkelen indicator voor natuurlijk kapitaal?

Naast ontwikkeling van een eerste opzet van een instrumentarium om natuurlijk kapitaal in beeld te brengen, is gekeken naar het effect van het vergroten van het aanbod van ecosysteemdiensten op andere ecosysteemdiensten. Ook is gekeken naar de bruikbaarheid van resultaten voor het hele rivierengebied en voor monitoring en rapportage. Verder is nagegaan of en hoe eventuele prestatie-indicatoren (PIN's) kunnen worden gebruikt in de verdere ontwikkeling van zo'n instrumentarium.

1.3 Conceptueel kader

Natuurlijke ecosystemen bestaan uit structuren, functies en processen die kunnen bijdragen aan het menselijk welzijn. Deze ecosystemen leveren dan diensten (aanbod) als die gevraagd en/of gebruikt worden door de maatschappij. De potentie van de natuur om deze diensten te leveren, noemt men natuurlijk kapitaal. Diensten kunnen bestaan uit materiële producten (producerende diensten), het reguleren van processen (regulerende diensten) en immateriële waarden (culturele diensten). De levering van ecosysteemdiensten speelt zich af op verschillende schaalniveaus, van lokaal tot globaal en op korte en lange termijn (De Knecht et al., 2014).

De maatschappij heeft op haar beurt invloed op in hoeverre natuurlijke systemen in staat zijn deze diensten te (blijven) leveren. Type, omvang, ruimtelijke samenhang, abiotische kwaliteit en biodiversiteit zijn belangrijke eigenschappen van natuur bij het leveren van ecosysteemdiensten (Vos et al., 2014), maar de randvoorwaarden voor levering van verschillende ecosysteemdiensten verschillen. Directe drivers voor het leveren van diensten zijn o.a. landgebruik en de intensiteit hiervan, (natuur)beheer, nutriëntenhuishouding, waterhuishouding, klimaatverandering en de aanwezigheid van exoten. Indirecte drivers zijn ontwikkelingen in demografie, economie, politiek, cultuur/religie en ontwikkelingen in wetenschap en technologie. Governance, zowel op het niveau van individuen als instituties, kan deze drivers sturen.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de werkwijze van deze studie uitgelegd, waarbij een verkenning is gedaan van de eisen van de ontwikkeling van het instrumentarium en waarbij het casestudiegebied is verkend. In de beschrijving van de werkwijze wordt ook de selectie van ecosysteemdiensten (op basis van eerdere verkenningen met actoren) en de kwantificering van de huidige potentiële levering van deze ecosysteemdiensten verantwoord. Ook zijn hier de voorgestelde maatregelen uitgelegd die bepaalde geselecteerde ecosysteemdiensten kunnen versterken en waarvan de effecten op de andere geselecteerde ecosysteemdiensten worden verkend.

In hoofdstuk 3 zijn eerdere verkenningen met actoren beschreven, de resultaten van de huidige levering van ecosysteemdiensten en de effecten van de voorgestelde stimuleringsmaatregelen (synergieën en trade-offs). Ook is hier gekeken naar opschalingsmogelijkheden van de gehanteerde methode en van de geschiktheid van gebruikte indicatoren als prestatie-indicatoren voor natuurlijk kapitaal.

In hoofdstuk 4 ten slotte komen conclusies en discussiepunten aan bod ten aanzien van de gestelde eisen van het te ontwikkelen instrumentarium voor het in kaart brengen van ecosysteemdiensten, trade-offs en synergieën in het rivierengebied en voor monitoring en rapportage.

2 Werkwijze

2.1 Verkenning instrumentariumontwikkeling

Rijkswaterstaat-WVL wil zijn werkprocessen en projecten duurzaam uitvoeren. Rijkswaterstaat-WVL heeft in dat kader behoefte aan inzicht in de ontwikkeling van het natuurlijk kapitaal binnen gebieden die bij hen in eigendom en beheer zijn. Er is behoefte aan instrumentarium waarmee de ontwikkeling van het natuurlijk kapitaal in beeld kan worden gebracht en waarmee inzicht kan worden verkregen in effecten van sturingsmaatregelen op een duurzaam multifunctioneel gebruik van de ruimte. Belangrijk is dat het instrumentarium aansluit bij de manier waarop binnen RWS de sturing op prestaties plaatsvindt. Dit vraagt om afstemming van de manier van monitoren en de te gebruiken indicatoren in het instrumentarium met de interne monitoring en rapportage bij Rijkswaterstaat.

Een eerste vereiste van een dergelijk instrumentarium is dat het landelijk toepasbaar moet zijn. Het instrumentarium wordt in dit onderzoek in eerste instantie ontwikkeld voor de Noordwaard-polder, maar de methode moet ook in andere gebieden toepasbaar zijn. Dit stelt eisen aan de benodigde data. De benodigde data moeten voor alle gebieden beschikbaar zijn en een zekere uniformiteit hebben. Dat kan in de vorm van landsdekkende bestanden of in de vorm van verschillende bestanden die vergelijkbare informatie bevatten. Zo kan er bijvoorbeeld gebruikgemaakt worden van een landsdekkende kaart voor landgebruik of van afzonderlijke kaarten per gebied. Er moet in het laatste geval wel een vertaling zijn van de afzonderlijke kaarten naar een uniforme legenda, zodat afgeleide eigenschappen op dezelfde manier worden bepaald of berekend. Een alternatief is het gebruikmaken van kentallen.

Een tweede vereiste is een uniform gebruik van indicatoren, zodat voor verschillende gebieden de ecosysteemdiensten op dezelfde manier worden berekend. Voor recreatie bijvoorbeeld kunnen diverse indicatoren worden gehanteerd voor toegankelijkheid (bijvoorbeeld aantal km fietspad) en voor belevingswaarde van het type landgebruik. De te kiezen indicatoren dienen afgestemd te zijn op het gebied. Niet in alle gebieden zijn dezelfde vormen van recreatie relevant. Het kan betekenen dat in sommige gevallen meer dan één indicator voor een dienst gekozen moet kunnen worden.

Een derde vereiste is het uniform en zo nodig gedifferentieerd omgaan met effecten van maatregelen in verschillende gebieden. Effecten van maatregelen moeten voor vergelijkbare gebieden op een vergelijkbare manier doorwerken op ecosysteemdiensten, maar moeten tegelijkertijd voor verschillende gebieden ook verschillend kunnen doorwerken. Zo zal het niet scheuren van grasland relatief meer effect hebben op de koolstofvoorraad van graslanden op zandgrond in vergelijking met die van graslanden op veengronden.

Een vierde vereiste is het in beeld kunnen brengen van de onbedoelde effecten van maatregelen op andere ecosysteemdiensten, de zogenaamde trade-offs en synergieën. Dergelijke positieve of negatieve effecten moeten voor verschillende gebieden op een vergelijkbare manier worden meegenomen in de kwantificering van ecosysteemdiensten.

Een vijfde vereiste is het kunnen verwerken van scenario's of varianten. In feite is dit het samenspel van alle voornoemde vereisten waarin effecten van maatregelen op ecosysteemdiensten, inclusief de synergie en trade-offs, worden doorgerekend.

Een zesde vereiste is het ruimtelijk kunnen weergeven van de effecten van maatregelen en/of scenario's. Het produceren van een ruimtelijk beeld helpt door de visualisatie met het begrijpen van de resultaten en de wenselijkheid ervan. Een ruimtelijk beeld is belangrijk om het gesprek met actoren aan te kunnen gaan. Het maakt voor actoren duidelijk wat de consequenties zijn van gemaakte keuzen en maakt concreter wat dat voor hen en anderen betekent.

Er bestaat al een aantal modellen, methoden en bronnen voor het in beeld brengen van natuurlijk kapitaal in Nederland, bijvoorbeeld de Atlas Natuurlijk Kapitaal (ANK), de SEEA-EEA-berekeningen voor natuurlijk kapitaal (o.a. door Wageningen Universiteit en CBS), de TEEB-aanpak en het Model voor natuurlijk kapitaal, dat in samenwerking met Wageningen Universiteit, Wageningen Environmental Research, RIVM, CBS en PBL wordt ontwikkeld door WOt-WUR.

De Atlas Natuurlijk Kapitaal bevat een groot aantal kaarten met ruimtelijke informatie over ecosysteemdiensten en relevante factoren voor ecosysteemdiensten, zoals winningslocaties voor drinkwater en aanwezigheid van verontreinigende stoffen die effect hebben op de drinkwaterwinning. Het zijn voor een deel kaarten die tot stand zijn gekomen door inventarisaties en/of metingen in het veld of die zijn berekend met behulp van modellen en rekenregels. De meeste kaarten zijn landsdekkend waarbij indicatoren uniform zijn gehanteerd. De Atlas bevat echter geen uniforme methode of model om de ecosysteemdiensten in beeld te brengen of effecten van maatregelen in beeld te brengen. De informatie kan interessant zijn voor de in dit project te ontwikkelen methode.

De TEEB-methode is met name gericht op het vergroten van de bewustwording van de betekenis van natuurlijk kapitaal. Aan de hand van drie stappen wordt het natuurlijk kapitaal in beeld gebracht, gekwantificeerd en de maatschappelijke betekenis geconcretiseerd. Er worden 22 verschillende ecosysteemdiensten onderscheiden. In Nederland is de methode verder uitgewerkt in een methode die op gebiedsniveau kan worden toegepast: TEEB voor gebieden (Hendriks et al., 2014). De TEEB-methode bevat echter geen vaste set met indicatoren en rekenregels om het natuurlijk kapitaal in beeld te brengen en te kwantificeren, maar zijn vooral stappen die je kunt nemen om natuurlijk kapitaal in beeld te brengen. Deze aanpak in stappen is gedegen en internationaal geaccepteerd en biedt wel een goede basis voor verdere methode ontwikkeling.

De SEEA-EEA-methode System of Environmental Economic Accounting Experimental Ecosystem Accounts (SEEA-EEA) is een internationaal erkende aanpak bedoeld om kapitaalrekeningen voor natuurlijk kapitaal op te stellen en kent ook een toepassing voor Nederland. Alle ecosysteemdiensten worden hierbij op nationale en provinciale schaal berekend en monetair gewaardeerd op basis van één ecosysteemyptenkaart en aan de hand van verschillende modellen. De resolutie van gebruikte kaarten is 10x10m, wat toepassing op gebiedsniveau mogelijk maakt. Er is nog geen trade-off van ecosysteemdiensten in opgenomen en er worden ook geen scenariostudies uitgevoerd. Het project is momenteel in uitvoering, waardoor de resultaten nog niet voor alle ecosysteemdiensten gereed zijn. Landgebruik is de belangrijkste factor voor het bepalen van de ecosysteemdiensten. Er wordt gebruikgemaakt van kentallen en informatie uit de literatuur voor het kwantificeren van de omvang van de diensten (Remme et al., 2018; Lof et al., 2017).

In samenwerking met WENR, RIVM en PBL en in afstemming met WU en CBS wordt momenteel gewerkt aan de ontwikkeling van een model waarmee scenario's voor natuurlijk kapitaal doorgerekend kunnen gaan worden. Het model is nog in ontwikkeling. De belangrijkste vragen die het model moet beantwoorden, zijn:

- Hoe verhouden vraag en aanbod van ecosysteemdiensten zich tot elkaar?
- Waar liggen de grootste kansen om natuur als oplossing in te zetten?

Er wordt gepoogd voor een brede set aan ecosysteemdiensten op basis van gestandaardiseerde ruimtelijke databestanden geautomatiseerd en gestandaardiseerd zowel het aanbod van ecosysteemdiensten als de vraag en de ruimtelijke match van vraag en aanbod te berekenen. Er wordt getracht de belangrijkste factoren die het aanbod en de vraag naar ecosysteemdiensten bepalen in het model op te nemen. Dat gaat naast landgebruikveranderingen ook om veranderingen in abiotiek (verdroging, verzuring, versnippering, vermesting), klimaat (m.n. temperatuur) en (natuur)beheer. Door scenario's op te stellen waarbij de belangrijkste stuurvariabelen veranderen, kunnen de uitkomsten van de scenario's worden vergeleken met die van een referentie en kunnen de verschillen (ontwikkeling) worden berekend. Het model wordt ontwikkeld voor landelijke, provinciale en regionale toepassingen. Het model werkt met uniforme rekenregels, waardoor nog niet duidelijk is of het model geschikt is voor toepassing op gebiedsniveau. Er wordt nog gewerkt aan een methode om de modeluitkomsten en de trade-offs en synergieën op een visueel aantrekkelijke manier te kunnen presenteren (QUICKSCAN).

2.2 Verkenning casestudiegebied

Voor het verkennen van het casestudiegebied is gebruikgemaakt van rapporten en documenten over de Noordwaard. Veel van deze informatie is opgesteld in het kader van de planvorming voor de inrichting van het gebied als doorstroomgebied bij hoogwater. Het zijn rapporten in het kader van het programma Ruimte voor de Rivier, de Planologische Kernbeslissing (PKB), Milieueffectrapportage (MER) (Projectbureau Noordwaard 2010a), Toelichting rijksinpassingsplan (Projectbureau Noordwaard 2010b) en inrichting studies (Rijsdorp et al., 2006). Verder zijn studentenverslagen gebruikt van specifieke studies naar ecosysteemdiensten in de Noordwaard (o.a. Velter et al., 2016; Van Buren, 2017).

Daarnaast is gebruikgemaakt van meer algemene informatie over monitoring bij RWS (o.a. waterkwaliteit) en van ruimtelijke bestanden aanwezig bij RWS (o.a. landgebruik, doorstroomgebied) en algemeen beschikbare ruimtelijke informatie (o.a. topografische kaart, Algemeen Hoogtebestand Nederland, Basisinformatie Registratie Percelen). De gebruikte informatiebronnen zijn aangegeven in bijlage 1.

2.3 Selectie van de ecosysteemdiensten en het in beeld brengen ervan

Velter et al. (2016) hebben businessplannen voor de Noordwaard opgesteld die als doel hebben ecosysteemdiensten te versterken. In hun studie worden recreatie en het verbouwen van vlas, hennep, riet en gras (voor biomassa of veevoer) als kansrijke businessmodellen genoemd voor het stimuleren van ecosysteemdiensten.

Van Buren (2017) heeft een studie uitgevoerd naar de manier waarop stakeholderparticipatie kan bijdragen aan versterking van het natuurlijk kapitaal in de Noordwaard. Als relevantste ecosysteemdiensten in de huidige situatie worden onderscheiden waterberging, recreatie, voedsel, veevoer en drinkwater.

In 2017 heeft ARCADIS in opdracht van RWS twee workshops georganiseerd met als doel inzicht te geven in de ecosysteemdiensten die RWS het beste kan inzetten in de Noordwaard en het schetsen van een aantal perspectieven hoe het natuurlijk kapitaal benut kan worden. Uit deze studie kwam naar voren dat er vooral perspectief gezien werd voor de ecosysteemdiensten duurzame energie, biomassa en veevoer, koolstofvastlegging, verbeteren waterkwaliteit, bestuiving en recreatie. De mogelijkheden voor het opwekken van duurzame energie via zon en wind zijn beperkt en passen niet bij keuzes die binnen RWS gemaakt zijn. Daarom is ingestoken op biomassa voor energie. Biomassa voor veevoer is een belangrijke bestaande dienst. Bij koolstofvastlegging is de vraag of doorstroming niet in het geding komt. Doorstroming is zelf niet als dienst meegenomen in deze analyse. Waterzuivering levert een ecologisch betere waterkwaliteit op, maar geen drinkwaterkwaliteit. Dit is een andere dienst. Invangen van sediment is geen prioriteit en de baten wegen niet op tegen de kosten. Het kweken van vis in bassins staat op gespannen voet met de doorstroombaarheid van het gebied in tijden van hoogwater, en is daarom geen wenselijke optie.

De in de workshop met ARCADIS geselecteerde ecosysteemdiensten voor de Noordwaard zijn door Rijkswaterstaat voorgesteld als te analyseren ecosysteemdiensten in onderhavige studie.

2.4 Kwantificeren van de ecosysteemdiensten

In deze paragraaf wordt beschreven welke indicatoren zijn geselecteerd voor de verschillende ecosysteemdiensten, hoe de ecosysteemdiensten zijn berekend en welke gegevens daarbij zijn gebruikt.

Het kwantificeren van potentiële levering van ecosystemendiensten is gedaan bij het **huidige landgebruik**.

Bij het in beeld brengen van ecosystemendiensten kan onderscheid gemaakt worden in de **potentiële** en **actuele** levering en gebruik van de diensten. De potentiële levering is het niveau dat een ecosysteem in potentie kan leveren bij een goed functionerend ecosysteem. De actuele levering is wat een ecosystemedienst werkelijk levert. Onder invloed van beheer, groeiplaats- of weersomstandigheden of bereikbaarheid kan de actuele levering lager zijn dan het potentiële niveau. In een droog jaar kan de opbrengst van landbouwgewassen bijvoorbeeld lager zijn door vochtgebrek dan in een jaar met voldoende neerslag. Verder is er het onderscheid tussen levering en gebruik, ofwel aanbod en vraag van ecosystemendiensten.

Het **aanbod** is hiervoor beschreven. De **vraag** wordt bepaald door wat mensen aan ecosystemendiensten gebruiken, bijvoorbeeld de hoeveelheid voedsel of biomassa die geoogst wordt. Het niveau van de actuele levering van ecosystemendiensten kan met meten worden vastgesteld (wegen van de geoogste biomassa, meten van nutriëntgehalten in water voor de waterzuivering, tellen van aantal recreanten).

Verder kan er onderscheid worden gemaakt in **voorraden** en **stromen** van ecosystemendiensten (stocks en flows). De voorraad is de hoeveelheid van een dienst die aanwezig is, en de stroom is de hoeveelheid die er in een bepaalde tijdseenheid bijkomt door natuurlijke processen. Deze stromen kunnen (deels) weer worden geoogst zonder de bestaande voorraad aan te tasten. Bijvoorbeeld de totale hoeveelheid koolstof die in een gebied in de bodem en de vegetatie is vastgelegd, is de totale koolstofvoorraad. De hoeveelheid die jaarlijks in de vegetatie en bodem wordt vastgelegd (en eventueel weer wordt geoogst), is de stroom. De omvang van een stroom is afhankelijk van het vegetatietype, de groeiplaats, weersomstandigheden en het beheer.

In veel gevallen zijn deze factoren niet of alleen globaal bekend. Ook wordt in veel gebieden niet gemeten vanwege het kostenaspect. Ook in de Noordwaard-polder zijn geen of weinig meetgegevens van ecosystemendiensten voorhanden. Daarom is in deze studie gewerkt met het schatten van het potentiële aanbod van ecosystemendiensten op basis van kentallen en literatuurgegevens. In sommige gevallen is gewerkt met voorraden en in andere gevallen met stromen, afhankelijk van de dienst en de mogelijkheid om deze te benutten (tabel 2.1).

2.4.1 Hernieuwbare energie

In eerste instantie was het de bedoeling om voor de analyse van hernieuwbare energie te kijken naar de duurzame bronnen zon, wind, water en biomassa. In overleg met RWS is later besloten alleen biomassa te beschouwen. Binnen RWS wordt een discussie gevoerd over plaatsing van zonnepanelen en windturbines op de eigen terreinen. Omdat deze discussie nog niet is afgerond en er geen duidelijke plaatsingsrandvoorwaarden zijn, is besloten deze beide vormen van energieopwekking niet mee te nemen. Voor het opwekken van energie met waterkracht speelt eenzelfde reden een rol en bovendien verhoogt een waterturbine de weerstand van de doorstroming, wat gegeven de doorstroomfunctie van de Noordwaard als ongewenst wordt gezien.

Als indicator voor het in beeld brengen van biomassa voor hernieuwbare energie is gekozen voor de jaarlijkse biomassa aanwas per landgebruikstype. Bij het bepalen van de potentiële levering van biomassa voor energie is aangenomen dat de biomassa geheel ter beschikking staat voor hernieuwbare energie en niet voor veevoer wordt gebruikt. Ieder landgebruikstype is daarbij vertaald naar een bepaald gewas of combinatie van gewassen. Niet voor alle landgebruikstypen is informatie aanwezig over het gewas dat actueel aanwezig is. Zo weten we van de akkerbouw niet precies welke gewassen geteeld worden en waar. Uit rapporten (o.a. Projectbureau Noordwaard 2010a, Projectbureau Noordwaard 2011) is bekend dat de hoofdgewassen aardappelen, bieten en graan zijn en dat er verder koolsoorten en conservengroenten worden geteeld. De precieze oppervlakte van die gewassen is niet bekend. Ook van de natuurlijke graslanden en de zachthoutoibossen kennen we de precieze samenstelling aan soorten niet. Om de vertaling naar biomassa productie te kunnen maken, hebben we een aantal aannamen gedaan (tabel 2.1).

Tabel 2.1 Vertaling van landgebruikstypen naar begroeiingstype en indicator biomassaproductie.

