Ecosysteemdiensten in Zuid-Holland

Ecosysteemdiensten op de kaart voor de beleidsvisie Rijke Groenblauwe Leefomgeving

Kees Hendriks, Carla Grashof-Bokdam, Ton de Nijs, Claire Vos, Henk Meeuwssen, Thijs Schouten,
Roland van Zoest, Rini Schuiling, Ruut Wegman

Ecosysteemdiensten in Zuid-Holland

Ecosysteemdiensten op de kaart voor de beleidsvisie Rijke Groenblauwe Leefomgeving

Kees Hendriks¹, Carla Grashof-Bokdam¹, Ton de Nijs², Claire Vos¹, Henk Meeuwsen¹, Thijs Schouten³,
Roland van Zoest¹, Rini Schuiling¹, Wegman¹

1 Wageningen Environmental Research

2 Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

3 Provincie Zuid-Holland

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van de provincie Zuid-Holland.

Wageningen Environmental Research

Wageningen, juli 2018

Rapport 2892
ISSN 1566-7197

Hendriks, Kees, Carla Grashof-Bokdam, Ton de Nijs, Claire Vos, Henk Meeuwssen, Thijs Schouten, Roland van Zoest, Rini Schuiling, Ruut Wegman, 2018. *Ecosysteemdiensten in Zuid-Holland; Ecosysteemdiensten op de kaart voor de beleidsvisie Rijke Groenblauwe Leefomgeving*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2892. 64 blz.; 28 fig.; 4 tab.; 46 ref.

Voor de beleidsvisie Rijke Groenblauwe Leefomgeving heeft de Provincie Zuid-Holland behoefte aan informatie over ecosysteemdiensten in de provincie. Op basis van bestaande informatie is het ruimtelijke aanbod, de vraag en de mismatch van een aantal ecosysteemdiensten in beeld gebracht. Ook zijn zogenaamde stapelkaarten gemaakt die aangeven voor hoeveel ecosysteemdiensten het aanbod kleiner, groter of gelijk is aan de vraag. In het zuidelijke deel van de provincie is het niveau van de ecosysteemdiensten over het algemeen op niveau. In stedelijke gebieden en de directe omgeving van rijks- en provinciale wegen is het aanbod van ecosysteemdiensten onvoldoende om aan de vraag te voldoen naar invang van fijnstof, koeling, demping van geluid en naar groene recreatie voor wandelen en fietsen. Zowel binnen als buiten de stedelijke omgeving kunnen maatregelen bijdragen aan het verminderen van de tekorten.

Trefwoorden: Natuurlijk Kapitaal, recreatie, hittestress, geluidsdemping, waterzuivering, waterberging, natuurlijke plaagregulatie, drinkwater, biomassa voor energie en biobased toepassingen

For the policy vision Rich Green Blue Living Environment, the Province of South Holland needs information on ecosystem services in the province. Based on existing information, the spatial supply, demand and mismatch of a number of ecosystem services have been mapped. So-called stacking maps have also been produced, indicating for how many ecosystem services the supply is smaller, larger, or equal compared to the demand. In the southern part of the province, the level of ecosystem services in general is up to standard. In urban areas and the immediate vicinity of national and provincial roads, the supply of ecosystem services is insufficient to meet the demand for capture of particulate matter, cooling, noise reduction and green recreation for walking and cycling. Both within and outside the urban environment, measures can contribute to reducing the deficits.

Key words: Natural Capital, recreation, urban heat island, noise reduction, water purification, water storage, natural plague regulation, fresh water production, biomass for energy and biobased applications

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/456293> 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.

2018 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.