Landgebruikstype	Biomassa type	Indicator biomassaproductie	Bron	Opmerking
Grasland (productie)	Gras	Gemiddelde jaarlijkse grasopbrengst productiegrasland 2017	CBS Statline	
Grasland (natuur)	Kruidenrijk gras	Helft van opbrengst productiegrasland 2017	CBS Statline	
Graan (korrel)	Tarwe	Jaarlijkse korrelopbrengst tarwe 2017	CBS Statline	Er is van uitgegaan dat op ¼ van het akkerbouwareaal graan wordt verbouwd
Graan (stro)	Stro van tarwe	Jaarlijkse stro opbrengst graan	WUR	
Gewasresten	Oogstresten van akkerbouwgewassen	Geschatte jaarlijkse hoeveelheid duurzaam te oogsten gewasresten	Koppejan et al., 2009	Er is van uitgegaan dat op ¾ van het akkerbouwareaal aardappelen, bieten en groenten wordt verbouwd
Riet	Rietstengels	Gemiddelde jaarlijkse oogst productie-rietvelden	Schmeding en Langhout, 2006	
Griend	Telgen van schietwilg	Gemiddelde jaarlijkse opbrengst energieteelt wilg	Schulze et al., 2017	Voor het huidige productieniveau is de helft van het niveau van energieteelten aangehouden
Zachthoutoobos	Populierenhout	Gemiddelde jaarlijkse bijgroei populier	Schelhaas et al., 2016; Boosten en Jansen, 2010	Berekend met gemiddelde houtdichtheid en 0% vocht

Alle biomassa die in de Noordwaard-polder geproduceerd wordt, kan in principe voor energietoepassingen gebruikt worden, los van de vraag of dat wenselijk is vanuit andere overwegingen, zoals verdringing van voedselproductie of gebruik van biomassa voor biobased materialen. De energie-inhoud van het graan (tarwe) is buiten de berekening gehouden vanwege het beleid om geen voedselgewassen voor energietoepassingen te gebruiken. Om een schatting te maken van de jaarlijkse hoeveelheid biomassaproductie is voor iedere landgebruiksvorm de gemiddelde jaarlijkse productie uit statistieken of literatuur verzameld. Vervolgens kan de biomassaproductie in ton droge stof (ton_{ds}) berekend worden door de oppervlakte van een landgebruiksvorm te vermenigvuldigen met het productiecijfer (formule 1). De oppervlakte van de landgebruiksvorm is afkomstig van de landgebruikskaart gemaakt in het kader van het Rijksinpassingsplan (RIP) (Projectbureau Noordwaard, 2010b). Vervolgens is de energie-inhoud in Joule (TJ) van de biomassa per biomassa type berekend met gegevens voor de energie-inhoud uit de literatuur (Schulze et al., 2017) (formule 2). Bij de resultaten wordt de gebruikte literatuur vermeld. Bij de berekening van energie uit zachthoutoobos is gerekend met de bijgroei en dichtheid van populier. De in de literatuur (Centrum hout z.j.) aangegeven dichtheid van populier is gecorrigeerd voor het vochtgehalte (12%). Het drogestofgehalte is derhalve 0,88 * dichtheid bij 12% vocht.

$$\text{Hoeveelheid biomassa}_i \text{ (kton}_{\text{ds}}) = \sum^n_i (\text{Oppervlakte landgebruik}_i \text{ (ha)} * \text{jaarlijkse productie (ton}_{\text{ds}} \cdot \text{ha}^{-1})) \quad (1)$$

$$\text{Energie-inhoud biomassa}_i \text{ (TJ)} = \sum^n_i (\text{Hoeveelheid biomassa}_i \text{ (kton}_{\text{ds}}) * \text{specifieke energie-inhoud}_i \text{ (MJ ton}_{\text{ds}}^{-1})) \quad (2)$$

2.4.2 Biomassa en veevoer

De ecosysteemdienst biomassa en veevoer komt (deels) overeen met de ecosysteemdienst biomassa voor hernieuwbare energietoepassingen. Bij het bepalen van de potentiële levering van biomassa voor veevoer is echter aangenomen dat het huidige landgebruik geheel ter beschikking staat voor deze ecosysteemdienst en de biomassa niet voor energie wordt gebruikt. Een andere toepassing van biomassa is bijvoorbeeld het verwerken tot biobased producten, zoals meststoffen, veevoer, bioplastics, verpakkingen of gebruiksvoorwerpen. De meeste biomassa kan verwerkt worden tot biobased producten (Hendriks et al., 2016). Voor biobased toepassingen worden vaak wel hogere kwaliteitseisen aan de biomassa gesteld dan voor energietoepassingen. Bij biomassatoepassingen is onderscheid te maken in de hoge en lage monetaire verwaarding. Toepassingen voor bijv. cosmetica, geneesmiddelen, voeding en biomaterialen geven een hogere verwaarding dan toepassingen voor energie, meststof en veevoer.

De biomassa die in beeld is gebracht voor hernieuwbare energie toepassingen is hier tevens beschouwd als totale hoeveelheid biomassa voor andere toepassingen. Als indicator is dus ook de gemiddelde jaarlijkse biomassaproductie gekozen (tabel 2.1). Het is echter wel zo dat voor hernieuwbare energietoepassingen vooral het drogestofgehalte belangrijk is en voor andere biobased toepassingen kan bijvoorbeeld het gehalte aan eiwitten of oliën belangrijk zijn.

Tot de biomassa te gebruiken als veevoer worden hier gerekend gras (zowel van productiegrasland als natuurgas) en graan (exclusief stro). Ook wilgentwijgen met blad uit de grienden kan als veevoer worden gebruikt (bijv. voor paarden of dierentuinen). Sommige gewasresten zijn prima geschikt voor veevoeder zoals die van kool, prei, sla, wortelen, aardappelen, bieten etc. Bij oogst van gewasresten voor andere toepassingen dient een deel van de gewasresten achter te blijven op het land om de bodemvruchtbaarheid (organische stofgehalte) in stand te houden. Als vuistregel is hiervoor 25% van de gewasresten aangehouden. De hoeveelheden van deze gewassen zijn berekend op overeenkomstige wijze als voor hernieuwbare energie (tabel 2.1).

2.4.3 Koolstofvastlegging

Als indicator voor koolstofvastlegging is gekozen voor de gemiddelde bruto-koolstofvoorraad van de landgebruikstypen. Deze indicator geeft informatie over de reeds vastgelegde koolstof en niet over de koolstofvastlegging in de tijd. De indicator houdt geen rekening met koolstof die weer vrijkomt bij beheer zoals oogst, maaien of kappen van vegetatie (netto-koolstofvoorraad). We hebben geen of beperkt informatie over de huidige beheervormen en vergelijk van de brutovoorraden geeft voor het vergelijk op het niveau van deze studie voldoende informatie. Voor meer info over het berekenen van de koolstofvoorraad wordt verwezen naar Lesschen et al. (2012). De koolstofvoorraad is te berekenen door de oppervlakte van een bepaald landgebruikstype te vermenigvuldigen met de gemiddelde koolstofvoorraad per hectare boven- en ondergronds door verschillende begroeiingstypen (formule 3). De gemiddelde koolstofvoorraad is uit de literatuur afgeleid (Lesschen et al. 2012).

$$\text{Koolstofvoorraad} = \sum^n_i (\text{areaal landgebruiktype}_i * \text{koolstofvoorraad landgebruiktype}_i) \quad (3)$$

2.4.4 Waterzuivering

Voor de waterzuiveringsfunctie zijn twee indicatoren gekozen: slib-invang en nutriëntenverwijdering. Beide indicatoren zijn (globale) schattingen van de flow van de ecosysteemdienst. De flow geeft hier inzicht in de hoeveelheid slib en nutriënten die het ecosysteem kan vastleggen en die eventueel kan worden benut. Het geeft geen inzicht in de mate waarin het bijdraagt aan verbetering van de waterkwaliteit, omdat gegevens over de totale voorraden of vermindering van concentraties ontbreken.

Een van de waterkwaliteitsparameters voor de kaderrichtlijn water (KRW) is het doorzicht van water. Doorzicht wordt in Nederland alleen in de (grote) meren gemeten. In andere wateren is het niet verplicht. Slib is van invloed op de doorzicht van water doordat het bij stroming in het water zweeft en bij stilstaand water neerslaat. Behalve op doorzicht is slib ook van invloed op de nutriëntentoestand

doordat slib zelf ook veel nutriënten bevat. Daarnaast is de slib-invang van invloed op het in stand houden van het intergetijdgebied. De intergetijdewerking is in de Noordwaard als een doel voor de KRW benoemd (Rijsdorp et al., 2006). Als er veel slib wordt afgezet, neemt de maaiveldhoogte toe en de frequentie van overstromen af. Slib-invang kan dus vanuit meerdere perspectieven als relevant voor waterkwaliteitsdoelen worden gezien.

In de Toelichting Rijksinpassingsplan Ontpoldering Noordwaard (projectbureau Noordwaard 2010b) en het Monitoringsplan Noordwaard (Hoogduin et al., 2015) wordt een slibafzetting van 1 tot 10 mm genoemd voor de Noordwaard. De slibafzetting zal groter zijn in delen van het gebied die vaker onderstromen en waar het water langer blijft staan. Dat laatste zijn de lage delen van het gebied. De slib-invang voor het gebied is bepaald met een grove schatting van de hoeveelheid slib die wordt ingevangen aan de hand van de maaiveldhoogte van het gebied (tabel 2.2). Ook in de lage delen zal er, afhankelijk van de stroomsnelheid, variatie in slibafzetting zijn. Om geen overschatting te maken, is als maximum de helft van de slibafzetting gehanteerd van de in de literatuur genoemde bovengrens van 10mm.

Tabel 2.2 *Inschatting van slib-invang aan de hand van de maaiveldhoogte (m + NAP).*

Hoogte (m+ NAP)	Slib-invang (mm jr ⁻¹)	Slib-invang (ton ha ⁻¹ jr ⁻¹)
Overstromingsgebied lager dan 0,4m +NAP	5	40
Overstromingsgebied 0,4-0,7 m +NAP	2	16
Overstromingsgebied 0,7-2,0 m +NAP	1	8
Natte laag bekade polder, kadehoogte 1,20m +NAP	0,5	3
Droge laag bekade polder, kadehoogte 1,35m +NAP	0,15	1
Hoog bekade polder, kadehoogte 3,00 m +NAP	0	0

De tweede indicator voor de waterkwaliteit is nutriëntenverwijdering door vegetatie waardoor nutriënten aan het water worden onttrokken of er niet in terecht komen. Vegetatie kan nutriënten onttrekken aan het oppervlaktewater en het daarmee schoner maken. Stikstof en fosfaat zijn belangrijke nutriënten, die ook als maat voor de Kaderrichtlijn Water worden gebruikt. Ruijgrok et al. (2006) geven kentallen voor de hoeveelheid stikstof en fosfaat die door vegetatie wordt opgenomen en die bij afvoer van de vegetatie niet in oppervlaktewater terecht komt of daaraan wordt onttrokken. Bij de berekening van de potentiële waterzuivering in de Noordwaard is uitgegaan dat landschapselementen langs oevers met vegetatie (langs oppervlaktewater, langs sloten, riet) en slikkige oevers bijdragen aan waterzuivering. Hierbij is het zuiverend vermogen van deze elementen gelijk gesteld aan dat van riet. Voor riet is de totale oppervlakte van dit element meegerekend, voor oppervlaktewater, sloten en slikkige oevers is uitgegaan van een bepaalde breedte oever dat bijdraagt. Vervolgens een totale hoeveelheid berekend aan nutriënten (stikstof en fosfaat) dat wordt afgevoerd als deze vegetatie wordt gemaaid en afgevoerd.

Tabel 2.3 *Potentiële nutriëntenverwijdering door natte landschapselementen in de Noordwaard.*

Landgebruik	Oppervlakte (ha)	oppervlakte berekening	Stikstof-verwijdering* (kg ha ⁻¹ jr ⁻¹)	Fosfaat-verwijdering ¹ (kg ha ⁻¹ jr ⁻¹)
Riet	184	totale oppervlakte	277	20
Slikkige oevers	67	oppervlakte x 0.5	277	20
sloten < 3 m	39	slootlengte x 0.3 m	277	20
sloten 3 – 6 m	5,6	slootlengte x 0.6 m	277	20
oppervlaktewater	611	omtrek x 1 m	277	20
<i>Totaal</i>	<i>4.140</i>			

1 Ruijgrok et al. (2006)

2.4.5 Bestuiving

Als indicator voor bestuiving is ervoor gekozen om de mate van geschiktheid van een vegetatietype als habitat voor bestuivers te gebruiken. Bij de aanwezigheid van veel geschikte habitats voor wilde bestuivers is er veel potentie voor de bijdrage aan bestuiving. In andere studies wordt als indicator ook wel gekozen voor het areaal bestuivingsbehoefte gewassen. Dat is echter een indicator voor de vraag naar bestuiving. Wij willen het aanbod in beeld brengen en hebben daarom gekozen voor een indicator die iets zegt over de mate van kunnen voorkomen van (wilde) bestuivers.

Het areaal geschikte habitats voor wilde bestuivers kan worden beschouwd als de voorraad van het aanbod van de ecosystemedienst bestuiving. Naarmate meer areaal geschikt is als leefgebied voor bestuivers, zal ook meer bestuiving plaats kunnen vinden.

Op basis van begroeiingstypen uit De Knecht et al. (2014) is voor de verschillende landgebruikstypen en vegetatietypen aangegeven of dit type geen, een matige of een goede bijdrage levert aan de habitatkwaliteit voor wilde bestuivers (tabel 2.4).

Tabel 2.4 Toekenning bijdrage bestuiving aan de hand van landgebruikstypen en vegetatietypen.

Bijdrage aan bestuiving	Landgebruikstype/vegetatietype	Begroeiingstype ¹
Goed	Natuurlijk grasland, Agrarisch grasland, Moeras, landbouwpolder	Extensief beheerd grasland, gras moeras, water moeras, reservaat en akkervogel akkers
Matig	Verkeer, Kades, Infra, Terp, Natuurlijk grasland, Griend, Landbouwpolder, Agrarisch grasland, Water	Bermgras, Erf, Weidevogelgrasland, Griend, Akkervogel akkers, Agrarische sloten en waterkanten, natuur/bos sloten en waterkanten
Geen	Bebouwing, Infra Krib, Landbouwpolder, Agrarisch grasland, Riet, Slikkige oever, Water, Zachthoutoobos	Gebouwen, Steenglooiing, Krib, Akkerland, Weiland, Riet, Kwelders, Groot oppervlakte water, Loofbos, Naaldbos, Gemengd bos, Populierenopstanden

¹ De Knecht et al., 2014.

Bijdrage "geen" komt overeen met score 0 in De Knecht et al. (2014), bijdrage "matig" met score 0.5 en "goed" met score 1.0. Voor natuurlijk grasland is "matig" aangehouden, omdat het redelijk voedselrijk en nat is en waarschijnlijk niet heel erg bloemrijk, overeenkomstig weidevogelgrasland. Griend is in De Knecht et al. (2014) ongeschikt bevonden, maar wilgenkatjes leveren stuifmeel vroeg in het voorjaar waar insecten, o.a. solitaire bijen, op af komen, ervan uitgaand dat griend niet elk jaar wordt geoogst. Infra draagt enigszins bij via wegbermen. Riet komt niet voor in de classificatie van De Knecht et al. (2014), maar draagt naar onze mening niet bij aan habitat voor bestuivers. Bij terpen is aangenomen dat er zich erven op bevinden die vaak wel habitat voor bestuivers bevatten. Bij water is de bijdrage van groot oppervlakte water aangehouden. Sloten en kreken dragen matig bij aan bestuiving, maar die liggen vooral in natuurlijk grasland, dat als geheel al een score "matig" heeft. Daarom is het niet zo zinvol om sloten en kreken apart weer te geven. Bos heeft geen bijdrage, omdat bossen in nat voedselrijk gebied vaak een rijke ondergroei zonder bloeiende soorten bevatten, uitgezonderd in de randen wellicht.

Terreinen voor bestuivers moeten naast stuifmeel/nectar ook nestgelegenheid bieden. Dit kan alleen in terreinen die niet jaarlijks overstroomd worden. Bij het ontwerp van de Noordwaard is berekend dat het gebied één keer per jaar bij een waterstand van 2m +MAP vrijwel geheel onderstroomt, uitgezonderd de hoge en middelhoog bekade landbouwpolders. Daarom zijn alleen terreindelen die hoger liggen dan 2 m +NAP als (matig) geschikt habitat beschouwd voor bestuivers. Door deze aanname wordt veel gebied als potentieel habitat uitgesloten. Indien de keuze gemaakt zou worden voor beperking door gemiddeld hoog water, dan zou er een veel groter deel van het gebied als (matig) geschikt aangemerkt worden. De reden om de beperking toch bij een jaarlijkse hoge waterstand van 2m +NAP te leggen, is ingegeven doordat dit een echt harde beperking is, niet alleen voor het overwinteren van de wilde bestuivers, maar ook voor het nesthabitat.

2.4.6 Recreatie

Als indicator voor recreatie is gekozen om te focussen op fietsen als recreatievorm. Het open gebied van de Noordwaard is goed geschikt voor fietsen. De huidige situatie is ook vooral op fietsen gericht. Vanwege de versturende werking op de aanwezige (water)vogels (Krijgsveld et al., 2008) en mogelijke verstoring en risico's met de aanwezige grazers wordt wandelen in de huidige situatie niet bevorderd. Er zijn voor fietsen twee indicatoren gehanteerd.

Voor het aanbod van een gebied voor fietsrecreatie zijn de aantrekkelijkheid van het landschap (potentieel aanbod) en de mogelijkheden om te kunnen fietsen (actueel aanbod) van belang. Om dit in beeld te kunnen brengen, zijn twee indicatoren gekozen: de mate van ontsluiting en de belevingswaarde. De indicator mate van ontsluiting geeft inzicht in de mogelijkheid voor fietsen door de hoeveelheid fietspaden in de verschillende delen van het gebied uit te drukken. De indicator voor beleving geeft aan hoe aantrekkelijk de verschillende delen van het gebied zijn voor recreatie. Op basis van de indicator ontsluiting kan worden nagegaan of het zinvol is om in bepaalde gebiedsdelen eventueel meer fietsmogelijkheden te creëren. In combinatie met de indicator voor beleving kan worden nagegaan of, en in welke mate, gebiedsdelen met een hoge beleving zijn ontsloten.

De indicator mate van ontsluiting geeft de lengte van aanwezige fietspaden in het gebied weer. De mate van ontsluiting is een maat voor de mogelijkheid om te kunnen recreëren in het gebied. Een gebied kan aantrekkelijk zijn voor recreatie, maar er is infrastructuur nodig om deze te kunnen benutten, in ons geval dus fietspaden. Naarmate er meer fietspaden zijn, is de benuttingsmogelijkheid groter. Goossen en Langers (1999) geven een interpretatie van de fietsmogelijkheden van een gebied op basis van de lengte van fietspaden per 25 ha in gridcellen van 500x500m (tabel 2.5). De lengte van de fietspaden is bepaald aan de hand van fietsknooppunten (ANWB).

- weinig fietsmogelijkheden: 0 – 500 meter per 25 ha
- redelijke fietsmogelijkheden: 500 – 1000 meter per 25 ha
- veel fietsmogelijkheden: > 1000 meter per 25 ha

Bij het bepalen van de waarde voor recreatie is geen correctie uitgevoerd voor hoe vaak het gebied onder water staat. De ontsluiting zal door de seizoenseffecten niet afnemen verwachten wij, mits de fietspaden (die grotendeels op wegen op kades liggen) bereikbaar blijven.

Daarnaast zijn de voorkomende landgebruikstypen en vegetatietypen beoordeeld op de belevingswaarde uit het BelevingsGIS (Roos-Lankhorst et al. 2005). Hiervoor zijn alle typen beoordeeld op natuurlijkheid. Daarnaast zijn nog extra punten toegekend als de typen bijdragen aan reliëf, water of opgaande begroeiing (tabel 2.5).

Tabel 2.5 Toekenning bijdrage beleving aan de hand van landgebruikstypen en vegetatietypen.

Landgebruikstype/vegetatietype	Natuurlijkheid		Reliëf, water, opgaande begroeiing		Eindscore
	typen begroeiing ¹	score	type begroeiing ¹	score	
Riet, griend, zachthoutoibos	overige natuur	4	griend, loofbos	4	8
Natuurlijk grasland, slikkige oever	overige natuur	4		0	4
Kreek, meer		0	beek, meer	4	4
Kades (dijken)	gras	2	terp	1	3
Rivier		0	rivier	3	3
Agrarisch grasland	gras	2		0	2
Landbouwpolder	akker	1		0	1
Terp		0	terp	1	1
Bebouwing, infra, krib		0		0	0

¹ Roos-Lankhorst et al., 2005.

2.4.7 Overzicht van de ecosysteemdiensten en indicatoren.

In tabel 2.6 is een overzicht gegeven van de ecosysteemdiensten die in deze studie zijn geanalyseerd en de indicatoren die zijn gebruikt om de diensten in beeld te brengen. Zie voor een verdere toelichting van de ecosysteemdiensten en de indicatoren de voorgaande secties van paragraaf 2.4.

Tabel 2.6 Overzicht van de geanalyseerde ecosysteemdiensten en gehanteerde indicatoren.

Ecosysteemdienst	Potentieel/actueel	Stock Flow	Indicator	Eenheid
Hernieuwbare energie	Potentieel	Flow	Jaarlijkse potentiële oogstbare biomassa bijgroei	GJ jaar ⁻¹
Biomassa	Potentieel	Flow	Jaarlijkse potentiële oogstbare biomassa bijgroei	ton ha ⁻¹ jaar ⁻¹
Veevoer	Potentieel	Flow	Jaarlijkse potentiële oogst van veevoer gewassen	ton ha ⁻¹ jaar ⁻¹
Koolstofvastlegging	Potentieel	Stock	Totale hoeveelheid in de ecosystemen vastgelegde koolstof	ton C
Waterzuivering	Potentieel	Flow	Jaarlijkse hoeveelheid uit het water onttrokken nutriënten (N en P) Jaarlijkse hoeveelheid door vegetatie ingevangen hoeveelheid slib	ton N jaar ⁻¹ ton P jaar ⁻¹ ton slib jaar ⁻¹
Bestuiving	Potentieel	Stock	Areaal voor wilde bestuivers geschikt habitat	ha
Recreatie	Potentieel	Stock	Mate van ontsluiting voor (fiets)recreatie Beleving van gebied	km fietspad ha ⁻¹ score voor beleving

2.5 Maatregelen om ecosysteemdiensten te stimuleren

Ecosysteemdiensten kunnen globaal gezegd op twee manieren worden gestimuleerd. Het areaal van het ecosysteem met aanbod van de dienst kan vergroot worden, waardoor er ook meer van de dienst wordt aangeboden. Bijvoorbeeld door het areaal griend te vergroten, kan meer houtige biomassa worden geproduceerd. Daarnaast kunnen beheermaatregelen worden genomen die het leveringsniveau van een dienst stimuleert. Zo kan door verandering van traditioneel griendbeheer naar energieteelt de productie van houtige biomassa worden vergroot bij gelijkblijvend areaal. Voor deze studie zijn beide maatregelen in beschouwing genomen. Hierbij zijn steeds zo realistisch mogelijke maatregelen gekozen die, uitgaande van de fysieke omstandigheden, ook kunnen worden uitgevoerd in de Noordwaard. Of het beleidsmatig of vanuit perspectief van andere actoren ook wenselijk is, is daarbij niet afgewogen. Wel is de huidige waterdoorstroomfunctie van het gebied als randvoorwaarde meegenomen. Verder zijn maatregelen gekozen waarvan met enige zekerheid het effect op de ecosysteemdiensten kan worden ingeschat. Dit effect is bepaald op basis van expertkennis. Voor een deel is dit het inschatten van effecten van areaalverandering, met meestal meer of minder levering van een dienst bij respectievelijk een toe of afname van het areaal. Voor een ander deel is het een inschatting van de effecten van maatregelen. Die inschatting is gedaan op basis van resultaten van eerder onderzoek en expertervaringen. Zo weten we bijvoorbeeld dat landschappelijke variatie de belevingswaarde van landschap beïnvloed (Roos-Lankhorst et al., 2005; Goossen en Langers, 1999). Als een maatregel tot een hogere landschappelijke variatie leidt, door bijvoorbeeld toename van verschillende begroeiingstypen, zal de belevingswaarde toenemen, wat we dan vertalen in een positief effect op recreatie.