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	9
	1.1 Aanleiding	9
	1.2 Doelstelling onderzoek	9
2	Werkwijze	10
	2.1 Selectie ecosysteemdiensten	10
	2.2 Totstandkoming kaarten met ecosysteemdiensten	10
	2.2.1 Fase 1: kaarten per ecosysteemdienst	10
	2.2.2 Fase 2: combinatie van kaarten per thema	11
3	Beschrijving van de kaarten met ecosysteemdiensten	13
	3.1 Ecosysteemdienst groene recreatie	13
	3.1.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst	13
	3.1.2 Aanbod: Groen voor wandelen in je buurt	13
	3.1.3 Vraag: Groen voor wandelen in je buurt	14
	3.1.4 Mismatch: groen voor wandelen in je buurt	15
	3.1.5 Aanbod: Groen voor fietsen vanuit je buurt	16
	3.1.6 Vraag: Groen voor fietsen vanuit je buurt	17
	3.1.7 Mismatch groen voor fietsen vanuit je buurt	18
	3.2 Ecosysteemdienst regulering van temperatuur	19
	3.2.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst	19
	3.2.2 Vraag: Koeling van de luchttemperatuur in de stad	19
	3.2.3 Aanbod: Koeling door groen in de stad	20
	3.2.4 Mismatch vraag en aanbod temperatuurregulatie door groen	21
	3.3 Ecosysteemdienst regulering van geluid	22
	3.3.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst	22
	3.3.2 Vraag: Vermindering van geluid van wegverkeer	22
	3.3.3 Aanbod: Reductie van geluid door wegverkeer door groen	23
	3.3.4 Mismatch aanbod en vraag geluidsreductie door groen	24
	3.4 Ecosysteemdienst regulering van luchtkwaliteit	25
	3.4.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst	25
	3.4.2 Vraag: Vermindering fijnstofconcentraties	25
	3.4.3 Aanbod: Invang van fijnstof door groen	27
	3.4.4 Mismatch vraag en aanbod afvang van fijnstof door groen	28
	3.5 Ecosysteemdienst regulering van waterkwaliteit	29
	3.5.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst	29
	3.5.2 Vraag: Vermindering stikstof en fosforgehalten in het oppervlaktewater	29
	3.5.3 Aanbod en mismatch regulering van waterkwaliteit	30
	3.6 Ecosysteemdienst regulering van waterstromen	31
	3.6.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst	31
	3.6.2 Vraag: Voorkomen van wateroverlast door zware regenval	31
	3.6.3 Aanbod: Waterberging in de bodem	32
	3.6.4 Mismatch waterberging	33
	3.7 Ecosysteemdienst regulering van de bodemvruchtbaarheid	35
	3.7.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst	35
	3.7.2 Aanbod: Natuurlijke bodemvruchtbaarheid voor de landbouw	35
	3.7.3 Vraag en mismatch bodemvruchtbaarheid voor de landbouw	37

3.8	Ecosysteemdienst regulering van plagen	38
3.8.1	Beschrijving van de ecosysteemdienst	38
3.8.2	Vraag: Verminderen van insectenplagen bij gevoelige gewassen	38
3.8.3	Aanbod: Groenelementen als bron van natuurlijke plaagbestrijders	39
3.8.4	Mismatch natuurlijke plaagbestrijding	41
3.9	Ecosysteemdienst drinkwaterproductie	42
3.9.1	Beschrijving van de ecosysteemdienst	42
3.9.2	Aanbod: Kansrijke gebieden voor drinkwaterproductie	42
3.9.3	Vraag en mismatch drinkwaterproductie	43
3.10	Ecosysteemdienst biomassa voor energie toepassingen	44
3.10.1	Beschrijving van de ecosysteemdienst	44
3.10.2	Aanbod: Beschikbare biomassa voor energie toepassingen	44
3.10.3	Vraag en mismatch biomassa voor energietoepassingen	46
3.11	Ecosysteemdienst biomassa voor biobased toepassingen	47
3.11.1	Beschrijving van de ecosysteemdienst	47
3.11.2	Aanbod: Beschikbare biomassa voor biobased toepassingen	47
3.11.3	Vraag en mismatch biomassa voor biobased toepassingen	48
4	Stapelkaarten: meerdere ecosysteemdiensten op één plek bekeken	49
4.1	Ecosysteemdienst die bijdragen aan gezondheid	49
4.1.1	Aanbod van ecosysteemdiensten is kleiner dan de vraag	49
4.1.2	Aanbod van ecosysteemdiensten is groter dan de vraag	51
4.1.3	Aanbod van ecosysteemdiensten is gelijk aan de vraag	53
4.1.4	Conclusies stapelkaarten	54
5	Conclusies	56
6	Discussie	59
	Literatuur	61

Samenvatting

Aanleiding

De provincie Zuid-Holland werkt aan de beleidsvisie Rijke Groenblauwe Leefomgeving. In de visie wordt onder andere aandacht besteed aan de versterking van de biodiversiteit en de ecosysteemdiensten, ofwel de diensten die door de natuur aan de mens worden geleverd. Hiermee draagt de provincie bij aan een gezonde leefomgeving die ruimte biedt om te wonen, te werken en te recreëren.

Doel

Het doel van deze studie is het in beeld brengen van vraag, aanbod en mismatch tussen vraag en aanbod van de belangrijkste ecosysteemdiensten in Zuid-Holland. De ecosysteemdiensten zijn op kaarten weergegeven welke bedoeld zijn voor beleidsmedewerkers en bestuurders binnen de provinciale organisatie en voor mogelijke andere partners waarmee het gesprek wordt gevoerd over de invulling van de Beleidsvisie Rijke Groenblauwe Leefomgeving en gerelateerde opgaven.

Selectie van ecosysteemdiensten

Samen met de provincie is een aantal, voor de beleidsvisie relevante, ecosysteemdiensten geselecteerd waarvoor kaarten zijn gemaakt met de ruimtelijke verspreiding van vraag en aanbod van de diensten. Bij het vervaardigen van de kaarten is met name gebruikgemaakt van data en ruimtelijke informatie aanwezig bij Wageningen Environmental Research en in de Atlas Natuurlijk Kapitaal. Daarnaast is gebruikgemaakt van kennis uit de literatuur. Er zijn kaarten vervaardigd voor de volgende ecosysteemdiensten:

- Groene recreatie – wandelen en fietsen
- Waterberging
- Waterzuivering
- Drinkwaterproductie
- Temperatuurregulatie (in de stad)
- Luchtzuivering
- Geluidsreductie
- Natuurlijke plaagregulatie
- Natuurlijke bodemvruchtbaarheid
- Biomassa voor energie
- Biomassa voor biobased toepassingen

Stapelkaarten

Voor het thema Gezondheid zijn zogenaamde stapelkaarten gemaakt waarbij voor vijf ecosysteemdiensten is bepaald of het aanbod van ecosysteemdiensten kleiner, groter of gelijk is aan de vraag naar de dienst. Deze kaarten geven informatie over gebieden waar veel aanbod of vraag is naar de geselecteerde ecosysteemdiensten en de mate waarin de groene leefomgeving tegemoet kan komen aan de vraag.

Resultaten van de analyse van ecosysteemdiensten

Groene recreatie – wandelen en fietsen

Uit de analyse van de ecosysteemdiensten blijkt dat er in het grootste deel van de provincie een tekort is aan voldoende groengebieden (gebieden met voldoende groene elementen) om te wandelen of te fietsen vanaf je woning; met name in en rond de grote steden is de capaciteit sterk onvoldoende. Aan de randen van de provincie hebben de groengebieden wel voldoende capaciteit.

Koeling door groen

In vrijwel alle stedelijke gebieden treedt het hitte-eilandeffect op, waarbij de centra van steden aanzienlijk warmer zijn dan hun omgeving. In de buitenwijken is veelal meer groen aanwezig, en zijn

deze mede daardoor koeler. Groen in de stad topt het hitte-eilandeffect af met enkele graden als groenelementen ruim aanwezig zijn.

Geluidsdemping door groen

Zuid-Holland heeft een dicht wegennet van rijks-, provinciale en gemeentelijke wegen en een hoge verkeersintensiteit. Er is dus ook veel geluid van wegverkeer. In het landelijk gebied is het meeste groen en daarmee ook de meeste demping van geluid. In stedelijk gebied is de demping van geluid beperkt door beperkte aanwezigheid van groen en onverharde bodems.

Luchtzuivering door groen

Voor het overgrote deel van de provincie liggen de jaargemiddelde concentraties fijnstof onder de WHO-norm van 20 µg/m³. In de grote steden liggen de concentraties boven die norm. Ook wordt de norm voor daggemiddelde concentraties op een aantal plekken overschreden. De aanwezige hoeveelheid groenelementen in de steden is onvoldoende om een dermate hoeveelheid fijnstof in te vangen dat de luchtconcentraties onder de WHO-norm blijven. Alhoewel de invangcapaciteit van groen beperkt bijdraagt aan de totale verlaging van de luchtconcentratie van fijnstof, is iedere microgram ingevangen fijnstof gezondheidswinst. De aanleg van groen is daarom nog steeds een zinvolle maatregel.

Waterzuivering door groen

Op veel plaatsen in Zuid-Holland wordt de gewenste waterkwaliteit volgens de KRW-doelen niet gehaald. De huidige aquatische ecosystemen hebben onvoldoende zuiveringscapaciteit om de gewenste waterkwaliteit te realiseren. Naast aanleg van meer zuiverend oppervlak aan ecosystemen (bijvoorbeeld rietmoerassen) is het beperken van de toestroom van nutriënten (met name stikstof en fosfor) naar het oppervlaktewater van groot belang. Dit kan door bijvoorbeeld de aanleg van meer natuurlijke akkerranden en slootbermen.