Maatregelen bedoeld om een ecosysteemdienst te stimuleren, hebben niet alleen op de te stimuleren dienst zelf effect, maar ook op de andere ecosysteemdiensten. Dat effect kan zowel positief als negatief zijn. In de tabel (bijlage 2) met de effecten van maatregelen zijn zowel het bedoelde effect op de te stimuleren ecosysteemdiensten meegenomen als het onbedoelde effect op de andere ecosysteemdiensten.

2.6 In beeld brengen van actoren

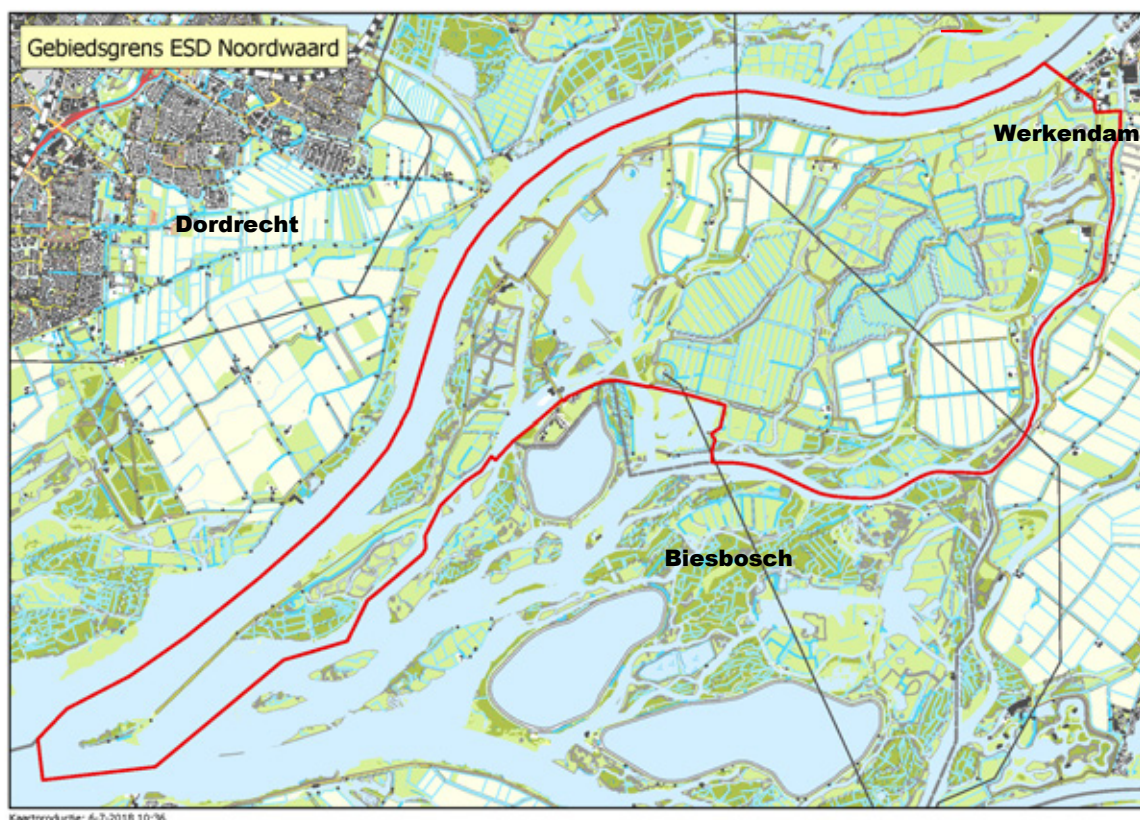
Actoren spelen een belangrijke rol bij het aanbod van en de vraag naar ecosysteemdiensten. De eigenaren en beheerders van gronden en water, en dus ecosystemen, zijn in feite de aanbieders van ecosysteemdiensten. Gebruikers van de ruimte en afnemers van ecosysteemdiensten zijn de vragende actoren. De actoren kunnen worden verdeeld in interne en externe stakeholders. Interne stakeholders hebben directe belangen in het gebied, zoals grondeigenaren en beheerders, externe stakeholders staan wat meer op afstand en hebben vaak belang bij het gebied voor gebruik of realisatie van hun beleidsdoelen, zoals de provincie, recreanten en belangenverenigingen. Voor de verschillende actoren zijn we nagegaan wat hun rol is in het gebied, wat hun belang is en aan welke ecosysteemdiensten de belangen zijn gekoppeld.

Voor het in beeld brengen van de actoren hebben we voornamelijk gebruikgemaakt van literatuur (o.a. Projectbureau Noordwaard, 2010a; Projectbureau Noordwaard, 2010b; Velter et al., 2016; Van Buren et al., 2017). Daarnaast hebben we gesproken met medewerkers van Rijkswaterstaat en van Gebroeders van Kessel over het gebied, inrichting en beheer en over actoren.

3 Resultaten

3.1 Gebiedsbeschrijving de Noordwaard-polder

De Noordwaard-polder ligt net ten noorden van de Brabantse Biesbosch en ten zuiden van de Merwede in de gemeente Werkendam, provincie Noord-Brabant (figuur 3.1). In het oosten wordt het gebied begrensd door het Steurgat, een oude rivierarm. Het gebied is net als de Biesbosch gevormd door de Sint Elisabethsvloed in 1421. De toen al aanwezige landbouwpolders veranderden in een intergetijdengebied waar onder invloed van eb en vloed klei is afgezet, zand- en slibplaten zijn gevormd en diepe krekens zijn uitgesleten. De Noordwaard is vervolgens opnieuw ingepolderd voor de landbouw met veel kleine polders. Door de afsluiting van het Haringvliet is de getijdenwerking vrijwel geheel verdwenen. Vanuit de Maas die ten zuiden van de Noordwaard loopt, stroomt nog wel dagelijks water het gebied in met een fluctuatie van ca. 30 cm.



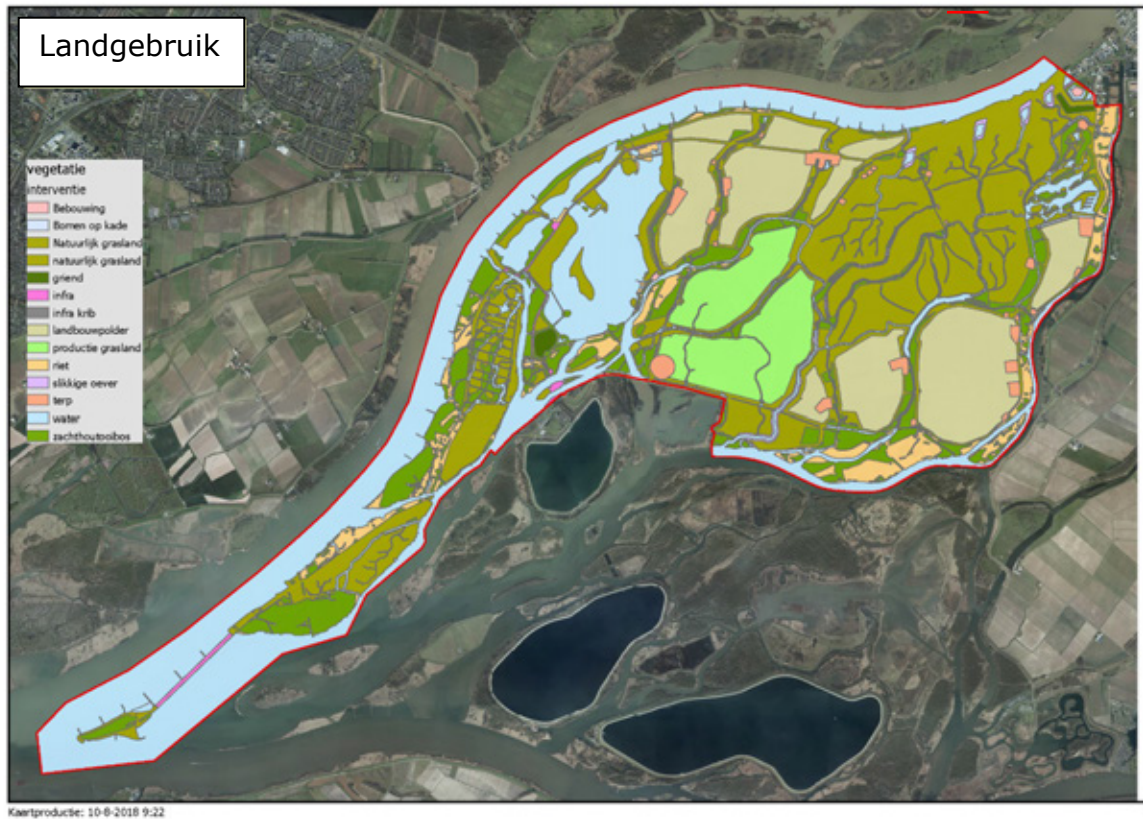
Figuur 3.1 Ligging van polder Noordwaard en begrenzing van het studiegebied.

Een deel van de Noordwaard is in 2015 afgegraven en heringericht als doorstroomgebied om bij hoogwater de afvoer van rivierwater te bespoedigen en de waterstand bij Dordrecht en Gorinchem te verlagen. De afgegraven delen ontwikkelen zich als natuurlijke graslanden en worden begraaasd door Konikpaarden, Schotse hooglanders en Waterbuffels. De laatste grazen ook in de natte terreindelen en krekens en sloten. De vegetatie in het doorstroomgebied wordt in het najaar gemaaid om de weerstand voor doorstroming in het winterseizoen te beperken.

De gronden van de Noordwaard zijn vruchtbare kleigronden, de aanwezige akkerbouwbedrijven verbouwen aardappelen, granen, bieten en groenten, onder andere voor de conservenindustrie. Een ander deel van het gebied is ingericht als natuurontwikkelingsgebied. Hiermee is een stuk

intergetijdengebied hersteld en tegelijk een ecologische verbinding gecreëerd tussen de Brabantse Biesbosch en de Dordtse en Sliedrechtse Biesbosch.

Bij de herinrichting van het gebied zijn ook nieuwe wegen en fietspaden aangelegd. Het gebied vervult een belangrijke recreatieve functie en wordt met name door fietsers druk bezocht. Wandelen en varen zijn ook mogelijk in bepaalde delen, maar wordt niet actief gestimuleerd o.a. vanwege versterking van de aanwezige vogels.



Figuur 3.2 Landgebruik in polder Noordwaard op basis van vegetatietypen.

Ongeveer een derde van de oppervlakte van de Noordwaard bestaat uit water (tabel 3.1, figuur 3.2). Van het landoppervlak is natuurlijk grasland het meest voorkomend landgebruik in de Noordwaard. De natuurlijke en productiegraslanden liggen in het doorstroomgebied. Het gras wordt in de winterperiode kort gehouden om de hydraulische weerstand voor de doorstroming te beperken bij eventueel hoogwater. De productiegraslanden liggen in laag bekaide polders (1,2 m en 1,35 m +NAP) die bij beperkt hoog water droog blijven. De akkerbouwgronden liggen in hoog bekaide polders (2 m en 3 m +NAP) die alleen bij (extreem) hoog water onder stromen (eens in de resp. 100 en 1000 jaar). Verder komen er verspreid kleine oppervlakten met griend en zachthoutbos voor en verspreid langs de randen van het gebied en langs kreken komen rietvelden voor.

Tabel 3.1 Landgebruik in polder Noordwaard.

Landgebruik	Oppervlak (ha)	Oppervlak (%)
Grasland (productie)	210	7
Grasland (natuur)	1.171	28
Akkerland (graan)	145	4
Akkerland (overige gewassen)	433	10
Rietland	185	5
Griend	12	0,3
Zachthoutoobos	427	10
Slikkige oever	67	2
Water	1.345	33
Kade/Terp	53	1
Bebouwing	3	0,1
Infrastructuur	20	0,5
Kribben	1	0,03
<i>Totaal</i>	<i>4.134</i>	

3.2 Actoren

Er is een beknopt actorenoverzicht gemaakt. De actorenanalyse is beperkt uitgevoerd, omdat er geen interactie met stakeholders ging plaatsvinden en de nadruk lag op methodeontwikkeling voor de kartering van ecosysteemdiensten.

De gronden in het begrensde studiegebied (figuur 3.1) zijn in eigendom bij verschillende eigenaren, waaronder Rijkswaterstaat (doorstroomgebied), agrariërs (landbouwpolders), gemeente Werkendam (wegbermen), Waterschap Rivierenland (kades), Staatsbosbeheer (NOP gebied, enkele natuurelementen in doorstroomgebied) en bewoners (huizen met erven).

Het beheer van het doorstroomgebied wordt uitgevoerd door de firma Gebroeders van Kessel, die de vegetatie kort houdt door middel van begrazing en maaien. De landbouwpolders worden beheerd door de agrariërs. Het maaien van de wegbermen en kades gebeurt door aannemers in opdracht van respectievelijk de gemeente Werkendam en waterschap Rivierenland.

3.3 Ecosysteemdiensten in de Noordwaard-polder

3.3.1 Hernieuwbare energie

Het aanbod van de in de Noordwaard-polder aanwezige biomassa en de energie-inhoud daarvan, is weergegeven in tabel 3.2. In de tabel zijn alleen de arealen landoppervlak met productie van biomassa opgenomen. Water (rivier), wegen en bebouwing zijn buiten beschouwing gelaten. De bijdrage van deze landgebruiksvormen aan de biomassa-productie is gering ten opzichte van de andere vormen, met name omdat het om kleine oppervlakten gaat met (relatief) weinig vegetatie.

In totaal wordt er jaarlijks ca. 15 kton ds aan biomassa geproduceerd in de Noordwaard. Dit is de potentiële productie, aangezien een deel door vee wordt opgegeten. De grasproductie (natuurgras en productie gras) draagt hier met 9,5 kton voor ca. 62% aan bij. Dit komt vooral door de grote oppervlakte aan natuurlijke graslanden (1.171 ha of 44% van het productieve landareaal en 28% van de totale Noordwaard).

Tabel 3.2 Jaarlijks aanbod van biomassa en energie-inhoud in de Noordwaard.

Landgebruik	Oppervlakte (ha)	Jaarlijkse biomassa productie (t ds ha ⁻¹)	Specifieke energie-inhoud (MJ kg ⁻¹) ¹⁰	Totale biomassa (kt)	Totale energie-inhoud (TJ)
Grasland (productie)	270	11,1 ³	18,1 ¹¹	3,0	54,2
Grasland (natuur)	1.171	5,6 ⁴	18,1 ¹¹	6,5	117,6
Graan (korrel)	145	9,1 ³	20,5 ¹¹	1,1	22,6
Graan (stro)	145 ¹	4,0 ⁵	17,9 ¹¹	0,6	10,4
Gewasresten	433 ²	1,5 ⁶	18,1 ¹¹	0,7	27,5
Riet	185	4,0 ⁷	18,8 ¹¹	0,7	13,9
Griend	12	5,0 ⁸	19,8 ¹¹	0,1	1,2
Zachthoutooibos	427	3,0 ⁹	19,8 ¹¹	1,3	25,8
Waterplanten	67	4,0 ¹⁰	18,8 ¹¹	0,3	4,9
Totaal	2.643			15,1	278,1

1: ¼ * akkerbouwareaal (aanname)

2: ¾ * akkerbouw areaal (aanname)

3: CBS Statline

4: ½ * productie grasland (aanname)

5: WUR, 2006

6: Atlas Natuurlijk Kapitaal

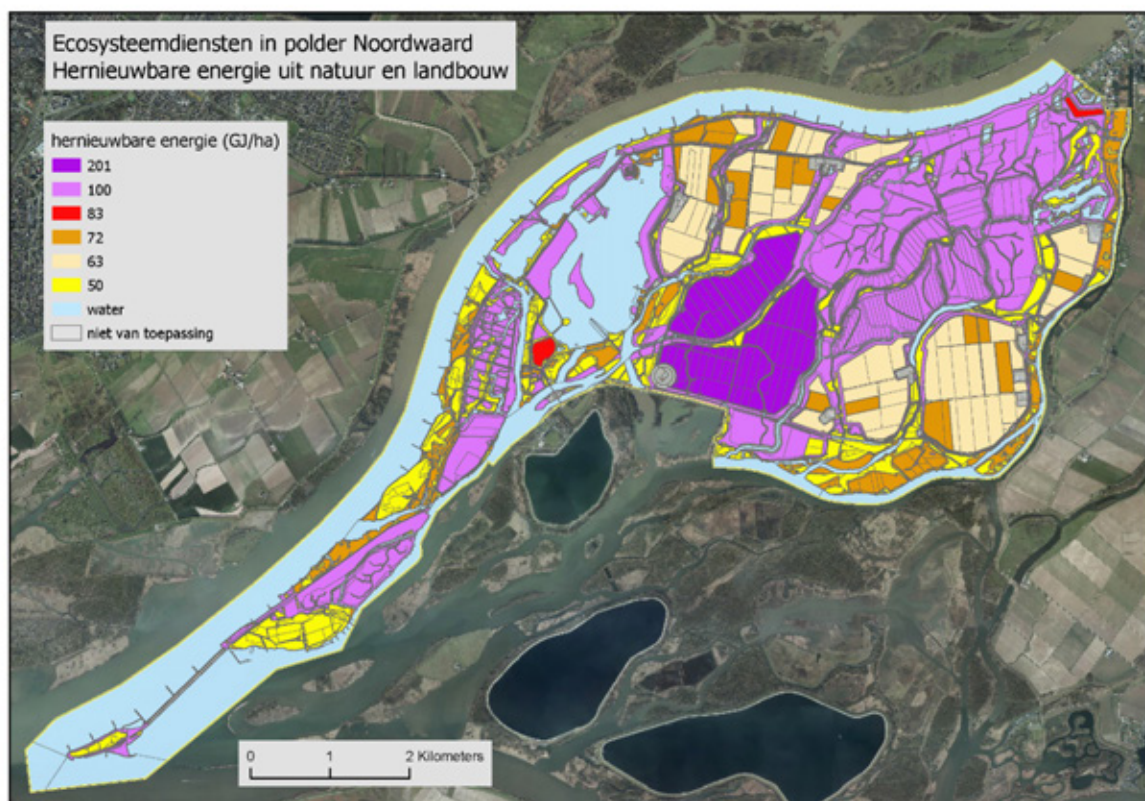
7: Smeding en Langhout, 2006

8: Kuiper, 2003 (aanname productieniveau helft van niveau genoemd door Kuiper)

9: Schelhaas et al., 2016 (bijgroei populier), Centrum Hout www.houtinfo.nl (houtdichtheid populier)

10: biomassa productie van riet aangehouden (aanname)

11: Koppejan et al., 2009



Figuur 3.3 Aanbod van biomassa voor energie toepassingen in de Noordwaard.

Figuur 3.3 toont de energie-inhoud van de biomassa die gebruikt kan worden voor hernieuwbare energie. Op de productiegraslanden kan jaarlijks een hoeveelheid biomassa worden geoogst die een energie-inhoud heeft van 201 GJ/ha. Dit is de hoogste energie-inhoud van alle landgebruiksklassen, wat samenhangt met de hoeveelheid geproduceerde biomassa per ha. De biomassa van de natuurlijke graslanden heeft een energie-inhoud van 100 GJ/ha. Per ha produceren de zachthoutooibossen de minste energie, de jaarlijks geproduceerde biomassa heeft voor dit type een energie-inhoud van 50 GJ/ha.

3.3.2 Biomassa en veevoer

Voor de hoeveelheid biomassa voor andere toepassingen dan energie, bijvoorbeeld biobased producten, kan de hoeveelheid biomassa voor energie worden aangehouden (tabel 3.2).

Voor biomassa geschikt als veevoer is aangemerkt gras (productie en natuur), graan (korrel), gewasresten en wilgentwijgen uit griend. De hoeveelheid geproduceerd veevoer is weergegeven in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Jaarlijks aanbod van veevoer in de Noordwaard.