Waterberging in de bodem

In veel gebieden in Zuid-Holland komen ondiepe grondwaterstanden voor. Hierdoor is de bergingscapaciteit voor regenwater beperkt. Tijdens zware regenbuien is de bergingscapaciteit van de bodem in die gebieden onvoldoende om het water volledig te bergen. Vanwege klimaatverandering en de kans op toenemende neerslag, is het zinvol na te gaan waar aanvullende maatregelen genomen moeten worden. Indien (kleine) bergingsgebieden worden gecombineerd met waterzuivering (bijvoorbeeld door aanleg van kleine rietmoerassen), kan naast berging ook de waterkwaliteit verbeteren.

Natuurlijke bodemvruchtbaarheid voor akker en weidebouw

De akkerbouwgebieden in Zuid-Holland hebben over het algemeen een (zeer) hoge bodemvruchtbaarheid. De weidebouwgebieden daarentegen hebben een lage bodemvruchtbaarheid en kennen hoge opbrengstdepressies vanwege hoge grondwaterstanden. Alternatieve vormen van grondgebruik en/of aangepaste beheermaatregelen (bijv. onderwater drainage) kunnen een uitkomst zijn in deze gebieden.

Natuurlijke plaagregulatie

In Zuid-Holland worden veel plaaggevoelige gewassen verbouwd (o.a. granen, aardappelen, suikerbieten, vollegrondsgroenten, fruit). Natuurlijke plaaginsecten kunnen helpen plagen in deze gewassen te voorkomen of te beperken. Met name in de weidebouwgebieden zijn verspreidingsmogelijkheden ruim aanwezig. In de akkerbouwgebieden is er behoefte aan meer verspreidingsmogelijkheden. Aanleg van een meer fijnmazig netwerk groene elementen kan hierbij helpen.

Drinkwater

Met name in het oostelijk deel van de provincie komen grote winbare voorraden drinkwater voor. Daarnaast wordt in de duinen veel oppervlaktewater geïnfiltreerd voor productie van drinkwater. Bij winnen van grondwater voor drinkwaterproductie moeten natuurbelangen en drinkwaterbelangen goed worden afgewogen. De aanwezige voorraden komen voor in gebieden met hoge grondwaterstanden en hoge natuurwaarden.

Biomassa voor energie

Uit de landbouw, bosbouw en landschappelijke beplantingen in Zuid-Holland komen grote hoeveelheden biomassa reststromen vrij bij oogst en beheer. De potentiële energie-inhoud van die reststromen wordt geschat op ca. 6500 TJ. Indien dit volledig in energie wordt omgezet, kunnen hiermee ca. 132.000 particuliere huishoudens van energie worden voorzien. Het grootste deel (ruim 60%) van de biomassa reststroom bestaat uit mest (droog en nat) uit de veehouderij.

Biomassa voor biobased toepassingen

In principe kan vrijwel alle biomassa die in beeld is gebracht voor energie ook voor biobased toepassingen worden gebruikt. Blad- en stengelresten, als een biomassa reststroom met goede kwaliteiten voor de biobased industrie, komen vooral voor in de akkerbouwgebieden. De hoogste potentiële opbrengsten bedragen een kleine 5000 ton droge stof in de gemeenten van de Hoeksche Waard. De totale hoeveelheid blad- en stengelresten in Zuid-Holland bedraagt ca. 31 kton droge stof, wat ongeveer 5% is van het huidige biomassagebruik voor biobased toepassingen in Nederland.

Stapelkaarten van ecosysteemdiensten

In het project zijn zogenaamde stapelkaarten gemaakt waarop voor meerdere ecosysteemdiensten, gerelateerd aan het thema gezondheid, is weergegeven of het aanbod groter, kleiner dan wel gelijk is aan het aanbod. Voor plekken waar het aanbod kleiner of gelijk is aan de vraag kunnen maatregelen worden overwogen om meer balans in vraag en aanbod te brengen en daarmee de kwaliteit van de leefomgeving te verbeteren.

Conclusies

Op zowel de stapelkaarten met drie ecosysteemdiensten als op de stapelkaarten met vijf ecosysteemdiensten komen stedelijke gebieden en de omgeving van rijks- en provinciale wegen als minst gunstige gebieden uit de analyse naar voren. In deze gebieden is het aanbod van ecosystemen onvoldoende om aan de vraag te voldoen naar invang van fijnstof, koeling, demping van geluid en groene recreatie voor wandelen en fietsen. In het stedelijk gebied wonen meer mensen dan daarbuiten, er zijn daar dus ook meer mensen die profiteren van maatregelen die het aanbod van ecosysteemdiensten vergroten. Dit betekent overigens niet dat in het buitengebied maatregelen minder waardevol zijn. Zo zal meer groen in het buitengebied de recreatiecapaciteit aanmerkelijk vergroten, waarvan ook de stedelijke recreanten zullen profiteren.

Discussie

Deze studie had als doel kennis en informatie in beeld te brengen over ecosysteemdiensten in de provincie Zuid-Holland. De kaarten geven inzicht in het ruimtelijk voorkomen van de ecosysteemdiensten. Het is echter niet een volledig beeld van alle voorkomende ecosysteemdiensten. In samenspraak met de provincie is een aantal ecosysteemdiensten geselecteerd dat het meest aansloot bij de gedachten over de beleidsvisie Rijke Groenblauwe Leefomgeving. Mochten er in de toekomst plannen gemaakt worden waarbij de impact van maatregelen op ecosysteemdiensten wordt afgewogen, dan wordt aanbevolen na te gaan op welke ecosysteemdiensten de maatregelen mogelijk effect kunnen hebben en voor die diensten aanvullend informatie te verzamelen, zodat een weloverwogen afweging gemaakt kan worden.

De huidige informatie kan al gebruikt worden bij verdere beleidsontwikkeling. De aanwezige kaarten geven een goed overzicht van de huidige staat van ecosysteemdiensten. De kaarten geven een goed overzicht op provinciale en regionale schaal. Ze zijn niet bedoeld voor gebruik op lokale schaal of op perceelniveau. Bij het meer concreet worden van plannen of bij het opstellen van scenario's wordt aanbevolen een analyse uit te voeren naar de mogelijke effecten van maatregelen op ecosysteemdiensten. Daarbij is het belangrijk dat dit niet voor ecosysteemdiensten afzonderlijk wordt gedaan, maar dat het totaalplaatje wordt bekeken. Een positief effect voor de ene ecosysteemdienst kan voor een andere ecosysteemdienst zowel gunstig, ongunstig of neutraal uitpakken (synergie en trade-offs). Hierdoor kan een keuze voor een maatregel anders uitpakken als slechts één dienst wordt bekeken, of als het totaalplaatje in beeld wordt gebracht. Dat laatste verdient de voorkeur, zeker als de voor- en nadelen die belanghebbenden ondervinden worden meegewogen in de besluitvorming.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De provincie Zuid-Holland werkt aan de beleidsvisie Rijke Groenblauwe Leefomgeving. De beleidsvisie kent meerdere doelen. Voor de korte termijn wordt een proces gestart voor de uitwerking van een visie met handelingsperspectief. Deze visie vormt als een module de input voor de omgevingsvisie die geldt voor de middellange termijn en waarvan het uitkomen in 2018 is gepland. Voor de lange termijn heeft de provincie een proces gestart waarin de provincie samen met haar partners wil komen tot een gezonde leefomgeving die ruimte biedt om te wonen, te werken en te recreëren. De versterking van de biodiversiteit en de ecosysteemdiensten die door de natuur worden geleverd, draagt bij aan deze doelen.

De Visie Rijke Groenblauwe Leefomgeving krijgt vorm door de uitwerking in zes opgaven:

- a. Gezonde leefomgeving: vergroten van welzijn en welbevinden van de mens
- b. Stad: meer groen en blauw in en om de stad
- c. Economie: natuurlijk kapitaal meenemen bij maatschappelijk verantwoord ondernemen
- d. Participatie: stimuleren participatie en mede-eigenaarschap
- e. Investeren in het landschap en erfgoed
- f. Behoud en versterken natuurgebieden, cultuurlandschap/erfgoed, soortenbescherming en beheer

De provincie Zuid-Holland werkt aan een geïntegreerde aanpak voor de uitwerking van ecosysteemdiensten en gaat daarbij uit van de brede maatschappelijke opgave en het vergroten van het welzijn van de burgers in Zuid-Holland. Zuid-Holland wil daarmee een leidende rol hebben waarin een leefbare samenleving centraal staat en waarin natuur, welvaart, welzijn, gezondheid en welbevinden samengaan. Echter, er wordt nu nog te veel gewerkt aan niet-duurzame en niet-natuurinclusieve oplossingen. Voorbeelden daarvan zijn het maximaliseren van de voedselproductie met een hoog gebruik van fossiele grondstoffen en de verdichting van steden op een wijze die ten koste gaat van de leefbaarheid en biodiversiteit. Door biodiversiteit beter te beschermen en te benutten, draagt dit bij aan welzijn, welvaart en de kwaliteit van onze leefomgeving.

1.2 Doelstelling onderzoek

Het doel van deze studie is het in beeld brengen van de vraag en het aanbod van de belangrijkste ecosysteemdiensten (Tabel 1) die worden geleverd door het huidige areaal natuur en groen in Zuid-Holland. De ecosysteemdiensten worden in beeld gebracht met kaartbeelden die bedoeld zijn voor zowel beleidsmedewerkers en bestuurders binnen de provinciale organisatie als voor mogelijke andere partners waarmee het gesprek wordt gevoerd over de invulling van de Beleidsvisie Rijke Groenblauwe Leefomgeving en gerelateerde opgaven.