Landgebruik	Oppervlakte (ha)	Jaarlijkse biomassa productie (t ds ha ⁻¹)	Totale hoeveelheid veevoer (kt ds)
Grasland (productie)	270	11,1 ¹	3,0
Grasland (natuur)	1.171	5,6 ²	6,5
Graan (korrel)	145 ⁶	9,1 ¹	1,3
Gewasresten	433 ²	3,5 ³	1,5
Griend	12	5,0 ⁴	0,1
Waterplanten	67	4,0 ⁵	0,3
<i>Totaal</i>	<i>2098</i>		<i>12,5</i>

1: CBS Statline

2: ½ * productie grasland (aanname)

3: Koppejan et al., 2009

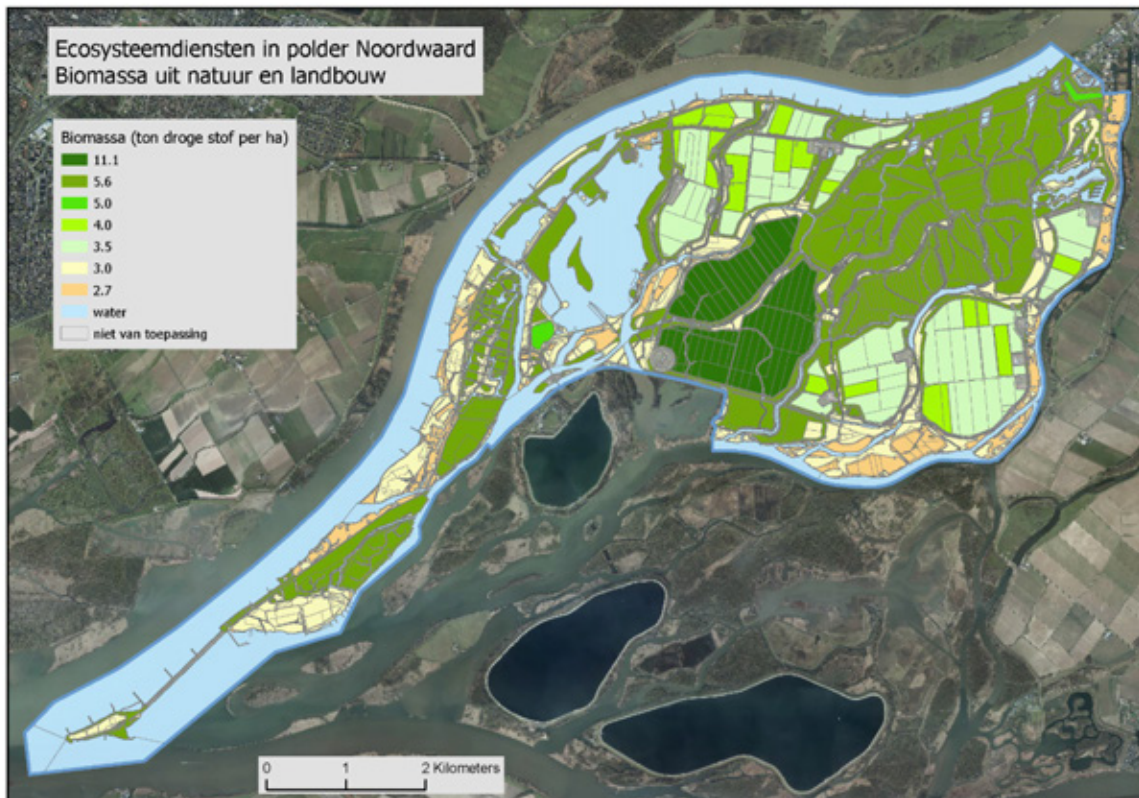
4: Kuiper, 2003 (aanname productieniveau helft van niveau genoemd door Kuiper)

5: kentallen voor riet aangehouden uit Koppejan et al., 2009

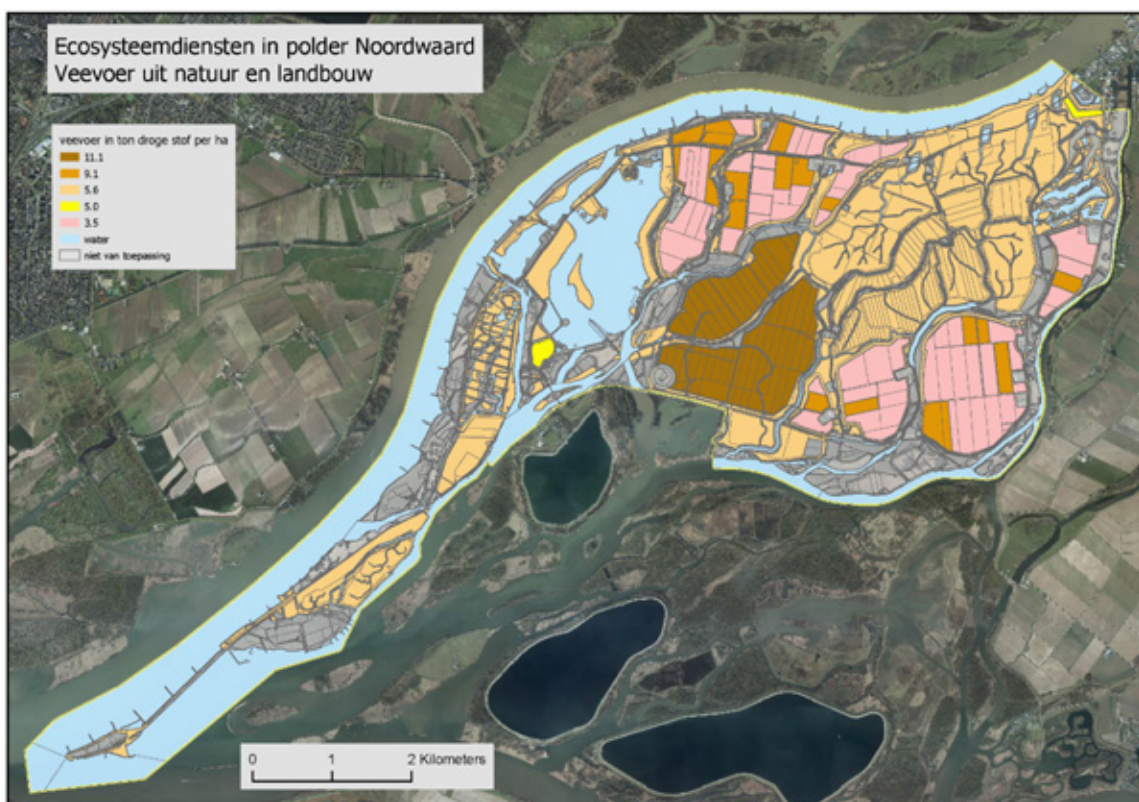
6: ¼ van akkerland areaal

Het jaarlijkse aanbod van biomassa voor andere dan energietoepassingen is weergegeven in figuur 3.4. De productiegraslanden hebben de hoogste productie per ha (11,1 ton ds ha⁻¹), gevolgd door de natuurlijke graslanden (5,6 ton ds ha⁻¹) en de grienden (5,0 ton ds ha⁻¹). Gewasresten op de akkergronden hebben de laagste productie (3,5 ton ds ha⁻¹).

In figuur 3.5 is de hoeveelheid biomassa die als veevoer kan worden gebruikt, weergegeven. De productie van veevoer is het hoogst in de laag bekade landbouw polders met productiegrasland. Hier bedraagt de jaarlijkse veevoerproductie (gras) 11,1 ton ds ha⁻¹. In de natuurlijke graslanden is de productie 5,6 ton ds ha⁻¹, door de omvang van dit landgebruikstype is de totale productie van dit type het hoogst. De laagste opbrengst is te vinden in de hoog bekade landbouwpolders op de akkerlanden (3,5 ton ds ha⁻¹), met uitzondering van die percelen waarop graan wordt verbouwd (9,1 ton ds ha⁻¹).



Figuur 3.4 Aanbod van biomassa voor niet-energietoepassingen (ton ds ha⁻¹) in de Noordwaard.



Figuur 3.5 Aanbod van biomassa voor veevoer (ton ds ha⁻¹) in de Noordwaard.

3.3.3 Koolstofvastlegging

De geschatte totale voorraad aan vastgelegde koolstof (boven- en ondergronds) in de Noordwaard bedraagt 429 kton C (tabel 3.4). Het grootste deel van de koolstofvoorraad is vastgelegd in de natuurlijke graslanden (173,4 kton ofwel ca. 41%). Het oppervlakteaandeel van de natuurlijke graslanden is ca. 28%. De voorraad in deze graslanden is dus hoger dan het gemiddelde voor het gebied. Zachthoutoibos en rietlanden hebben de hoogste koolstofvoorraad per ha. Omdat de rietlanden slechts een kleine oppervlakte beslaan, dragen ze beperkt bij aan de totale koolstofvoorraad (ca. 9%). Het zachthoutoibos draagt ondanks de beperkte oppervlakte als tweede bij aan de totale koolstofvoorraad (ca. 24%).

Tabel 3.4 Koolstofvoorraad van ecosystemen in de Noordwaard.

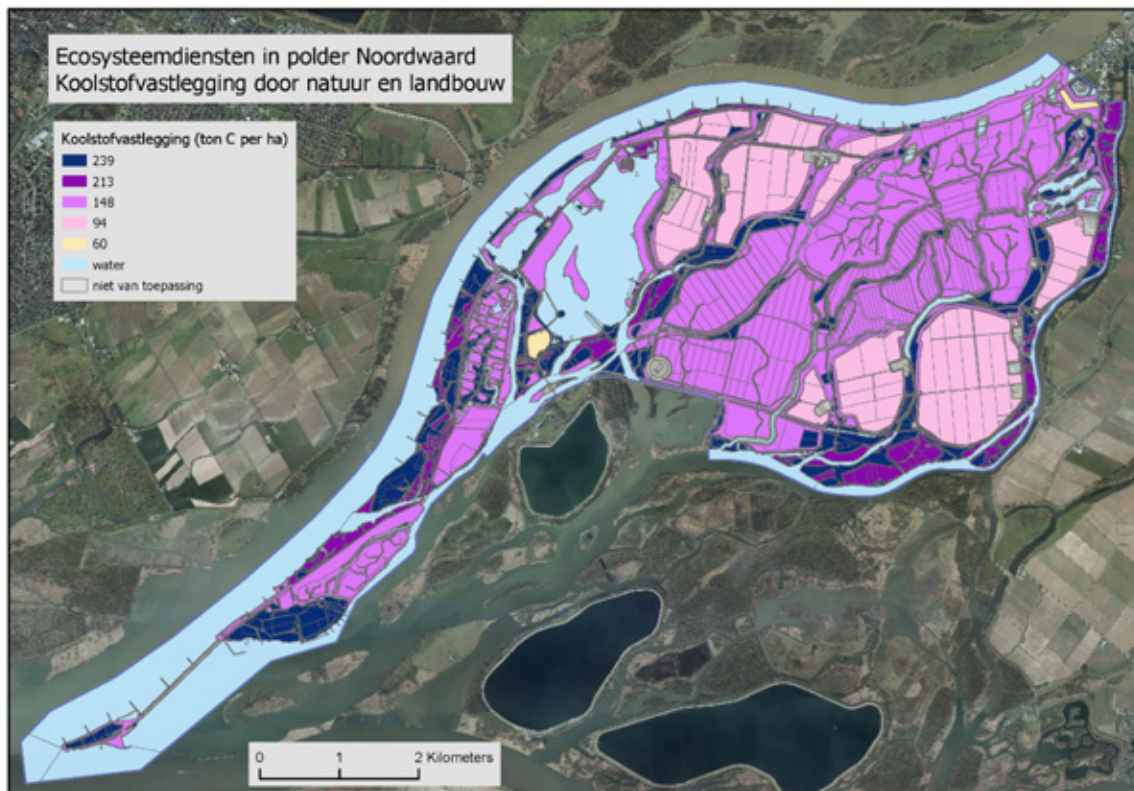
Landgebruik	Oppervlakte (ha)	Koolstofvoorraad (t C ha ⁻¹) ¹	Totale koolstofvoorraad (kt C)
Grasland (productie)	270	148	40,0
Grasland (natuur)	1.171	148	173,4
Akkerland (productie)	578	94	54,4
Riet	185	213	39,5
Griend (wilgenhakhout)	12	60 ²	0,7
Zachthoutoibos (Populier)	427	239	102,1
Slikkige oevers	67	71	4,8
Oevervegetatie	67	107 ³	7,1
Water	1.278	-	-
Overig	77	-	-
Totaal	4.134		429,4

1 Lesschen et al. (2006)

2: ¼ *koolstofvoorraad vochtig loofbos (aanname)

3: ½ *koolstofvoorraad riet (aanname)

De graslanden met hoge koolstofvoorraad liggen voornamelijk in het doorstroomgebied (figuur 3.6). Daarnaast vallen de landbouwpolders op als grotere eenheden, maar met een relatief lage koolstofvoorraad (94 ton C ha⁻¹). Rietlanden en oibossen met een hoge koolstofvoorraad komen in kleine eenheden verspreid in het gebied voor langs de kreken.



Figuur 3.6 Koolstofvoorraad in polder Noordwaard.

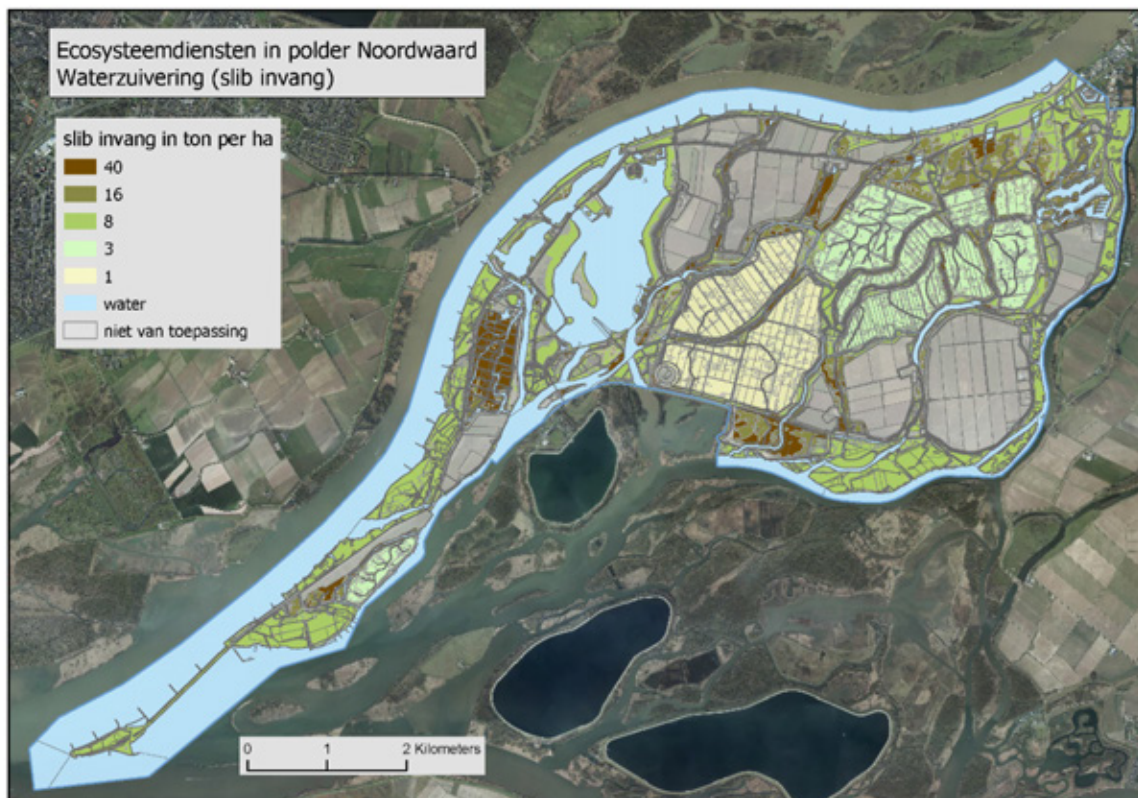
3.3.4 Waterzuivering

De waterkwaliteit is uitgedrukt in twee indicatoren: de hoeveelheid slib-ontvangst en de oppervlakte van waterzuiverende vegetatie.

Voor de slib-ontvangst zijn er in de Noordwaard aanmerkelijke verschillen in de hoeveelheid slib die de verschillende delen van het gebied kunnen ontvangen (figuur 3.7a). Het meeste slib kan worden ingevangen in de diepere terreindelen, tot 40 ton slib per ha per jaar (zie werkwijze, tabel 2.2). In het doorstroomgebied, dat voor een groot deel bestaat uit natuurgrasland, wordt per oppervlakte-eenheid niet de hoogste hoeveelheid slib ingevangen, maar vanwege de omvang van het areaal wordt er wel in totaal de grootste hoeveelheid ingevangen (tabel 3.5).

Tabel 3.5 Aanbod van slib-ontvangst in de Noordwaard.

Hoogteligging maaiveld (m +NAP)	Oppervlakte (ha)	Slib-ontvangst (ton slib ha ⁻¹)	Totale slib-ontvangst (kton slib)
< 0,4	208	40	8,3
0,4-0,7	338	16	5,4
0,7-2,0	767	8	6,1
>2,0	158	0	-
Laag bekade polder met kadehoogte van 1,2m +NAP	367	3	1,1
Laag bekade polder met kadehoogte van 1,35m +NAP	282	1	0,3
Hoog bekade polder met kadehoogte van 3m +NAP	671	0	-
overig	1343	0	-
Totaal	4134		21,3

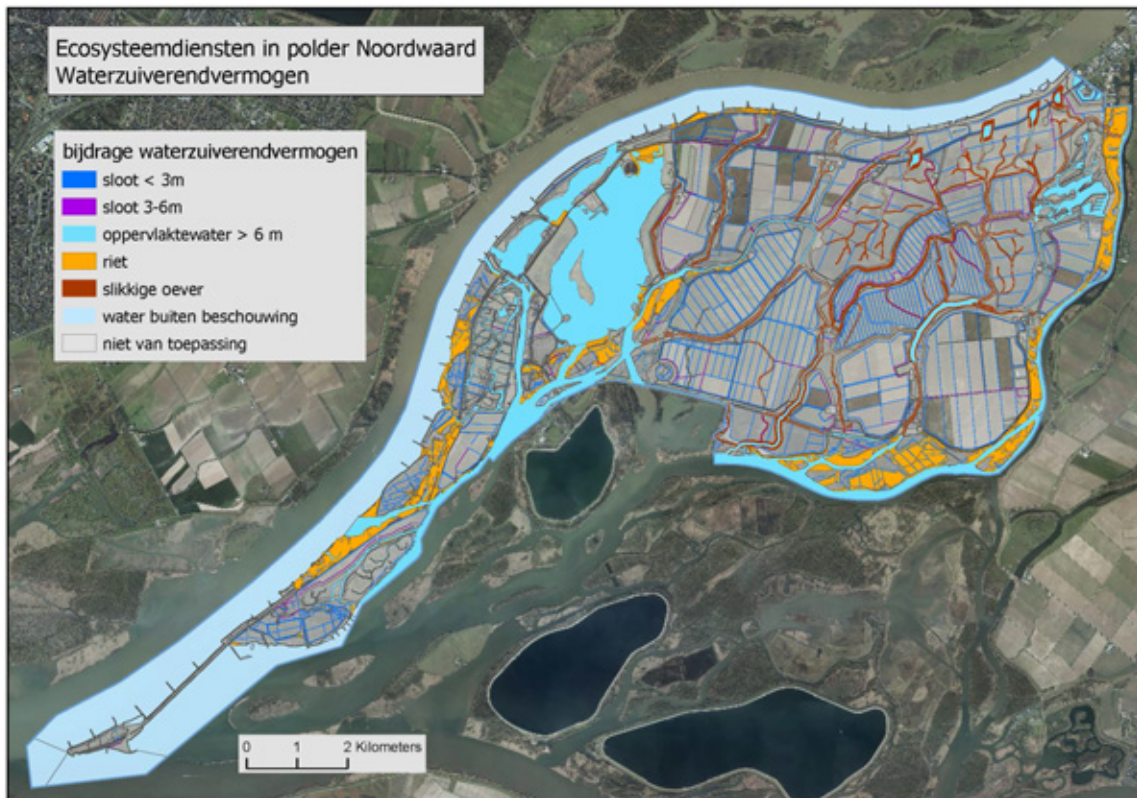


Figuur 3.7a Aanbod van slib-ontvangst in polder Noordwaard.

Van de tweede indicator, waterzuiverende vegetatie, is in de Noordwaard ca. 4.140 ha vegetatie aanwezig dat potentieel bijdraagt aan de nutriëntenverwijdering (figuur 3.7b). De capaciteit die deze vegetatie heeft om nutriënten te verwijderen, bedraagt op jaarbasis ca. 59 ton stikstof en ca. 5 ton fosfaat (tabel 3.6). Om de nutriënten ook echt af te voeren, moet de vegetatie wel worden gemaaid en afgevoerd. Voor de nutriënten die in het slib worden vastgelegd, geldt dat het slib moet worden verwijderd door baggeren, om de nutriëntenpool te verminderen. In het actuele beheer wordt echter slechts een beperkt deel van de vegetatie gemaaid en afgevoerd.

Tabel 3.6 Potentiële nutriëntenverwijdering door natte landschapselementen in de Noordwaard.

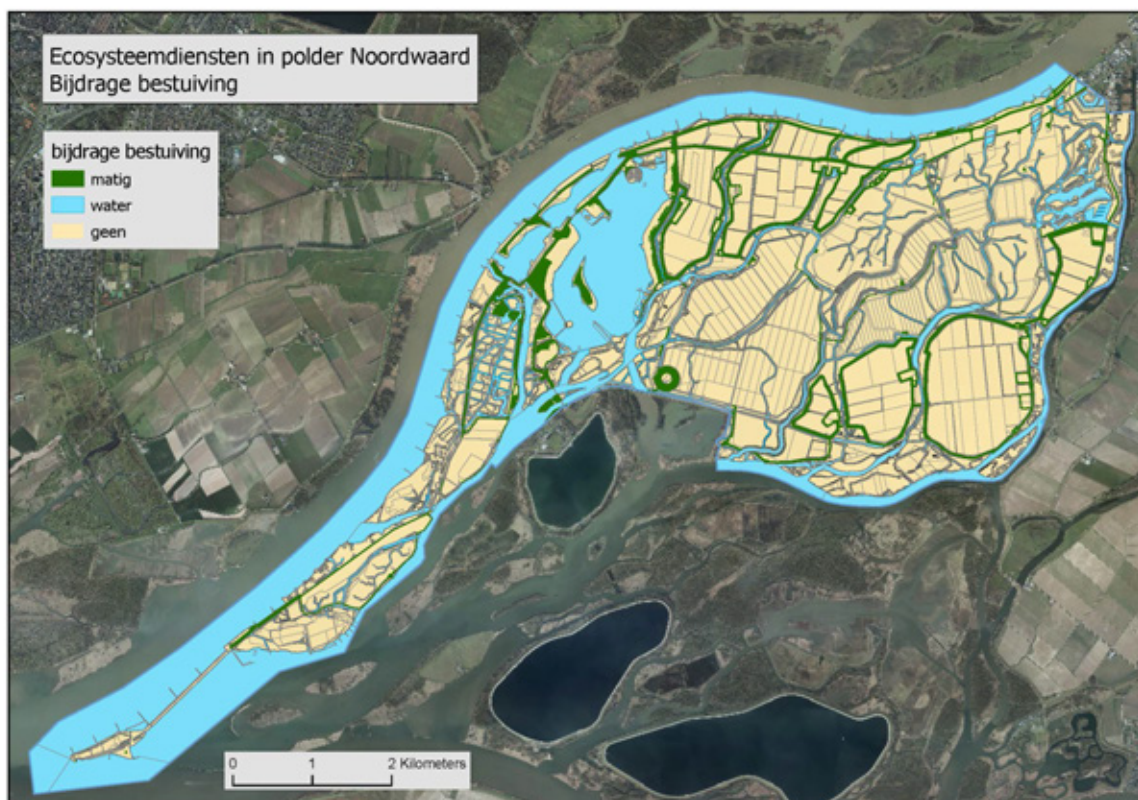
Landgebruik	oppervlakte berekening	Oppervlakte (ha)	Stikstof-verwijdering* (kg jr ⁻¹)	Fosfaat-verwijdering* (kg jr ⁻¹)
Riet	totale oppervlakte	184	41660	3671
Slikkige oevers	oppervlakte x 0.5	67	7572	667
sloten < 3 m	slootlengte x 0.3 m	39	2657	234
sloten 3 – 6 m	slootlengte x 0.6 m	5,6	770	68
oppervlaktewater	omtrek x 1 m	611	6363	561
<i>Totaal</i>		<i>4.140</i>	<i>59.023</i>	<i>5.200</i>



Figuur 3.7b Landschapselementen die bijdragen aan waterzuivering van nutriënten in polder Noordwaard.