De kaarten met ecosysteemdiensten dragen bij aan:

1. Bewustwording over bijdrage van natuur/groen aan diverse provinciale opgaven: klimaatadaptatie, verstedelijking, gezondheid, economie etc.
2. Aanreiken van mogelijkheden bij het maken van ruimtelijke keuzes t.a.v. groenontwikkeling, verstedelijking etc.
3. Faciliteren van het gesprek met externe partners.

2 Werkwijze

2.1 Selectie ecosysteemdiensten

In samenspraak met de Provincie Zuid-Holland zijn elf ecosysteemdiensten geselecteerd die bijdragen aan de beleidsvisie Rijke Groenblauwe Leefomgeving (Tabel 1). De selectie is gebaseerd op pragmatische overwegingen van beschikbaarheid van gegevens, belang voor de beleidsvisie, relevantie voor de provincie Zuid-Holland en beschikbare tijd en budget.

Bij de beschikbaarheid van gegevens is vooral gekeken naar beschikbaarheid van data en informatie bij Wageningen Environmental Research en in de Digitale Atlas Natuurlijk Kapitaal.

Tabel 1 Geselecteerde ecosysteemdiensten.

Ecosysteemdiensten
Groene recreatie – wandelen en fietsen
Waterberging
Waterzuivering
Drinkwaterproductie
Temperatuurregulatie (in de stad)
Luchtzuivering
Geluidsregulatie
Natuurlijke plaagbestrijding
Natuurlijke bodemvruchtbaarheid
Biomassa voor energie
Biomassa voor biobased toepassingen

2.2 Totstandkoming kaarten met ecosysteemdiensten

Er zijn verschillende databronnen gebruikt bij de analyse van de ecosysteemdiensten:

1. Atlas Natuurlijk Kapitaal (ANK), hiervoor wordt samengewerkt met het RIVM.
2. Kansenskaarten voor duurzaam benutten natuurlijk kapitaal (WOt-rapport 75) en de analyses die worden uitgevoerd voor de omgevingsvisie Hart van Holland.
3. Overige bronnen: bijvoorbeeld de Klimaateffect atlas Zuid-Holland, kaartbeelden biodiversiteit Naturalis.

De data voor de kaarten waterberging, verkoeling in de stad, fijnstof, geluidsregulatie, en drinkwater zijn door RIVM aangeleverd. De kaarten voor groene recreatie – wandelen en fietsen zijn gemaakt volgens de methode ontwikkeld in het project 'Hart van Holland' (Vos et al., in voorbereiding) en voor ons project opgeschaald naar de hele provincie Zuid-Holland.

2.2.1 Fase 1: kaarten per ecosysteemdienst

Bij ecosysteemdiensten kan onderscheid gemaakt worden in het aanbod van en vraag naar de dienst. Het aanbod is datgene dat groen en/of natuur produceert; het aanbod van bijvoorbeeld de dienst recreatie is de hoeveelheid groen en/of natuur waarin (potentieel) kan worden gerecreëerd. De vraag naar een ecosysteemdienst is de hoeveelheid en de soort groen die nodig zijn om in de behoefte aan een dienst te voldoen, bijvoorbeeld de hoeveelheid en soort groen die nodig zijn om recreanten die willen wandelen of fietsen voldoende ruimte te bieden voor die activiteit. Tussen vraag en aanbod kan een verschil zitten, wat we hier mismatch noemen. Als het aanbod kleiner is dan de vraag, is er

sprake van een ontwikkelopgave. Is het aanbod hoger dan de vraag, dan is er sprake van potentie om de ecosysteemdienst meer te benutten. Voor elke geselecteerde ecosysteemdienst hebben we vraag, aanbod en mismatch in kaart gebracht. Bij sommige diensten zijn vraag en aanbod lastig te scheiden.

Om ecosysteemdiensten in kaart te brengen, kunnen verschillende indicatoren worden gebruikt. Bij de dienst waterzuivering kan bijvoorbeeld gekeken worden naar de kwaliteit van het oppervlaktewater of van het grondwater of beide en er kan gekeken worden naar de biologische kwaliteit (bijvoorbeeld doorzicht, zuurstofgehalte) of de chemische kwaliteit (bijvoorbeeld nutriëntengehalten). In deze studie is per ecosysteemdienst naar één aspect gekeken. Het voorkomen van de ecosysteemdiensten is ruimtelijk in beeld gebracht en waar mogelijk zijn de patronen ook kwantitatief uitgedrukt in de legenda-eenheden op de kaart. Er is geen economische of monetaire waardering uitgevoerd.