3.3.5 Bestuiving

In de Noordwaard ligt geen goed habitat voor wilde bestuivers. De aanwezige habitats zijn op z'n hoogst als matig geschikt beoordeeld (figuur 3.8), omdat het voornamelijk om redelijk voedselrijke (natte) vegetatie gaat die waarschijnlijk niet heel erg bloemrijk is (zie werkwijze 2.4.5). In de Noordwaard is slechts een gering areaal (222 ha) aan matig geschikt habitat aanwezig (tabel 3.7). Het berekende aanbod van bestuiving is derhalve beperkt. Het matig geschikte areaal ligt grotendeels in natuurlijk grasland hoger dan 2m +NAP. Daarnaast bestaat het uit wegberm en terp/erf rondom bebouwing hoger dan 2m +NAP. Naast het vegetatietype en het beheer, sluit het hoogte criterium veel potentieel (matig) geschikt habitat uit, door het risico dat ze jaarlijks kunnen overstromen en daarmee ongeschikt zijn voor in/op de grond levende en/of overwinterende bestuivers. De akkerbouwvelden liggen weliswaar hoog en droog, maar zijn beoordeeld als ongeschikt habitat vanwege het beheer (ploegen en het soort gewas). Wilde bestuivers zijn in de Noordwaard voor hun voedsel geheel aangewezen op de vegetatie in de natuurlijke landgebruikstypen. Er komen in de Noordwaard weinig of geen bestuivingsbehoefte landbouwgewassen voor. Vanuit de landbouw is er dus weinig vraag. Wel spelen de bestuivers een rol in de bestuiving van de wilde flora.



Figuur 3.8 Aanbod van bestuiving in polder Noordwaard.

Tabel 3.7 Aanbod van bestuiving in de Noordwaard.

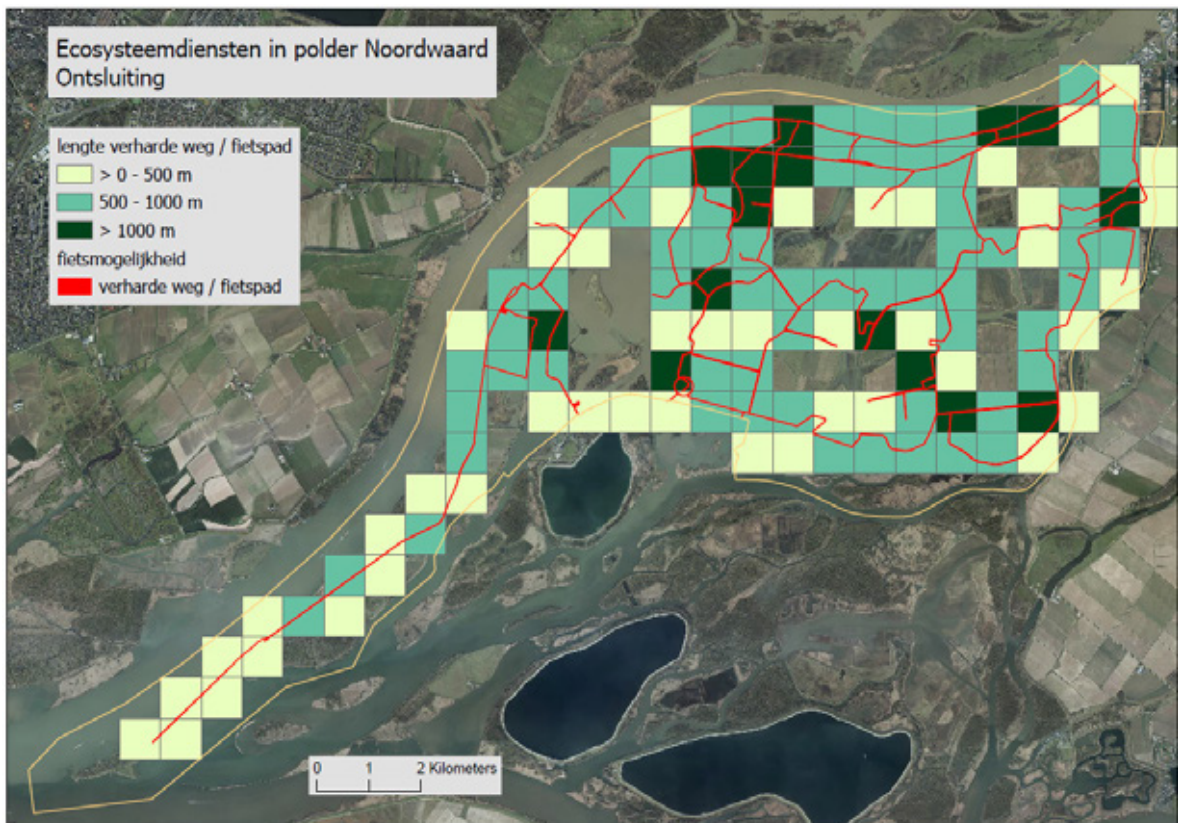
Landgebruik	Oppervlak hoger dan 2 m +NAP	Geschikt habitat voor bestuivers (ha)	Matig geschikt habitat voor bestuivers (ha)
Grasland (productie)	0,3	-	-
Grasland (natuur)	81.5	-	81.5
Akkerland (productie)	0,1 ¹	-	-
Riet	7.2	-	-
Griend (wilgenhakhout)	2.1	-	2.1
Zachthoutoobos (Populier)	12.5	-	-
Slikkige oevers	0.9	-	-
Water	5.6	-	-
Wegberm	11.7	-	11.7
Polderkade	126.9	-	126.9
terp	5.1	-	-
bomen op kade	0.1	-	-
Totaal	256	-	222.3

1 De akkerlanden liggen in hoog bekeade polders en overstromen weinig tot niet. Akkerbouwgrond is echter als ongeschikt habitat gerekend voor wilde bestuivers.

3.3.6 Recreatie

De totale lengte aan verharding waarover kan worden gefietst, is 68,8 km, waarvan 62,5 km verharde weg en 6,3 km fietspad (tabel 3.8, figuur 3.9). De gemiddelde dichtheid van fietswegen in de Noordwaard is 16,6 m ha⁻¹. Dit betekent dat de dichtheid per 25 ha dus ca. 415 m is en volgens Goossen en Roos-Lankhorst (1999) weinig fietsmogelijkheden biedt. Indien alleen naar het landoppervlak wordt gekeken, is de dichtheid 617 m per 25 ha, ofwel redelijk veel. Figuur 3.9 laat zien dat de meeste gridcellen van 500x500m met fietspaden weinig tot redelijke fietsmogelijkheden hebben (geel en lichtgroen) en enkele gridcellen veel fietsmogelijkheden (donkergroen). De delen van

het gebied zonder gridcellen hebben helemaal geen fietsmogelijkheden. Deels komt dat doordat er in die gebieden open water is.

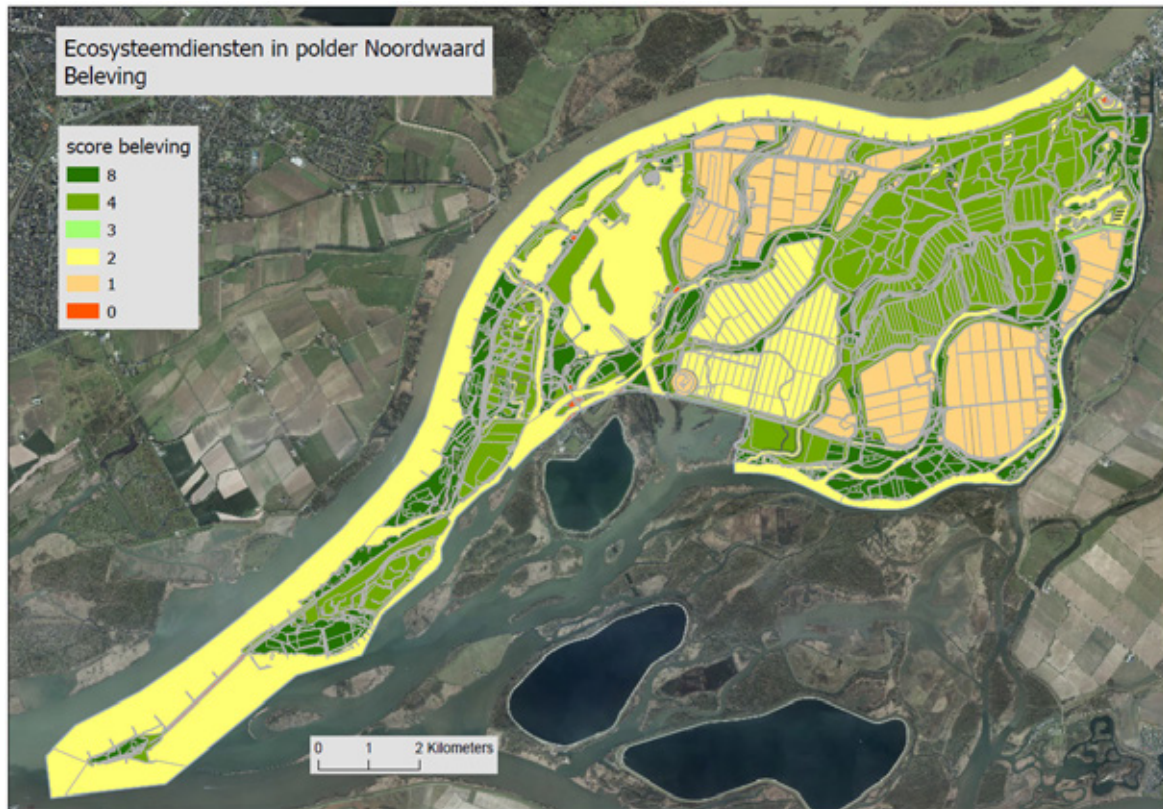


Figuur 3.9 Aanbod van recreatie (ontsluiting) in polder Noordwaard (km fietspad per km²).

Tabel 3.8 Aanbod van recreatie (fietsen) in polder Noordwaard.

Klasse fietsmogelijkheden	Lengte fietsmogelijkheid per grid	Aantal grids
1 veel	meer dan 1000 m	15
2 redelijk	500 tot 1000 m	62
3 weinig	1 tot 500 m	46

Zachthoutoobossen, grienden en riet hebben de hoogste belevingswaarde in het gebied (score 8). Het oppervlak aan deze natuurtypen is met ca. 625 ha (15% van totale oppervlakte) niet erg groot (tabel 3.9) en ze liggen vooral langs de randen van het gebied (figuur 3.10) en zijn weinig tot redelijk ontsloten (figuur 3.9). Slikkige oevers en natuurlijk grasland hebben een redelijk hoge belevingswaarde (score 4) en komen voor over ca. 1239 ha (30%). Deze terreindelen zijn voor het merendeel weinig of redelijk ontsloten. Sommige delen van het natuurlijk grasland zijn niet ontsloten door fietspaden. De overige landgebruiksvormen hebben een matige, lage of zeer lage belevingswaarde (score 3 of lager). Dit areaal beslaat ca. 2276 ha of 55%. Water, landbouwpolders en productiegrasland nemen hier het grootste areaal van in. De ontsluiting van deze gebieden varieert van niet tot goed ontsloten.



Figuur 3.10 Aanbod van recreatie (beleving) in polder Noordwaard.

Tabel 3.9 Belevingswaarde van verschillende landgebruiksvormen in polder Noordwaard.

Score voor beleving	Landgebruik/vegetatie	Oppervlakte (ha)
0	bebouwing	3
0	infra	20
0	infra krib	1
1	landbouwpolder	442
1	landbouwpolder (graan)	142
1	terp	50
2	productie grasland	270
2	water	1345
3	bomen op kade	3
4	natuurlijk grasland	1171
4	slikkige oever	67
8	griend	12
8	riet	185
8	zachthoutoobos	427

3.4 Stimuleringsmaatregelen voor ecosystemendiensten en de synergie en trade-off

Voor ieder van de beschouwde ecosystemendiensten zijn steeds twee maatregelen bedacht waarmee de ecosystemedienst kan worden gestimuleerd. Bij een maatregel wordt de stimulering bereikt via uitbreiding van het areaal van een type landgebruik dat de dienst levert. Bij de tweede maatregel vindt de stimulering plaats door een ander type beheer te veronderstellen. In de volgende paragrafen worden de stimuleringsmaatregelen en effecten ervan per ecosystemedienst besproken. Bij de maatregelen hebben we rekening gehouden met de randvoorwaarde van het gebied (dat de doorstromingsfunctie niet in gevaar komt) door geen opgaande begroeiing als oobos of griend en

geen riet in het doorstroomgebied te projecteren. De maatregelen hebben betrekking op het hele gebied van de Noordwaard, dus ook de gebiedsdelen die niet in eigendom zijn van Rijkswaterstaat. Een overzicht van de maatregelen en de uitwerking in synergieën en trade-offs staan in bijlage 2.

3.4.1 Hernieuwbare energie – biomassa

1^e maatregel: uitbreiden areaal: uitbreiden oppervlakte griend

Het huidige areaal griend kan worden uitgebreid door de zachthoutoobossen en rietvelden te vervangen door griend. Verder kan de productie worden vergroot door de huidige grienden om te zetten in hoogproductieve energieplantages, gericht op maximale biomassa-productie. Ten opzichte van traditionele grienden kan dit een verdubbeling van de biomassa-productie betekenen tot ca. 10 ton ha⁻¹ jaar⁻¹. Deze maatregel levert 4138 ton meer biomassa op die kan worden ingezet voor duurzame energietoepassingen en een toename qua energie-inhoud van de biomassa van 240 TJ naar 323 TJ. Er zal een toename van areaal griend optreden en een afname van het areaal riet en oobos.

Op de waterzuivering heeft de maatregel naar verwachting een positieve invloed, omdat met de oogst van de biomassa ook nutriënten worden afgevoerd, terwijl in de huidige situatie geen biomassa wordt afgevoerd. Het effect op bestuiving is licht negatief omdat er weliswaar meer griend komt, maar alle grienden worden ieder jaar geoogst. Het effect op de koolstofvoorraad is negatief, omdat de totale koolstofvoorraad in griend per ha (ondergronds en bovengronds) veel lager is dan die in riet en zachthoutoobos. Negatieve effecten worden verwacht op recreatie (wandelen en fietsen), omdat het landschap minder divers wordt (verdwijnen oobos en riet).

2^e maatregel: aanpassen beheer: productiegasland vervangen door suikerbieten

De hoeveelheid hernieuwbare energie uit biomassa kan onder andere worden vergroot door het agrarisch beheer aan te passen, bijvoorbeeld door het areaal productiegasland te vervangen door een energiegewas met een hoge energie-inhoud, bijvoorbeeld suikerbiet. Gras heeft zelf al een hoge opbrengst (ca. 11,1 ton ds ha⁻¹) en een hoge energie-inhoud (18,1 MJ kg⁻¹). Wil het vervangend gewas een verbetering zijn voor de hoeveelheid hernieuwbare energie, dan moet het opbrengstniveau en/of de energie-inhoud van het energiegewas hoger zijn dan dat van gras. Met suikerbieten is het mogelijk om een potentiële energiewaarde te halen van ca. 250 MJ ha⁻¹ (Van Kerckvoorde en Van Reeth, 2014; Van der Voort et al., 2008). Bij een opbrengst van 21,5 ton ds ha⁻¹, het gemiddelde opbrengstniveau in West-Nederland over de periode 2013 tot 2017 (CBS Statline), kan de energiewaarde zelfs oplopen tot boven de 350 MJ ha⁻¹. Suikerbiet lijkt daarmee een goed alternatief voor gras als het om verhogen van de energiewaarde gaat. Volgens Damoiseaux et al. (1987) heeft het gebied van de Noordwaard ruime teeltmogelijkheden voor de akkerbouw en zijn de gronden goed geschikt voor de teelt van suikerbieten, die er nu ook al worden geteeld. Er zijn echter wellicht andere overwegingen waardoor potenties voor suikerbieten niet daadwerkelijk worden toegepast. Bij het vervangen van het areaal productiegasland, neemt de totale energie-inhoud van de geproduceerde biomassa met 19 TJ toe ten opzichte van de huidige situatie. Het feit dat dit minder is dan bij de aanleg van de extra grienden, wordt veroorzaakt door het kleinere areaal van de suikerbieten (270 ha) ten opzichte van de grienden (624ha). Overigens kunnen de maatregelen ook beide naast elkaar worden uitgevoerd.

De maatregel heeft een sterk negatief effect op de productie van veevoer (afname van 3 kton of ca. 25% van het totaal), omdat alle productiegasland verdwijnt. Naast de biomassa voor energie neemt ook de hoeveelheid gewasresten toe door het bietenloof. Uitgaande van ca. 6 ton gewasresten ha⁻¹ (Handboek Bodem en bemesting) neemt de hoeveelheid gewasresten toe met ca. 1620 ton. Verder is de verwachting dat vervanging van het grasland door akkerland met bieten een negatief effect heeft op de koolstofvoorraad (afname ca. 14,5 ton C) en op de beleving van wandelaars en fietsers door een lagere belevingswaarde van akkerland ten opzichte van grasland. Verwacht wordt dat het vervangen van het productieareaal gras door bieten weinig effect heeft op de andere ecosystemendiensten.

(Overige bronnen: Statline CBS, Koppejan et al., 2009; Kuiper, 2003; Smeding en Langhout, 2006; Boosten en Jansen, 2010; Lesschen et al., 2012; Huisman, 2005.)

3.4.2 Biomassa/veevoer

Voor het stimuleren van de productie van biomassa voor niet-energietoepassingen en van veevoer zijn dezelfde maatregelen bedacht. Met productie van gras kunnen beide doelen bediend worden.

1^e maatregel: omzetten van natuurlijk grasland naar productie grasland

In deze optie wordt het areaal productiegasland uitgebreid door het areaal natuurlijk grasland geheel om te vormen naar productiegasland. Naast toename van het areaal (van 270 ha naar 1441 ha) zal het productieniveau van het natuurlijk grasland toenemen (van 5,6 ton ds ha⁻¹ naar 11,1 ton ds ha⁻¹), wat de biomassaopbrengst verder zal verhogen. De hoeveelheid biomassa neemt met deze maatregel met 25% toe van 12,5 kton ds jaar⁻¹ naar 19,0 kton ds jaar⁻¹.

Verwacht wordt dat het uitbreiden van het productie areaal grasland negatieve effecten zal hebben op bestuiving, koolstofvoorraad en recreatie. Productiegasland is als biotoop minder aantrekkelijk voor bestuivers dan natuurlijk grasland, dus zal er een negatief effect optreden vanwege minder beschikbaar voedsel. Daarnaast blijft inundatie van het gebied een sterk beperkende factor voor het geschikt zijn van de habitats. Voor fietsen wordt verwacht dat het verdwijnen van de grote grazers een negatief effect op de beleving zal hebben. De ganzen en weidevogels die op de graslanden zullen foerageren, zijn er ook nu al en zullen dus niet tot meer waardering leiden. Productiegasland heeft waarschijnlijk een lagere koolstofvoorraad dan natuurlijk grasland. Wat de waterzuivering betreft, worden met de oogst van het gras veel nutriënten afgevoerd, echter om de productie te stimuleren, wordt aangenomen dat de graslanden bemest worden. Bij deze bemesting wordt uitgegaan van een sluitende nutriëntenbalans waarbij geen nutriënten in het oppervlaktewater terecht komen, dus waarbij het effect op de waterzuivering neutraal is; het is echter zeer de vraag of deze aanname reëel is.

2^e maatregel: stoppen met begrazing van de natuurlijke graslanden en invoeren maai-beheer

Met deze maatregel wordt gestopt met het graasbeheer door vleeskoeien en worden de natuurlijke graslanden gemaaid. Het maaisel kan voor biomassatoepassingen of als veevoer voor melkvee worden gebruikt. Verschil met de vorige maatregel is dat de natuurlijke graslanden een natuurfunctie blijven houden. Door het maaien zullen botanische waarden toenemen. Voor de vegetatie en avifauna is belangrijk dat gemaaid wordt na het bloei- en broedseizoen. De totale biomassa-productie van het gebied verandert niet, maar de toepassing van de biomassa voor veevoer wel: in de huidige situatie wordt het natuurgras (6,5 ton ds jaar⁻¹) geheel opgegeten door de grote grazers en in de nieuwe situatie is het gras beschikbaar voor veevoer voor melkvee of voor verkoop.

Bij deze maatregel zal het effect op de ecosystemedienst waterzuivering positief zijn, omdat het gras wordt geoogst en afgevoerd, waardoor met overstroming aangevoerde nutriënten worden afgevoerd. Ook voor bestuiving is een positief effect te verwachten, omdat bloemrijk grasland dat gehooïd wordt een gunstig voedselaanbod heeft voor bestuivers. Op recreatie wordt een negatief effect verwacht door het verdwijnen van de grazers, die namelijk positief uitwerken op de beleving. Echter, door het toenemen van de botanische waarden van het natuurlijk grasland kan dit effect minder negatief uitpakken dan bij het uitbreiden van het productiegasland (1^e maatregel).

(Overige bronnen: Statline CBS; Koppejan et al., 2009; Kuiper, 2003; Smeding en Langhout, 2006; Boosten en Jansen, 2006; Lesschen et al., 2012; Huisman 2005.)

3.4.3 Koolstofvoorraad

1^e maatregel: uitbreiden van het areaal productiegasland door omvormen akkerland

Grasland heeft een ongeveer 1,5 keer hogere koolstofvoorraad dan akkerland. Omvorming van akkers naar gras draagt dus sterk bij aan de voorraad vastgelegde koolstof in het gebied. Als al het akkerland wordt omgevormd, neemt de koolstofvoorraad in het gebied met 7,3% toe van 429 kton C naar 461 kton C.

Door het vervangen van akkerland door productiegasland nemen de hoeveelheid geproduceerd voedsel en gewasresten af, maar neemt de hoeveelheid geproduceerde biomassa (gras) toe. Deze biomassa is breed toepasbaar voor o.a. veevoer, energie en niet-energie toepassingen of combinaties

daarvan. Voor recreatie (wandelen en fietsen) wordt verwacht dat uitbreiding van het areaal productiegroenland tot een lichte toename zal leiden, omdat groenland een iets hogere belevingswaarde heeft dan akkerland. Er is in deze indicator geen rekening gehouden met afname van de afwisseling in het gebied.

2^e maatregel: spontane ontwikkeling rietland, griend en deel natuurlijk grasland naar ooibos
Zachthoutooibos heeft van alle landgebruiksvormen de hoogste koolstofvoorraad (tabel 3.4). Omvormen van andere landgebruikstypen naar ooibos zal dus leiden tot een toename van de koolstofvoorraad. Een maatregel om dat te bereiken kan zijn het stimuleren van de spontane ontwikkeling van de vegetatie in bijvoorbeeld de rietlanden, grienden en een deel van het natuurlijk grasland door het stoppen van het maaibeheer. We hebben voor de berekening van de koolstofvoorraad een omvorming van al de griend en rietlanden gerekend. Voor de natuurlijke graslanden hebben we een omvorming van 15% aangehouden, zodat de doorstroomfunctie kan worden behouden. Het ooibos zou zich langs de rivier en de randen van de kreken en plassen aan de randen van het gebied kunnen ontwikkelen. Met deze maatregel zou de koolstofvoorraad met 5,5% toenemen van 429 kton C naar 453 kton C.