Voor iedere ecosysteemdienst is in hoofdstuk 3 beschreven welke methoden en bronnen zijn gehanteerd voor het genereren van de kaart. De volgende elementen zijn daarbij beschreven:

- werking van de dienst (wat is de dienst)?
- vraag, aanbod en mismatch van de dienst (wat zie je op de kaart)?
- gebruikte data, literatuur en kaarten (hoe is de kaart tot stand gekomen)?

2.2.2 Fase 2: combinatie van kaarten per thema

In deze fase zijn zogenaamde stapelkaarten gemaakt van de mismatch tussen vraag en aanbod van de ecosysteemdienst. De meeste belangstelling van de provincie ging daarbij uit naar het maken van stapelkaarten voor het thema Gezondheid. Voor dit thema zijn de volgende, in deze studie beschouwde, ecosysteemdiensten als relevantst aangemerkt:

1. Groene recreatie (wandelen)
2. Groene recreatie (fietsen)
3. Temperatuurregulatie door groen
4. Geluidsreductie door groen
5. Luchtzuivering door groen

Er zijn drie stapelkaarten voor het thema 'Gezondheid' gemaakt waarop het aantal ecosysteemdiensten is aangegeven waarvoor respectievelijk:

- aanbod en vraag ongeveer gelijk zijn (aanbod = vraag);
- het aanbod lager is dan de vraag (aanbod < vraag);
- het aanbod hoger is dan de vraag (aanbod > vraag).

In Tabel 2 zijn de criteria aangegeven die zijn gehanteerd voor de afzonderlijke ecosysteemdiensten van de stapelkaart 'Gezondheid' om de verhouding tussen vraag en aanbod te bepalen.

Tabel 2 Gehanteerde criteria per ecosysteemdienst voor de stapelkaart 'Gezondheid'.

	Aanbod<Vraag	Aanbod=Vraag	Aanbod>Vraag
Recreatie (wandelen)	Capaciteit groengebieden: onvoldoende + sterk onvoldoende	Capaciteit groengebieden: voldoende	Capaciteit groengebieden: ruim voldoende
Recreatie (fietsen)	Capaciteit groengebieden: onvoldoende + sterk onvoldoende	Capaciteit groengebieden: voldoende	Capaciteit groengebieden: ruim voldoende
Fijnstof	Concentratie > 22,5 ug/m3	Concentratie = 17,5-22,5 ug/m3	Concentratie < 17,5 ug/m3
Geluid	Geluid >55 dB	Geluid = 50-55 dB	Geluid <50 dB
Hitte	Temp t.o.v. buitengebied > 1,8 °C	Temp t.o.v. buitengebied = 1,5-1,8 °C	Temp t.o.v. buitengebied < 1,5 °C

Per stapelkaart is het aantal diensten dat aan de criteria voldoet uit Tabel 2 gesommeerd. Het maximum is derhalve 5 (als voor alle ecosysteemdiensten aan de criteria wordt voldaan) en het minimum is nul (als aan geen van de criteria wordt voldaan). De plekken op de stapelkaart waar de

score 5 is, is op te vatten als een hotspot waar op de betreffende kaart het aanbod van de beschouwde ecosysteemdiensten volledig of geheel niet voldoet aan de vraag.

Een complicerende factor bij de vervaardiging van de stapelkaarten is dat niet alle basiskaarten vlakdekkend zijn. De kaarten met Groene recreatie – wandelen en fietsen, hebben betrekking op groengebieden met een recreatiefunctie. De overige gebieden zijn niet meegenomen in de analyse. Deze buiten beschouwing gelaten gebieden kunnen niet meegenomen worden in de stapeling van vraag en aanbod, omdat in de achterliggende bestanden deze gebieden geen waarde hebben. Het niet vlakdekkend zijn van de kaarten is alleen het geval voor de recreatiekaarten. De overige kaarten hebben wel vlakdekkende informatie. Omdat niet alle kaarten vlakdekkend zijn, konden niet alle ecosysteemdiensten gestapeld worden. Om deze reden zijn twee sets stapelkaarten gemaakt:

1. Stapelkaarten van de drie ecosysteemdiensten in het thema gezondheid waarvoor vlakdekkende informatie aanwezig is (Luchtzuivering, Temperatuurregulering en Geluidsregulering). De stapelkaarten zijn vlakdekkend, maar bevatten slechts drie van de vijf ecosysteemdiensten van het thema gezondheid.
2. Stapelkaarten van alle vijf ecosysteemdiensten in het thema gezondheid. Dit levert stapelkaarten op die alleen informatie bevatten voor gebieden waarvoor data beschikbaar zijn uit de onderliggende kaarten. De stapelkaarten bevatten alle vijf de ecosysteemdiensten van het thema gezondheid, maar zijn niet vlakdekkend.