De ontwikkeling van de zachthoutooibossen heeft een negatief effect op de productie van biomassa door afname van de arealen griend, riet en grasland waar biomassa werd geoogst. Er wordt een negatief effect verwacht op de waterzuiveringsfunctie, omdat het areaal riet vermindert. Riet heeft bij een maaibeheer een zuiverende werking op het nutriëntengehalte van oppervlaktewater. Het slib- invangend vermogen zal naar verwachting weinig veranderen, ook ooibossen vangen slib in. Voor bestuiving wordt een licht negatief effect verwacht, als griend niet jaarlijks werd geoogst. Verwacht wordt dat het effect op fietsen licht positief is door een toename van het areaal zachthoutooibos. Er is wel een afname van de variatie in begroeiing in het gebied, maar deze indicator is (nog) niet meegenomen.

(Overige bronnen: Lesschen et al., 2012; Huisman, 2005.)

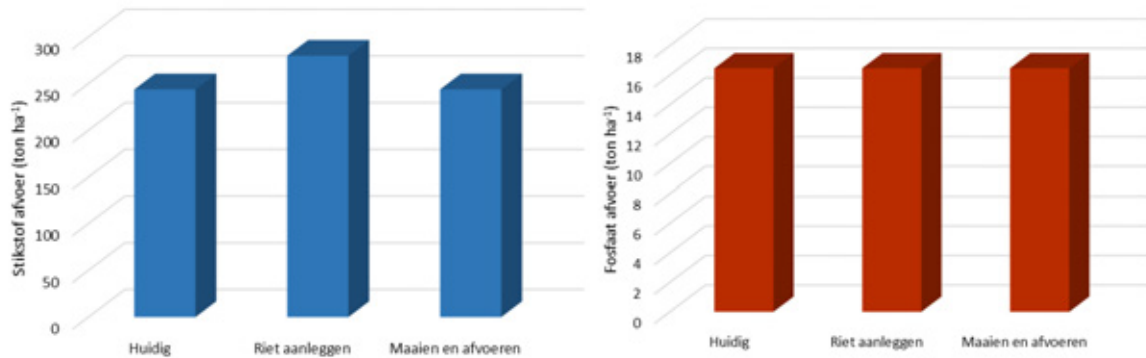
3.4.4 Waterzuivering

1^e maatregel: vergroten areaal rietlanden door omvorming zachthoutooibos en grienden
Rietlanden hebben een grotere zuiverende capaciteit dan griend en zachthoutooibos (tabel 3.6). Door de grienden en ooibossen te vervangen door rietland, kan de waterzuiverende capaciteit van het gebied worden vergroot. Het riet moet dan wel jaarlijks gemaaid en afgevoerd worden. Door een dergelijke uitbreiding neemt het rietareaal toe van 185 ha naar 624 ha. De totale nutriëntenzuivering in het gebied neemt hiermee toe voor stikstof met 36 ton (15%). Voor fosfaat verandert de nutriëntenzuivering niet, omdat riet niet meer fosfaat zuivert dan griend en zachthoutooibos (figuur 3.11).

Naast een positief effect op waterzuivering, heeft deze maatregel een positief effect op de ecosysteemdienst biomassa-productie (voor energie of biobased). Dit komt omdat na uitvoeren van de maatregel er riet geoogst kan worden, bijvoorbeeld voor energie of biobased toepassingen, waar in de huidige ooibossen momenteel geen oogst plaatsvindt. Het effect op bestuiving is licht negatief vanwege de afname van het areaal griend, mits deze niet jaarlijks geoogst werd. Verwacht wordt dat er een licht negatief effect optreedt op fietsen, omdat bos een hoog gewaardeerde begroeiing is. In de huidige indicator is de variatie in landschap niet meegenomen.

2^e maatregel: maaien en afvoeren van de natuurlijke graslanden en slootvegetatie
De natuurlijke graslanden worden in het huidige beheer begraaud met runderen, schapen en paarden. Door de jaarrondbegrazing worden weinig tot geen nutriënten daadwerkelijk afgevoerd. Indien de begrazing wordt vervangen door maaien en afvoeren van het gras en slootvegetatie, worden de in de vegetatie vastgelegde nutriënten wel afgevoerd. Op jaarbasis blijft de potentiële afvoer van nutriënten gelijk, zowel voor stikstof als voor fosfaat (244 ton stikstof en 16.5 ton fosfaat, figuur 3.10). Het aandeel van natuurlijk grasland en slootvegetatie (70 ton stikstof= 29%, 1.9 ton =12%) wordt dan echter ook daadwerkelijk geoogst.

Naast een beperkte verhoging van het waterzuiverend vermogen levert het maaien en afvoeren van het natuurlijk grasland en slootvegetatie meer biomassa op, dat gebruikt kan worden voor energie of biobased toepassingen. In de huidige situatie met begrazing wordt deze biomassa feitelijk gebruikt als veevoer. Begrazing omzetten in maaien en afvoeren heeft een positief effect op bestuivers, mits niet te vaak of te vroeg wordt gemaaid. Daarnaast wordt een negatieve impact verwacht op recreatie door het verdwijnen van de grazers, waardoor de beleving van het gebied minder wordt.



Figuur 3.11 Zuiverend vermogen van vegetatie voor stikstof (links) en fosfaat (rechts) voor drie type maatregelen 1) huidig beheer, 2) omvorming griend en ooibos naar riet en 3) maaien en afvoeren natuurlijke graslanden.

(Overige bronnen: Lesschen et al., 2012; Huisman, 2005.)

3.4.5 Bestuiving

1^e maatregel: creëren habitat voor bestuivers door aanleg terpen

Uit de analyse van de ecosysteemdienst bestuiving blijkt dat de Noordwaard zeer weinig geschikte habitat voor wilde bestuivers biedt. Een kleine 3% van het gebied biedt matig geschikte habitats. Met name het overstromen van het gebied beperkt het areaal geschikte habitat. Creëren van geschikte habitats kan door bijvoorbeeld de aanleg van terpen die niet onderstromen. Deze hebben dan een positief effect op de ecosysteemdienst bestuiving, maar nauwelijks of geen effect op andere ecosysteemdiensten, behalve een positief effect op recreatie (wandelen en fietsen).

2^e maatregel: creëren van bloemrijke dijken

De huidige dijken bestaan vooral uit grasdijken. Door het beheer en maaibeheer aan te passen, kan de vegetatie worden veranderd in bloemrijk grasland. Een deel van de dijken ligt boven 2 m +NAP en zal in een gemiddeld jaar droog blijven staan en dus geschikte habitats voor bestuivers vormen. Als de dijken als bloemrijk grasland worden beheerd, zullen ze ook (aanzienlijk) meer voedsel kunnen bieden aan de bestuivers dan de huidige graslanden.

Naast toename van de ecosysteemdiensten bestuiving, zal er een afname zijn in de biomassaproductie doordat de productie van bloemrijkgrasland lager is dan van productiegasland. Ook de kwaliteit van de biomassa verandert door het mengsel van gras met kruiden. Voor energietoepassingen zal dat weinig problemen geven, maar voor biobased toepassingen zal het beperkingen van toepassingsmogelijkheden geven. Verder wordt een positief effect verwacht op recreatie (wandelen en fietsen). Voor de andere diensten wordt geen verandering verwacht.

3.4.6 Recreatie

1^e maatregel: vergroten diversiteit van het landschap door omzetting deel natuurlijk grasland in ooibos en rietlanden

De aantrekkelijkheid van het gebied kan worden vergroot door de variatie in het gebied te vergroten. Dit kan door een deel van het natuurlijk grasland, het vegetatietype met het grootste areaal in de Noordwaard, om te zetten in zachthoutooibos en rietland. Bos wordt hoog gewaardeerd als

landschapstype en ook rietland kan door de variatie en biodiversiteit positief zijn voor de beleving. Het zal dan naar verwachting ook positief uitpakken voor de beleving van het gebied. Randvoorwaarde is wel dat het wordt aangelegd op plekken waar de doorstroming niet wordt belemmerd, bijvoorbeeld langs de randen van landbouwpolders.

Omzetting van natuurlijk grasland naar oobos en rietlanden heeft een licht positief effect op biomassa voor energie en waterzuivering en een positief effect op koolstofvastlegging, maar een negatief effect op biomassa voor veevoer en op bestuiving.

2^e maatregel: aanleg meer fietspaden

Recreatie wordt behalve door de beleving van het gebied ook bepaald door de mogelijkheid om het gebied te beleven. De aanwezigheid van wandel- en fietspaden is derhalve belangrijk om ook daadwerkelijk in een gebied te kunnen recreëren. Als maatregel voor impact op ecosysteemdiensten is gekozen voor meer fietspaden om twee redenen. Er zijn in de Noordwaard meer fiets- dan wandelpaden. Wandelpaden voegen qua type recreatie dus wat toe aan de huidige situatie, maar wandelen geeft ook tevens meer verstoring voor de watervogels en de aanwezige grazers. Een andere reden is dat het in deze studie ook gaat om methodeontwikkeling. Het evalueren van fietsen als recreatievorm is ook waardevol bij opschaling naar andere gebieden.

Door meer fietspaden aan te leggen, neemt in principe de mogelijkheid om te kunnen recreëren toe. In de huidige analyse zijn er redelijk veel mogelijkheden voor fietsrecreatie in het gebied. Volgens de indeling van Goossen en Lankhorst (1999) zou ongeveer 45 km extra fietspad aangelegd moeten worden om een klasse in fietsmogelijkheden te stijgen, zodat er veel mogelijkheden voor fietsrecreatie zijn. Dat is een toename met ca. 75% van het aantal fietspaden, dus een positief effect op recreatie is niet mogelijk zonder een grote investering in het aantal fietspaden. De methode van Goossen en Lankhorst houdt echter geen rekening met maximale aantallen fietsrecreanten per ha in open gebieden. Van de aanleg van meer fietspaden worden weinig synergieën of trade-offs verwacht.

3.5 Opschalingsmogelijkheden

Een belangrijk punt bij opschaling naar andere gebieden is dat de datavoorziening op orde is en dat de indicatoren universeel toepasbaar zijn.

Om de gehanteerde methode op te schalen of te vertalen naar andere gebieden, is het gebruik van landelijk beschikbare bestanden belangrijk. De landgebruikskaart is een van de belangrijkste informatiebronnen bij het in beeld brengen van ecosysteemdiensten. Landelijke landgebruikskaarten hebben het voordeel dat ze universeel toepasbaar zijn voor heel Nederland. Echter, ze bevatten niet altijd de meest actuele situatie. Zo geven de bodemgebruikskaart van het CBS (CBS 2012) en de Landgebruikskaart Nederland (Hazeu et al. 2014) beide de situatie van 2012 weer. De Noordwaard is in 2015 opnieuw ingericht. Om de huidige ecosysteemdiensten te kunnen inschatten, is dus een actuele landgebruikskaart nodig die de huidige situatie goed weergeeft. Voor de Noordwaard is een gedetailleerde en actuele landgebruikskaart aanwezig die gemaakt is in het kader van de ontpoldering van het gebied. Deze kaart vormt een goede basis voor het bepalen van de ecosysteemdiensten. Echter, deze kaart wijkt qua indeling af van de landsdekkende landgebruikskaarten. Bij opschaling naar andere gebieden zal dus een vertaalslag gemaakt moeten worden vanuit de landgebruikskaart van de Noordwaard naar een landsdekkende landgebruikskaart (die voor elk gebied bruikbaar is) of naar een specifieke landgebruikskaart van het andere studiegebied (die alleen voor dat gebied bruikbaar is).

Voor opschaling is het van belang dat de te ontwikkelen indicatoren universeel toepasbaar zijn. Tegelijkertijd moeten ze zo specifiek mogelijk de situatie van het studiegebied juist weergeven. Het is zaak om een goede balans te vinden tussen indicatoren die vergelijk van gebieden mogelijk maken en tegelijkertijd specifieke gebiedskarakteristieken goed weergeven. Sommige indicatoren lenen zich beter voor uniforme toepassing dan andere, mede door beschikbaarheid van kennis en data uit onderzoek. Zo kan voor biomassa en koolstofvastlegging gebruikgemaakt worden van data die aan de landgebruikskaart kan worden gekoppeld.

Naast landelijke informatie is ook vaak gebied specifieke informatie relevant, maar niet altijd beschikbaar. Voor het ontwikkelen van indicatoren is voor de Noordwaard de nodige gebied-specifieke informatie aanwezig. Er zijn voor de inrichting van het gebied diverse onderzoeken uitgevoerd naar de effecten van de inrichting op de waterdoorstroming in het gebied en waterstanden in de rivier. Er is een gedetailleerde landgebruikskaart beschikbaar en er is informatie over bijvoorbeeld slibafzetting, hoogte van kades, overstromingsduur en -frequentie. Deze informatie maakt het mogelijk om specifieke indicatoren te ontwikkelen en arealen nauwkeurig te schatten. Bij opschaling naar andere gebieden zal een deel van deze informatie waarschijnlijk niet in deze mate van detail aanwezig zijn. Dat kan inhouden dat indicatoren globaler moeten worden berekend, de additioneel benodigde informatie apart berekend moet worden of dat aannames gedaan moeten worden. Het principe van de indicatoren is wel universeel toepasbaar.

In deze casestudie voor de Noordwaard is ingezoomd op ecosystemendiensten die relevant werden geacht voor het gebied. Als wordt opgeschaald naar andere gebieden, kunnen andere ecosystemendiensten meer relevant blijken te zijn. Om te kunnen opschalen naar alle gebieden, is het van belang om voor alle ecosystemendiensten indicatoren te ontwikkelen, zodat studies relevante gebiedsdekkende informatie zullen opleveren. Bij het in beeld brengen van natuurlijk kapitaal is het van belang om alle ecosystemendiensten in beeld te brengen. Pas dan kan bij verandering een goed totaalbeeld van effecten worden gevormd. Wel kan gewerkt worden met een stapsgewijze aanpak, waarbij in eerste instantie globaal gekeken wordt naar de omvang van voorkomende diensten en te verwachten veranderingen daarin. En vervolgens de relevantste diensten in meer detail uitwerken. Als de studie gericht is op uitwerken van planalternatieven, kan de studie zich eventueel beperken tot de diensten waarvan een (substantiële) verandering is te verwachten op basis van de gefaseerde aanpak zoals hiervoor beschreven.

De manier van opschaling hangt ook samen met de mate van opschaling: betreft het toepassing in andere gebieden of betreft het een opschaling van gebiedsniveau naar een regionaal of landelijk niveau? In geval van toepassing in andere gebieden is het schaalniveau en het daaraan gekoppelde detailniveau met bij behorende benodigde informatie vergelijkbaar. Met toetsing in andere gebieden van de voor de Noordwaard ontwikkelde aanpak kan nagegaan worden waar eventuele knelpunten in de vertaling zitten. Te verwachten knelpunten zijn de mogelijke relevantie van andere ecosystemendiensten in andere gebieden en de beschikbare informatie om de indicatoren te berekenen. Bij opschaling van gebieds- naar regionaal of landelijk niveau is een mogelijk knelpunt dat gebied-specifieke informatie niet landsdekkend aanwezig is.

Ook is het zinvol de opschaling naar landelijk niveau te toetsen aan de hand van de ontwikkelde methode om te zien in hoeverre de indicatoren op dat niveau toepasbaar zijn, gegeven de informatiebeschikbaarheid en de uitkomsten. Ook kan het zijn dat dan nog andere indicatoren meegenomen moeten worden, omdat deze verschillen tussen gebieden, zoals bodemtype en -gesteldheid.

Voor de datavoorziening zou het ideaal zijn als Rijkswaterstaat voor alle door haar beheerde gebieden een uniforme landgebruikskaart opstelt of een landelijke landgebruikskaart laat actualiseren. Er is een nieuwe versie van de landgebruikskaart van Nederland (LGN2018) beschikbaar. Ook is het de bedoeling dat die dan jaarlijks bijgewerkt gaat worden. Daarnaast is er het Basisbestand Natuur (en voor eerdere jaren de Basiskaart natuur). Dat laatste biedt het voordeel dat als naar een gebied gekeken wordt met een grotere begrenzing dan de RWS-terreinen alleen, een gebiedsdekkende studie kan worden uitgevoerd waarbij de relaties van de RWS-terreinen kunnen worden beschouwd ten opzichte van de omgeving. Daarnaast zou aan de hand van deze landelijke kaart een uniforme en brede set van ecosystemendiensten doorgerekend kunnen worden, waarbij zowel producerende, regulerende als culturele ecosystemendiensten worden meegenomen.

3.6 Prestatie-indicatoren voor natuurlijk kapitaal

Een van de vragen voor dit onderzoek was hoe de resultaten van de pilot gebruikt kunnen worden om te monitoren en te rapporteren. In een mogelijk vervolgtraject kan toegewerkt worden naar een instrument waarbij per ecosysteemdienst een uniforme set van prestatie-indicatoren opgesteld wordt voor ecosysteemdiensten die corresponderen met de strategische doelen van de organisatie. Deze indicatoren kunnen dan in meerdere gebieden toegepast worden, zodat gebieden ook onderling vergelijkbaar zijn in monitoring en rapportage. Hieronder is een aantal ideeën gepresenteerd en ook in hoofdstuk 4 worden suggesties gedaan voor mogelijke indicatoren.

- Met het in beeld brengen van de ecosysteemdiensten van verschillende gebieden kun je gebieden onderling vergelijken.
- Met het in beeld brengen van ecosysteemdiensten op gebiedsniveau kan naar een optimalisatie van ecosysteemdiensten voor dat gebied worden toegewerkt.
- Met het in beeld brengen van ecosysteemdiensten op landelijke schaal kan een totaalbeeld van de levering van diensten voor alle gebieden van RWS worden verkregen, op basis waarvan strategische keuzen gemaakt kunnen worden in welke mate op welke dienst(en) wordt ingezet en de ruimtelijke configuratie ervan.
- Vanuit strategische doelen van de organisatie kunnen prestatie-indicatoren worden ontwikkeld. Bijvoorbeeld als wordt gekozen om biomassa zo veel mogelijk in te zetten voor de biobased economy met behoud van andere diensten, kunnen de potentie en de ontwikkeling in het gebruik van biomassa in beeld gebracht worden, tegelijk met de ontwikkeling van een aantal andere relevante diensten. Hierdoor kan een soort graadmeter worden ontwikkeld die op meerdere punten de prestatie in beeld brengt. Het ontwikkelen van prestatie-indicatoren die slechts één dienst afzonderlijk meten, heeft het gevaar in zich dat het lijkt alsof een ontwikkeling goed gaat, maar dat juist andere diensten in de knel komen. Dat gevaar bestaat vooral bij het streven naar een vergroting van productiediensten, wat tot afname van regulerende en/of culturele diensten kan leiden. Het in beeld brengen van meerdere diensten, gespreid over de verschillende categorieën diensten, voorkomt dit.
- Naast prestatie-indicatoren kan voor monitoring gedacht worden aan het opstellen van een overzicht dat de effecten van maatregelen op ecosysteemdiensten weergeeft. Dit zijn zowel maatregelen rond het aanpassen van het areaal landgebruikstypen als maatregelen rond het beheer van de landgebruikstypen. Zo'n overzicht kan helpen bij het maken van keuzen in projecten om vooraf te sturen op de effecten op ecosysteemdiensten. Hierbij kan de trade-off-tabel met synergie en trade-offs die binnen dit project is opgesteld (bijlage 2) behulpzaam zijn.
- Een zinvolle prestatie-indicator voor natuurlijk kapitaal kan zijn het opzetten van een graadmeter voor de verschillende ecosysteemdiensten. Of het voor zo'n indicator of graadmeter noodzakelijk is om alle ecosysteemdiensten mee te nemen, kan op basis van deze studie niet gezegd worden. De graadmeter kan verandering van de ecosysteemdiensten zelf in beeld brengen of de bijdrage van de ecosysteemdienst aan verduurzaming van een gebied of keten, bijv. het percentage land waarvan de biomassa wordt geoogst voor biobased toepassingen; of het areaal natuur dat bijdraagt aan waterveiligheid of waterkwaliteit. Het in slechts één of enkele indicatoren uitdrukken van natuurlijk kapitaal heeft het risico in zich dat daarmee een incompleet beeld wordt weergegeven. Hierdoor kan ten onrechte de indruk worden gewekt dat het goed dan wel niet goed gaat met de ontwikkeling van ecosysteemdiensten of natuurwaarden.
- Er is verschil tussen (potentieel) aanbod van ecosysteemdiensten en (potentiële) vraag naar ecosysteemdiensten. Bij monitoring kan ook gekeken worden in hoeverre ecosysteemdiensten ook werkelijk worden benut (komen aanbod en vraag overeen?) Dat is mogelijk als vraag en aanbod op dezelfde schaal bekeken worden en binnen hetzelfde gebied liggen, anders wordt dat lastig.
- Monitoring kan ingevuld worden als het vergelijken hoe RWS presteert ten opzichte van het landelijk gemiddelde of ten opzichte van andere beheerders. Een mogelijkheid hiervoor is om een combinatie van de hier ontwikkelde aanpak en het Model Natuurlijk Kapitaal te gebruiken dat door WOT-WENR wordt ontwikkeld.

4 Discussie en conclusies

4.1 Algemeen

De gebruikte methode is geschikt om het aanbod van verschillende ecosystemendiensten en de effecten van maatregelen in beeld te brengen. Om de methode verder te ontwikkelen naar een volwaardig en gestandaardiseerd instrumentarium, is er een aantal aandachtspunten.

- We hebben vooral gefocust op potentieel aanbod van ecosystemendiensten, dus niet of de dienst daadwerkelijk geleverd wordt en of er vraag naar is binnen of buiten het gebied.
- Er is een selectie van ecosystemendiensten aangedragen die relevant is voor het gebied. Er is dus (nog) geen compleet beeld en de geselecteerde ecosystemendiensten zijn wellicht niet de relevantste voor andere gebieden.
- Binnen het project is gezocht naar balans tussen optimaal in beeld brengen van ecosystemendiensten voor de Noordwaard en de vertaalbaarheid naar andere gebieden (zie ook punten bij opschaling) door landelijke bestanden en kentallen gebruiken waar mogelijk en door specifieke bestanden en kentallen te gebruiken waar deze niet toereikend waren.
- Overzicht en /ontsluiting beschikbaarheid data bij RWS, zowel algemene als projectdata.
- Specifiek voor uiterwaarden als de Noordwaard is het lastig om één uitgangssituatie te kiezen omdat delen van het gebied met verschillende frequentie onder water kunnen komen te staan.
- Naast het type landgebruik is vooral het beheer van bepaalde typen belangrijk voor de levering van ecosystemendiensten. Zo is bij natuurlijk grasland belangrijk of deze gehooïd of begraasd worden, en het gras wel of niet afgevoerd.
- Voor de verdere ontwikkeling van een instrumentarium dat goed opschaalbaar is, kan een analyse van andere studies die ecosystemendiensten in beeld gebracht hebben en van gebruikte indicatoren behulpzaam zijn.

In de volgende paragrafen zijn we dieper ingegaan op doelstellingen van dit onderzoek, te weten de huidige stand van zaken van ecosystemendiensten in de Noordwaard (4.2), handelingsopties, trade-offs en synergie (4.3), representativiteit riviereengebied (4.4) en monitoring en rapportage (4.5).

4.2 Stand van zaken ecosystemendiensten

De vooraf geselecteerde ecosystemendiensten van de Noordwaard zijn met de ontwikkelde methode goed in beeld te brengen via de fysieke mogelijkheden die het gebied heeft om ecosystemendiensten te leveren (aanbod). Deze fysieke analyse vormt een goede basis om binnen Rijkswaterstaat de discussie te voeren over doelen voor natuurlijk kapitaal in de Noordwaard en om stakeholders te betrekken bij de verdere ontwikkeling van het gebied en om consequenties van bepaalde keuzes te kunnen overzien. Hiervoor is wellicht nog een verdere ontwikkeling van het instrumentarium nodig, zodat ook de vraag in beeld wordt gebracht en naast de potentiële, ook de actuele vraag en aanbod in beeld worden gebracht.

De resultaten van de berekende ecosystemendiensten laten zien dat:

- Hernieuwbare energie: het potentiële aanbod van biomassa in het gebied dat beschikbaar is voor energie is geschat op 278 TJ, dit is voldoende voor de huishoudelijke energiebehoefte van ruim 4250 huishoudens. Vooral natuurlijk grasland draagt bij aan deze biomassa. Ook zou deze stroom kunnen worden ingezet voor lokale toepassingen, zoals het verwarmen van stallen of het produceren van brandstof voor tractoren, vrachtwagens en machines.
- Biomassa: het potentiële aanbod van biomassa is berekend op 15,1 kton droge stof (ds) per jaar, ofwel gemiddeld ca. 5,6 ton ds per ha per jaar. Landelijk ligt het niveau op ca. 9 ton ds per ha per

jaar. Het lagere getal voor de Noordwaard komt deels doordat voor de natuurtypen een conservatieve schatting is aangehouden en deze typen een groot areaal beslaan.

- Veevoer: het potentiële aanbod van biomassa met een veevoer toepassing is berekend op 12,5 kton, ofwel ruim 82% van de totale biomassa productie. Ruim 9,5 kton van deze hoeveelheid bestaat uit gras. Uitgaande van het feit dat een melkkoe ongeveer 60 kg gras eet per dag, kunnen met de hoeveelheid gras jaarlijks ca. 158 koeien worden gevoerd (naast andere voerbehoefden zoals krachtvoer).
- Koolstofvastlegging: de koolstofvoorraad in het gebied is ca. 429 kton. De graslanden – vooral in het doorstroomgebied – en de ooibossen dragen veel (65%) bij aan de vastgelegde voorraadkoolstof.
- Waterzuivering: berekend is dat het gebied in potentie jaarlijks ca. 21 ton slib kan invangen. Hiermee verbetert de kwaliteit van het water (doorzicht en nutriëntengehalte). Verder is berekend dat in potentie jaarlijks ruim 163 ton stikstof en 6 ton fosfaat kunnen worden verwijderd door de vegetatie. Het beheer zou dan wel meer gericht moeten zijn op afvoer van de vegetatie, wat nu voor veel vegetatietypen niet het geval is, waardoor nutriënten in het gebied blijven.
- Natuurlijke bestuiving: het gebied draagt nog weinig bij aan natuurlijke bestuiving, omdat het huidige beheer niet veel bloemrijk leefgebied oplevert voor bestuivers. Ook overstroomt een groot deel van het gebied met enige regelmaat, zodat er in die periode voor bestuivers geen voedsel en nestgelegenheid te vinden is.
- Recreatie: wat betreft recreatie (fietsen) is het gebied nog beperkt ontsloten, maar het is dan ook een erg open gebied. Een kleine 40% van het gebied heeft weinig fietsmogelijkheden. Wat betreft beleving, dragen vooral het grote areaal natuurlijk grasland in het doorstroomgebied en riet, griend en zachthoutooibos bij aan de belevingswaarde van het gebied.

Samenvattend levert het gebied (vooral natuurlijk grasland) een goede potentiële bijdrage aan biomassa voor energie, en in mindere mate ook aan biomassa voor veevoer. Natuurlijk graslanden dragen samen met de ooibossen ook een belangrijke bijdrage aan de voorraad boven- en ondergronds opgeslagen koolstof. De potentiële bijdrage aan waterzuivering is relatief laag in het gebied, omdat alleen laagste delen veel slib invangen en het slib niet wordt weggebaggerd, en omdat natuurlijke vegetaties niet worden gemaaid of gekapt. Hierdoor worden nutriënten niet afgevoerd. Het huidige potentiële aanbod voor natuurlijke bestuiving is laag, omdat er nauwelijks bloemrijk leefgebied is en een groot deel van potentieel leefgebied tijdelijk onder water staat. Wat betreft recreatie is het potentiële aanbod voor fietsen relatief hoog qua beleving, maar het gebied is beperkt ontsloten. Op het schaalniveau van deze studie lijken deze maatregelen verenigbaar met de waterveiligheidsopgave van het gebied, maar de doorstromingsfunctie is niet expliciet meegenomen als randvoorwaarde in deze analyse. De effecten van de getoetste maatregelen zijn nu nog kwalitatief en niet kwantitatief. Ook zijn ze nog niet ruimtelijk expliciet gemaakt in deze studie.

De in deze studie geanalyseerde ecosysteemdiensten zijn geselecteerd in een workshop met experts, grotendeels vanuit RWS. De betekenis van de ecosysteemdiensten voor lokale actoren is in dit project niet getoetst. Hierdoor is niet bekend of de gekozen indicatoren aansluiten bij de voorkeuren van de actoren en waar voor het gebied voorkeuren liggen voor te stimuleren ecosysteemdiensten en welke daarvan kansrijk zijn in gebieden die niet van RWS zijn. De ecosysteemdiensten zijn afzonderlijk doorgerekend. Er is dus bepaald wat de inrichting van het gebied oplevert voor die specifieke dienst. Bij gebruik van biomassa voor energie kun je die biomassa echter niet tegelijk gebruiken voor veevoer. Bij het doorrekenen van maatregelen is wel expliciet gekeken wat deze maatregelen voor effect hebben op andere ecosysteemdiensten. Of de maatregelen inderdaad zijn in te passen in het gebied dient dus nog getoetst te worden in samenwerking met lokale actoren; de vraag is of die stap onderdeel moet gaan uitmaken van het te ontwikkelen instrumentarium.

4.3 Handelingsopties, trade-offs en synergie

Het evalueren van de effecten van maatregelen op de verandering van ecosysteemdiensten geeft inzicht in de orde van grootte van veranderingen in die diensten en in de effecten op andere diensten. Hiermee wordt snel inzicht verkregen in de effecten van maatregelen van de te stimuleren dienst zelf, maar ook in synergieën en trade-offs met andere diensten. Dit helpt bij het snel beoordelen van effecten van mogelijke maatregelen of het kunnen doorrekenen van toekomstige scenario's. Om

inzicht te krijgen in de omvang van de effecten of het doorrekenen van scenario's is een kwantificering van synergieën en trade-offs nodig.

Uit doorrekening van de maatregelen kan het volgende worden geconcludeerd:

- Biomassa voor hernieuwbare energie: de hoeveelheid biomassa voor hernieuwbare energie kan worden gestimuleerd door het verbouwen van energiegewassen op de landbouwgronden (bijvoorbeeld suikerbieten, beheeroptie) of door het omvormen van de rietlanden, grienden en oobossen naar griend met een productiedoelstelling (areaaloptie). In beide gevallen neemt de energie-inhoud van de biomassaproductie toe, in geval van de beheeroptie met ca. 50 TJ per jaar (+21%) en in geval van de areaaloptie met ca. 80 TJ per jaar (+30%). Bij de beheeroptie is er synergie met biomassa gewasresten, maar vindt trade-off plaats met biomassa veevoer, recreatie en koolstofvoorraad. Bij de areaaloptie is er synergie met biomassa griend en waterzuivering, maar een trade-off met recreatie, bestuiving en koolstofvoorraad.
- Biomassa: stimulering van biomassa kan door bijvoorbeeld de natuurlijke graslanden om te vormen naar productiegaslanden (areaal optie). De hoeveelheid geproduceerd gras zal voor dat gebied ongeveer verdubbelen. Gras heeft een goede potentie voor meerdere toepassingen, veevoer, energie en/of biobased toepassingen. Deze areaal optie heeft echter een trade-off met recreatie, koolstofvoorraad en bestuiving. Stoppen met begrazing in het gebied en het maaien en afvoeren van het gras in de natuurlijke graslanden (beheeroptie) heeft synergie met waterzuivering en bestuiving en een trade-off met recreatie.
- Koolstofvastlegging: vergroten van de koolstofvoorraad in het gebied zou kunnen door het oppervlak grasland te vergroten ten koste van het akkerland (areaaloptie). Hierdoor wordt de koolstofvoorraad met ca. 30 kton C vergroot (+7%). Omzetten van de grienden en rietlanden naar oobos zou een toename van 23 kton C betekenen, een toename van ca. 5%. In de IPCC-berekeningen wordt ervan uitgegaan dat bij omzetting van akkerland naar grasland de koolstofopbouw ca. 20 jaar vergt. Van beide opties is er synergie met recreatie door een groter areaal gras en oobos. De areaaloptie heeft synergie met biomassa gras (veevoer) en recreatie en een trade-off met biomassa gewasresten. De beheeroptie heeft ook synergie met recreatie, maar een trade-off met biomassa van energie en gras(veevoer), biomassa riet, waterzuivering en bestuiving.
- Waterzuivering: door het oobos en griend te vervangen door riet (met maaien en afvoeren van het riet) wordt de waterzuiverende capaciteit vergroot (areaaloptie). Met meer rietland zal er jaarlijks ca. 36 ton meer stikstof worden gezuiverd (+15%), terwijl de fosfaatzuivering gelijk blijft. Maaien en afvoeren van het gras in de natuurlijke graslanden en de vegetatie in de waterlopen (beheeroptie) zal een positief effect hebben op de waterkwaliteit door afvoer van ca. 64 ton stikstof (+26%) en 1,5 ton fosfaat (+9%). Vergroten van het rietareaal geeft synergie met biomassa riet, biomassa voor hernieuwbare energie, maar een trade-off met recreatie en bestuiving. De beheeroptie van maaien en afvoeren van gras van de natuurlijke graslanden heeft synergie met biomassa voor hernieuwbare energie en biomassa gras en bestuiving, en een trade-off met recreatie en koolstofvoorraad.
- Natuurlijke bestuiving: bestuiving in de Noordwaard kan worden gestimuleerd door meer geschikte habitats te creëren wat niet overstroomt, bijvoorbeeld door aanleg van terpen met bloemrijk grasland (areaaloptie). Dit geeft synergie met recreatie, omdat beleving van het landschap wordt vergroot. De overige diensten worden weinig tot niet beïnvloed. Een andere optie is aanpassing van het beheer van de dijken, zodat de huidige grasdijken veranderen in bloemrijke dijken (beheeroptie). De dijken liggen deels boven inundatieniveau en bieden dus geschikte habitats. Ook hiervan wordt synergie verwacht met recreatie, maar sterker dan met de terpenoptie, omdat recreanten deels over de dijken fietsen en de bloemrijke bermen meer kunnen beleven. Hier wordt wel een trade-off met biomassa gras verwacht.
- Recreatie: verwacht wordt dat vergroten van het aantal fietspaden (beheeroptie) niet meer recreatiemogelijkheden zal opleveren. Er wordt verder ook geen synergie of trade-off verwacht van meer fietspaden met andere ecosysteemdiensten. Vergroten van de diversiteit van het landschap door omvorming van natuurlijk grasland naar riet en oobos (areaaloptie) vergroot de belevingswaarde en zal daardoor stimulerend werken op recreatie. Er wordt synergie verwacht met waterzuivering, koolstofvastlegging en biomassa riet. Een trade-off is er met veevoerproductie (biomassa productie in de vorm van gras) en bestuiving.

In tabel 4.1 is een samenvatting van synergieën en trade-offs gemaakt voor die ecosysteemdiensten waar ook maatregelen voor zijn doorgerekend. De totaalscore is berekend als de som van de plussen en minnen, waarbij een positief of negatief effect als twee plussen resp. minnen telt. Kijkend naar het aantal synergieën en trade-offs levert het stimuleren van koolstofvastlegging door het omzetten van akkerland naar productiegras de beste balans op (+4). Het stimuleren van koolstofvastlegging door riet, griend en een deel van natuurlijk grasland te laten ontwikkelen naar ooibos levert juist de minst goede balans op (-2). De precieze balans hangt echter sterk af van de gebruikte rekenmethode. Ook zijn de effecten van deze maatregelen op doorstroming niet meegenomen in de analyse. Wat de duurzaamste oplossing is, kunnen we ook (nog) niet aangeven, aangezien duurzaamheid nog gedefinieerd moet worden. Wel wordt duidelijk uit deze analyse dat er weinig opties zijn met alleen win-win: er zijn vaak ecosysteemdiensten die negatief scoren als een andere dienst wordt bevorderd. Het is dus belangrijk om ecosysteemdiensten te prioriteren.

Tabel 4.1 Synergie en trade-off van maatregelen.

	Type maatregel	Biomassa energie	Biomassa gras (veevoer)	Koolstof-vastlegging	Water-zuivering nutriënten	Bestuiving	Recreatie fietsen	Totaal-score
Biomassa energie	areaal	++	=	-	+	-	-	0
	beheer	++	-	-	=	=	-	-1
Biomassa veevoer	areaal	=	++	-	=	-	-	-1
	beheer	=	++	=	+	+	-	+3
Koolstof-vastlegging	areaal	=	++	+	=	=	+	+4
	beheer	-	-	+	-	-	+	-2
Waterzuivering	areaal	++	=	=	++	-	-	+2
	beheer	+	+	-	+	+	-	+2
Bestuiving	areaal	=	=	=	=	+	+	+2
	beheer	-	-	=	=	++	++	+2
Recreatie fietsen	areaal	+	-	+	+	-	+	+1
	beheer	=	=	=	=	=	=	0

- effect is negatief
- effect is licht negatief
- = geen effect
- + effect is licht positief
- ++ effect is positief

4.4 Representativiteit rivierengebied

Beschikbare data en kentallen

Databeschikbaarheid is een belangrijke randvoorwaarde om ecosysteemdiensten goed in beeld te brengen. Landelijke bestanden, statistieken en wetenschappelijke literatuur maken de uitkomsten minder toepasbaar voor een specifiek gebied. Tegelijkertijd vergroot gebruik van landelijke data de mogelijkheid voor opschaling naar andere gebieden of voor het hele rivierengebied vanwege de uniformiteit van de data en de te berekenen indicatoren.

Voor de Noordwaard-polder is bij het berekenen van de ecosysteemdiensten gebruikgemaakt van gebied specifieke data, m.n. de landgebruikskaart. In het geval van bestuiving is een landelijke aanpak specifiek gemaakt voor het gebied, omdat er geen bestuivingsafhankelijke landbouwgewassen in het gebied voorkwamen na de ontpoldering. Gevolg van gebruik van deze gebied-specifieke data is dat voor toepassing in andere gebieden deze data vertaald moeten worden naar de data van de te onderzoeken gebieden. Hiervoor zijn mogelijk aanvullende informatie en berekeningen nodig voordat het kan worden toegepast. Een mogelijk alternatief is om alsnog over te stappen naar landelijke bestanden, mits die voldoende informatie geven. Hierbij dient ook nog besloten te worden hoe om te gaan met de dynamiek in het rivierengebied: delen van de Noordwaard-polder en uiterwaarden staan een deel van het jaar onder water. Dit heeft zijn weerslag op het leveren van diensten (bijvoorbeeld bestuiving). Daarom verandert de landgebruikskaart door het jaar heen.

Om het natuurlijk kapitaal voor alle gebieden consistent en vergelijkbaar in beeld te brengen, zou gewerkt kunnen worden aan het opzetten van een complete en actuele dataset met een uniforme legenda voor alle gebieden van Rijkswaterstaat. Daarbij moeten belangrijke randvoorwaarden als waterveiligheid (doorstroming) meegenomen worden in de analyse. Ook moeten de nu gekozen indicatoren nog eens kritisch worden bekeken:

- Zo is nu voor koolstofvastlegging de bestaande brutovoorraad in de bodem meegenomen. De nettovoorraad houdt rekening met de koolstof die weer vrijkomt door oogst, maaien of kappen. Ook geeft de koolstofvoorraad geen informatie over hoeveel koolstof het betreffende landgebruikstype per jaar per ha vastlegt. Berekeningen van het IPCC gaan ervan uit dat de nettotoename of -afname van omzetting van akker naar grasland of bos of vice versa twintig jaar aanhoudt voordat er een nieuw evenwicht ontstaat. Slib-invang kan de bestaande koolstofvoorraden verhogen, daar is nu geen rekening mee gehouden.
- Bij het verbranden van biomassa van graan, waterplanten en in mindere mate gewasresten die eiwit bevatten kan dat hoge NH₃- en NO_x-emissies opleveren. Eiwitrijke biomassa kan vanuit duurzaamheidsoogpunt beter gebruikt worden voor veevoer dan voor energie.
- Bij biomassa voor veevoer is het eiwit- en mineralengehalte belangrijk voor de voederwaarde (voor melkvee) en dus de toepassing en waarde van de biomassa als veevoer. In deze studie is hiermee geen rekening gehouden voor de verschillende typen biomassa.
- Bij de berekening van de potentiële waterzuivering is rekening gehouden met afvoer van nutriënten; deze zuivering treedt echter alleen op als de vegetatie (met nutriënten) ook daadwerkelijk wordt afgevoerd (actuele waterzuivering).
- Bij het berekenen van het aanbod van recreatie is het de vraag of de mate van ontsluiting gezien moet worden als onderdeel van het potentiële aanbod van recreatie of als onderdeel van het actuele aanbod (mondellinge mededelingen E. Arets). In onze visie is de ontsluiting (aanwezigheid fietspaden) onderdeel van het actuele aanbod van recreatie.

Het ontwikkelen van een methode om ecosysteemdiensten in beeld te brengen aan de hand van een concreet gebied heeft zowel voor- als nadelen. Het werkt enerzijds verhelderend, omdat er een concreet beeld gevormd kan worden van gevolgen van keuzen en aanpak voor het resultaat. Aan de andere kant kan het lastig zijn ingeval een ecosysteemdienst voor een gebied weinig relevant is zoals hier hernieuwbare energie, omdat voor de Noordwaard de keuze is gemaakt geen (grootschalige) wind- of zonne-energie op te wekken en de energietoepassing van biomassa ter discussie staat en als niet relevant voor het gebied wordt gezien. Het niet meenemen van dergelijke, minder relevante diensten in een pilot beperkt de (ervaring met) opschaling naar landelijk niveau. Daarom zijn deze diensten wel meegenomen in dit onderzoek.

Voor de Noordwaard zijn geen actuele en/of gemeten gegevens beschikbaar voor de ecosysteemdiensten. Daarom is gebruikgemaakt van kentallen. De kentallen geven een goede schatting van het gemiddelde, maar wijken tevens af van de werkelijke actuele omvang van de diensten. Hoe groot die afwijking is, is niet aan te geven. Een meer nauwkeurige schatting vergt óf veldmetingen, of een andere aanpak van het berekenen van de ecosysteemdiensten. Dit laatste kan door bijvoorbeeld gebruik van computermodellen, wat over het algemeen meer data vraagt dan de eenvoudige rekenregels. Het kan ook met responsfuncties waarbij simpele relaties tussen drukfactoren en ecosysteemdiensten worden gebruikt om de actuele omvang van de dienst te bepalen. De vraag of meer nauwkeurig voorspellen nodig is, hangt samen met het doel waarom ecosysteemdiensten in

beeld worden gebracht. Is het doel bewustwording, dan kan worden volstaan met het globaal in beeld brengen. Bij het ontwikkelen van planalternatieven kan bij de eerste verkennende fasen ook met een globale berekening worden volstaan. Bij het monitoren van de ontwikkeling van natuurlijk kapitaal kan het zinvol zijn om in de berekening het effect van drukfactoren mee te nemen. Enerzijds omdat met meenemen van drukfactoren het actuele aanbod van ecosysteemdiensten geschat kan worden, anderzijds omdat dan het effect van maatregelen op ecosysteemdiensten via beïnvloeding van de drukfactoren ook ingeschat kan worden.

4.5 Monitoring en rapportage

Afhankelijk van de vraag kunnen prestatie-indicatoren voor natuurlijk kapitaal op verschillende manieren worden vormgegeven. Het is wel van belang om een uniforme methodiek en indicatoren en rekenregels te kiezen die in het hele riviereengebied toegepast kunnen worden om de uniformiteit en vergelijkbaarheid te waarborgen. Door de indicatoren op meerdere momenten door te rekenen op basis van veranderd landgebruik, kan een monitoring in de tijd worden gerealiseerd en kan bijgedragen worden aan een herhaaldelijke rapportage van natuurlijk kapitaal in terreinen van RWS. Het verdient aanbeveling om na te gaan in hoeverre het verder ontwikkelen van de gehanteerde methodiek in dit project aansluit op de binnen de Business Unit Natuurlijk Kapitaal (BUNK) ontwikkelde PIN's en eventueel nader te ontwikkelen indicator voor natuurlijk kapitaal.

Een belangrijk aandachtspunt bij herhaaldelijke monitoring in de tijd is om gebruik te maken van de laatste inzichten, data en kengetallen. De te gebruiken indicatoren moeten steeds een update ondergaan. Dit vereist het nodige onderhoud aan het verder te ontwikkelen instrumentarium.

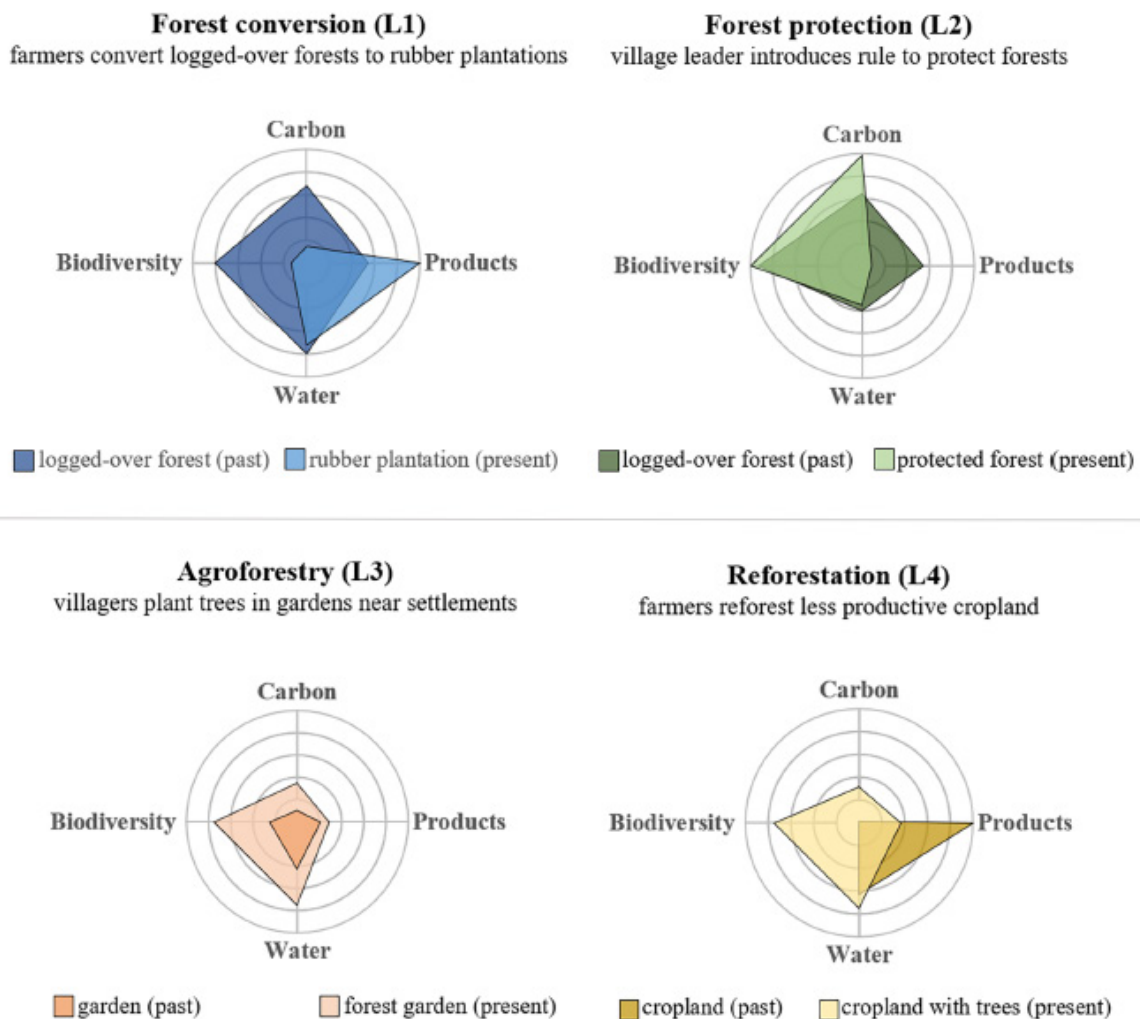
Het ontwikkelen van losse prestatie-indicatoren voor een ecosysteemdienst geeft een goed inzicht in de ontwikkeling van specifieke diensten, maar heeft het gevaar in zich dat gestreefd wordt naar maximalisatie van een dienst, wat ten koste kan gaan van andere diensten zonder dat daar zicht op is. Het is daarom aan te bevelen om, in het geval individuele prestatie-indicatoren toch gewenst zijn, daarnaast (globaal) te monitoren hoe andere diensten zich ontwikkelen.

Een mogelijkheid om het geheel van ecosysteemdiensten te monitoren, is het formuleren van meer generieke indicatoren, zoals het aantal terreinen waar een bepaalde hoeveelheid of percentage ecosysteemdienst wordt geleverd. Om de balans weer te geven tussen de verschillende diensten, zou de prestatie-indicator van meerdere diensten geaggregeerd kunnen worden naar verschillende categorieën van ecosysteemdiensten (productie, regulerende en culturele diensten). Zo kan er een graadmeter (dashboard, spindiagram) worden ontwikkeld die de verandering van het aanbod van ecosysteemdiensten in de tijd weergeeft. In figuur 4.1 en figuur 4.2 zijn voorbeelden weergegeven hoe het te monitoren natuurlijk kapitaal aan doelen en thema's gekoppeld kan worden en gevisualiseerd kan worden. Om een goed beeld te geven, zou zo'n graadmeter alle individuele geselecteerde ecosysteemdiensten moeten bevatten. Immers, toename van een ecosysteemdienst kan ten koste gaan van een andere. Een dergelijke graadmeter kan per terrein worden opgesteld, maar ook voor het totaal van alle gebieden. Het is dus ook essentieel dat alle ecosysteemdiensten die relevant gevonden worden voor alle RWS-gebieden, ook opgenomen worden in het instrumentarium. Ook zou nog bekeken kunnen worden in hoeverre een dergelijke graadmeter inzicht geeft in de verduurzaming van een gebied of keten. Daarvoor ontbreekt nog een toetsbare definitie van duurzaamheid en/of verduurzaming. Gekozen diensten en indicatoren zouden daarbij aan kunnen sluiten. Ook is het raadzaam om na te gaan in hoeverre er consensus bestaat bij belanghebbenden over gekozen diensten en indicatoren.

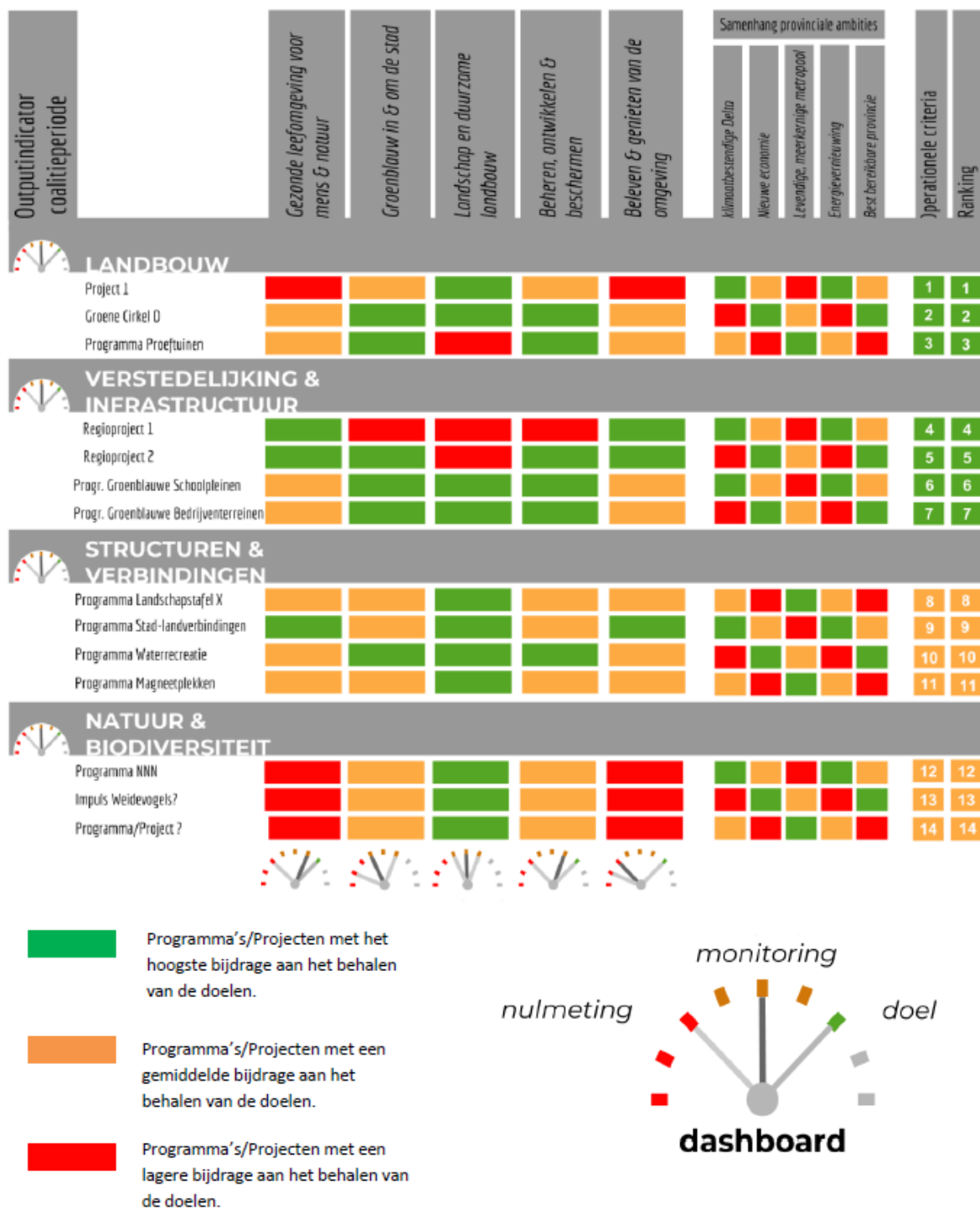
Ook is het de vraag in welk tijdsbestek de monitoring wordt herhaald, op welk schaalniveau uitspraken worden gedaan en in hoeverre maatwerk mogelijk is. Zo is de vraag of de huidige boven- en ondergrondse voorraad koolstof de beste indicator is om koolstofvastlegging te monitoren. Deze verandert per jaar wellicht niet zoveel bij ander beheer, alleen bij areaalverandering. Koolstofvastlegging per jaar is wellicht weer relevanter als je naar beheer kijkt. Bij recreatie is voor beleving wel de waarde van individuele landgebruikstypen meegenomen, maar (nog) niet de mate van afwisseling in het hele gebied en het maximaal aantal fietsers in een open gebied, terwijl dit wel

belangrijke aspecten zijn voor fietsers. Daarnaast kan in een ander gebied wandelen of waterrecreatie belangrijker zijn. Het te ontwikkelen instrumentarium zou voor een ecosysteemdienst (in dit geval recreatie) in verschillende gebieden verschillende indicatoren kunnen hanteren (fietsen, wandelen of varen).

De in dit onderzoek ontwikkelde aanpak biedt een goede basis voor verdere ontwikkeling van een instrumentarium waarmee natuurlijk kapitaal in beeld gebracht kan worden. Bij de ontwikkeling van een dergelijk instrument is het van belang om het doel daarvan goed op het netvlies te hebben. Een instrument dat bedoeld is voor monitoring vraagt om een andere aanpak en opzet dan een instrument voor het doorrekenen van plannen op gebiedsniveau, of een instrument dat landelijke scenario's kan optimaliseren. Daar moeten dus keuzes gemaakt en prioriteiten gesteld worden. Een bijzondere opgave bij dit instrumentarium is het incorporeren van de randvoorwaarden die voor de gebieden van Rijkswaterstaat gelden op gebied van met name waterveiligheid en waterkwaliteit.



Figuur 4.1 Voorbeeld van een spindigram, waarin de effecten van vier verschillende typen bosbeheer op vier ecosysteemdiensten zijn weergegeven (uit: Fedele et al., 2018).



Figuur 4.2 Voorbeeld van een dashboard, waarin effecten van verschillende programma's op vier beleidsdoelen zijn weergegeven (uit: Provincie Zuid-Holland, 2019).

Literatuur

- ANWB. Fietsknooppunten gemeente Werkendam.
<https://www.anwb.nl/fietsen/fietsknooppuntenplanner>
- Atlas Natuurlijk Kapitaal <https://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/home>
- Boosten, M., P. Jansen (2010). Flevo-energiehout. Resultaten van groei- en opbrengstmetingen in biodiversiteitsmetingen 2006-2008. Probos, Wageningen.
- Buren, van E. (2017). Noordwaards naar meer participatie. Afstudeeronderzoek naar stakeholderwaardering en kansen voor de Noordwaard. Hogeschool InHolland, Delft.
- CBS 2012 bodemgebruikskaart <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/nederland-regionaal/geografische%20data/natuur%20en%20milieu/bestand-bodemgebruik>
- CBS statline <http://statline.cbs.nl/statweb/>
- Centrum hout (z.j.) Nieuwe Houtvademecum. <https://houtinfo.nl>. laatst geraadpleegd op 24/9/2019
- Damoiseaux, J.H., G.A. Vos, G.G.L.12Steur, W. Heijink, H. de Bakker, O.H. Boersma, en C. Hamming (1987). Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50.000. Toelichting bij blad 44 West, Oosterhout. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.
- Fedele G, Locatelli B, Djoudi H, Colloff MJ (2018) Reducing risks by transforming landscapes: Cross-scale effects of land-use changes on ecosystem services. PLoS ONE 13(4): e0195895. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195895>
- Goossen, Martin en Fransje Langers (1999). Indicator Recreatie MKGR. Wageningen Alterra, Intern rapport.
- Handboek Bodem en bemesting (z.j.) www.handboekbodemenbemesting.nl Kengetallen organische stof. Laatst geraadpleegd 11/10/2019
- Hazeu, G.W., C. Schuiling, G.J. Dorland, G.J. Roerink, H.S.D. Naeff, R.A. Smidt (2014). Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland versie 7 (LGN7). Vervaardiging, nauwkeurigheid en gebruik. Alterra-rapport 2548, Wageningen.
- Hendriks, C.M.A, E. Lambrecht, G.J. Nabuurs, X. Gellynck, H. Welck (2016). Publishable version of Compendium on research results on agriculture and forest-biomass side-streams. Publication of H2020 AGRIFORVALOR project grant agreement 696394.
- Hendriks, K., L. Braat, C. Deerenberg, P. van Egmond, A. Gaaff, M. van der Heide, R. Jongbloed, C. Klok, H. Leneman, D. Melman, A. Ruijs, J. Tamis (2014). TEEB voor gebieden. Alterra-rapport 2489, Wageningen UR, Wageningen.
- Hoogduin, L., E. Wijma, S. Stuij (2015). Monitoringsplan Noordwaard. Rapport Royal HaskoningDHV, Amersfoort.
- Huisman, B.J.A. 2005. Doorstroommogelijkheden. Hoofdrapport. TU Delft, Bureau Benedenrivieren, Rijksinstituut voor Zoetwaterbeheer en Afvalwaterzuivering.
- Kerckvoorde, van A., van Reeth. W. (2014). Hoofdstuk 14 - Ecosysteemdienst productie van energiegewassen. In: Stevens, M. et al. (eds.) Natuurrapport – Toestand en trend van ecosysteemdiensten in Vlaanderen. Technisch rapport. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INVO.M.2014.1988582, Brussel.
- Knegt, de B. (ed.) (2014). Graadmeter diensten van natuur; vraag, aanbod, gebruik en trend van goederen en diensten uit ecosystemen in Nederland. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-technical report 13.
- Koppejan, J., W. Elbersen, M. Meeusen, P. Bindraban (2009). Beschikbaarheid van Nederlandse biomassa voor elektriciteit en warmte in 2020. Rapportage Procédé Biomass B.V. in opdracht van SenterNovem.
- Krijgsveld, K.L., R.R. Smits, J. van de Winden (2008). Verstoringgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. Rapport 08-173 Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Kuiper, L. (2003). Samenvatting van de resultaten van zes jaar onderzoek naar energieteelt. Centrum voor Biomassa Innovatie, Wageningen.

-
- Lesschen, J.P., H. Heesmans, J Mol-Dijkstra, A. van Doorn, E. Verkaik, I. van den Wyngaert, P. Kuikman (2012). Mogelijkheden voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw en natuur. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2396.
- Projectbureau Noordwaard (2010a). Milieueffect rapport Planstudie ontpoldering Noordwaard. Uitgegeven door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Programmadiirectie Ruimte voor de Rivier.
- Projectbureau Noordwaard (2010b). Toelichting rijksinpassingsplan ontpoldering Noordwaard. Uitgegeven door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Programmadiirectie Ruimte voor de Rivier.
- Projectbureau Noordwaard (2011). Ontpoldering Noordwaard. Op hoofdlijnen. Rotterdam, Projectbureau Noordwaard.
- Provincie Zuid-Holland (2019). Visie rijke groenblauwe leefomgeving. Den Haag, Provincie Zuid-Holland.
- Remme, R., M. Lof, L. de Jong, L. Hein, S. Schenau, R. de Jong, P. Bogaart (2017). The SEEA EEA biophysical ecosystem service supply-use account for the Netherlands. Rapport Centraal Bureau voor de Statistiek en Wageningen University and Research, Den Haag/Wageningen.
- Rijsdorp, A., A. Adegeest, O. de Keijer, R. de Koning, R. Gaastra (2006). Uitgegeven door Projectbureau Noordwaard Rotterdam, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Programmadiirectie Ruimte voor de Rivier.
- Roos-Lankhorst, J, S. de Vries, A.E. Bruijs, A.E. van den Berg, M.H. I. Bloemmen & C. Schuiling (2005). BelevingsGIS versie 2; Waardering van het Nederlandse landschap door de bevolking op kaart. Wageningen, Alterra-rapport 1138.
- Ruijgrok et al. 2006. Kentallen waardering natuur, water, bodem en landschap. Hulpmiddel bij MKBA's. Witteveen en Bos, Rotterdam.
- Schelhaas, M.J., A.P.P.M. Clerkx, W.P. Daamen, J.F. Oldenburger, G. Velema, P. Schnitger, H. Schoonderwoerd & H. Kramer (2014). Zesde Nederlandse Bosinventarisatie; Methoden en basisresultaten. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2545.
- Schulze, P., J. Holstein, H. Vlap (2017). Biomassapotentieel in Nederland. DNV GL, Barendrecht.
- Smeding en Langhout 2006. Riet voor stro. Natuurstrooisel in de potstal. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Van der Voort, M.P.J., R.D. Timmer, W. van Geel, W. Runa en W.J. Corré (2008). Economie van energiegewassen. Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. PPO Publicatienr. 32500608.
- Vos, C.C., C.J. Grashof-Bokdam & P.F.M. Opdam (2014). Biodiversity and ecosystem services: does species diversity enhance effectiveness and reliability. A systematic literature review. Wot-technical report 24, Wageningen.
- Velter, M., A. Roxin, S. Fu, L. Kranen (2016). Sustainable business models enhancing ecosystem services in de Noordwaard. Studentenverslag Maastricht University – ICIC in opdracht van Rijkswaterstaat en Deltares.
- WUR (2006). Hoeveel strobalen komen er ongeveer van 1 ha tarwe? <http://edepot.wur.nl/181701> laatste geraadpleegd op 24/9/2019

Bijlage 1 Gebruikte digitale geografische informatiebronnen

- Landgebruik: Kaarten Rijksinpassingsplan (RIP) Ontpoldering Noordwaard NL.IMRO.0000.RIPNOORDWAARD-VA03; Arcadis, 29-08-2012, schaal 1:2.500
- Topografische informatie: Topografische kaart 1:10.000, TOP10NL versie 2017 Kadaster; <https://zakelijk.kadaster.nl/-/top10nl#documenten>
- Doorstroomgebied: Combinatie Noordwaard, Definitief Uitvoeringsontwerp, 21-05-2015 documentnr. CNW-TEK-A-2093 schaal 1:10.000
- Maaiveldhoogte: Algemeen Hoogtebestand Nederland versie 2; <https://www.ahn.nl/open-data>
- Landbouwgewassen: Basis Registratie Percelen 2017, <https://data.overheid.nl/dataset/52172-basisregistratie-gewaspercelen--brp->

Bijlage 2 Maatregelen ecosysteemdiensten: synergieën en trade-offs

In onderstaande tabel zijn alle voorgestelde maatregelen uit dit rapport om bepaalde ecosysteemdiensten te stimuleren weergegeven en het effect van deze maatregelen op die ecosysteemdiensten en op andere ecosysteemdiensten. De hier getoonde ecosysteemdiensten zijn iets uitgebreider en verder uitgesplitst dan die uiteindelijk in het rapport zijn besproken, maar de ingeschatte effecten (evenals achterliggende ongepubliceerde Excel-data) zijn wel bruikbaar voor vervolgonderzoek.

Elke genoemde maatregel bestaat uit een oppervlaktemaatregel (x.1), waarin arealen van een bepaald vegetatietype omgezet zijn naar een ander type, en uit een beheermaatregel (x.2), waarin het beheer van bepaalde vegetatietypen zijn aangepast. De effecten zijn als volgt weergegeven:

- effect is negatief
- effect is licht negatief
- = geen effect
- + effect is licht positief
- ++ effect is positief

NB Deze versie is aangepast op de beschrijvingen in de hoofdtekst van het rapport en op informatie uit de oorspronkelijke Exceltabel en wijkt enigszins af van de versie in de oorspronkelijke Exceltabel.

Maatregelen		biomassa energie	biomassa gras (veevoer)	biomassa gewasresten	biomassa mest	biomassa griend	biomassa zachthoutoibos	biomassa bomen op kade	biomassa riet	waterzuivering nutriënten	waterzuivering slib	koolstofvastlegging	Bestuiving	Recreatie wandelen	recreatie fietsen	recreatie varen	recreatie vissen (activiteit)
Ecosysteemdiensten																	
	Stimuleren hernieuwbare energie																
1.1	Energieplantages griend ipv oobos en riet	++				++				+							
1.2	Energiegewas ipv productiegas (bijv. suikerbieten)	++	--	++													
2a	Stimulering biomassa																
2.1	Natuurlijk grasland geheel omzetten in productie grasland		++														
2.2	Natuurlijk grasland geheel maaien en stoppen met begrazen		++							+			+				
2b	Stimuleren veevoer																
2.6	Akkerbouwgebied geheel omzetten in graan		--	+													
2.7	Gebied geheel omzetten in productie grasland (stoppen begrazing en maai-beheer invoeren)	-	++	-													
3	Stimuleren koolstofvastlegging																
3.1	Uitbreiden grasland door omzetten akkerland naar productie gras		++	--								+					
3.2	Omzetten riet, griend en deel natuurlijk grasland naar oobos (spontane ontwikkeling zonder begrazing)	-	-			--	++		--			+					
4	Stimuleren waterzuivering																
4.1	Vergroten riet areaal ipv oobos en griend	++				--	--		++	++	++						
4.2	Maaien en nat grasland en afvoeren planten in sloten	+	+							+							
5	Stimuleren bestuiving																
5.1	Aanleg bestuivingsterpen (hoge terreinen met geschikt habitat)												+				
5.2	Bloemrijke dijken (voedsel en hoge delen met geschikt habitat)		-										++				
6	Stimuleren recreatie (fietsen)																
6.1	Vergroten diversiteit landschap (meer riet en oobos) NB Gewenst ivm doorstroming?		-				+		+	+							
6.2	Vergroten aantal fietspaden																

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 2973
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research 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



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 2973
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research 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.