3 Beschrijving van de kaarten met ecosysteemdiensten

In dit hoofdstuk worden de kaarten van de beschouwde ecosysteemdiensten beschreven. De ecosysteemdiensten worden per groep beschreven in de volgorde van culturele diensten (groene recreatie), regulerende diensten (regulering van temperatuur, geluid, luchtkwaliteit, waterkwaliteit, waterberging, bodemvruchtbaarheid en plagen) en productiediensten (drinkwater, biomassa voor energie en biomassa voor biobased toepassingen).

3.1 Ecosysteemdienst groene recreatie

3.1.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst

Natuurlijke ecosystemen vormen een aangename omgeving waarin mensen graag verblijven om te ontspannen, rust te zoeken of juist actief te bewegen (bijvoorbeeld wandelen). Groen heeft o.a. een positieve invloed op stresshormonen in het lichaam en is daarmee ook goed voor de gezondheid van mensen (Groenewegen et al. 2006). Recreatie is dus een belangrijke ecosysteemdienst. Wandelen en fietsen zijn in Nederland veel ondernomen vrijetijdsactiviteiten (NRIT en CBS 2016). Daarom zoomen we voor deze ecosysteemdienst in op beide recreatieactiviteiten.

3.1.2 Aanbod: Groen voor wandelen in je buurt

3.1.2.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 1 Capaciteit van groengebieden voor wandelen.

Figuur 1 geeft het aanbod weer van groengebieden in Zuid-Holland om wandelaars op te vangen nabij hun eigen woonomgeving. Het zegt iets over het aanbod van groen voor wandelaars, maar tegelijkertijd ook iets over de vraag, omdat er gekeken is hoeveel inwoners er zijn die in een bepaalde buurt wonen en behoefte hebben aan recreatief groen.

Op de kaart zijn de groengebieden weergegeven en is per gebied aangegeven of het aantal bezoekers de opvangcapaciteit van het gebied voor wandelaars al dan niet overschrijdt. De legenda geeft aan of de opvangcapaciteit voor wandelaars voldoende is voor het aantal wandelaars dat in de omgeving woont: ruim voldoende (donkergroen), voldoende (groen), onvoldoende (oranje), sterk onvoldoende (rood). Naast natuurlijke elementen zijn ook gebieden met weiland aangemerkt als recreatiegebied. Akkerbouwgebieden zijn niet als recreatief gebied beschouwd vanwege de lagere kwaliteit voor recreatie door het jaar heen. Bollenvelden zijn wel meegenomen vanwege de kleurrijke fase in het voorjaar.

Op de kaart is te zien dat met name de kust en duingebieden ruim voldoende opvangcapaciteit hebben. Dit als gevolg van de aard van het gebied (veel groen) en hun ligging buiten drukke bevolkingscentra. Voor de stadscentra van Den Haag en Rotterdam is te zien dat de opvangcapaciteit van het groen daar sterk onvoldoende is door de combinatie van een hoge bevolkingsdichtheid en weinig groen. Het westelijke veenweidegebied heeft in het centrale deel voldoende opvangcapaciteit. De randen hebben onvoldoende capaciteit, voornamelijk door de woonkernen langs de Lek en Merwede. Ook in het noordelijke deel van de provincie is het randeffect vanuit de woonkernen te zien. Omdat daar meer kernen liggen en dichter bij elkaar, komt er minder tussenliggend gebied voor met voldoende opvangcapaciteit dan in het veenweidegebied in het zuidoosten van de provincie.

3.1.3 Vraag: Groen voor wandelen in je buurt

3.1.3.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 2 Beschikbaarheid van groen voor wandelen.

Figuur 2 geeft de vraag weer van bewoners in Zuid-Holland naar groen om te kunnen wandelen in hun buurt en het aanbod hiervan. Er is aangegeven of het aanbod voor deze vraag wel of niet voldoende is (in blauwtinten), dus in feite geeft deze kaart ook gelijk de mismatch aan tussen vraag en aanbod.

De legenda geeft aan in welke mate er wandelgroen beschikbaar is aan de hand van het percentage bewoners dat terecht kan: ruim voldoende betekent dat meer dan 80% van de bewoners terecht kan (lichtblauw), voldoende staat voor 50-80%, onvoldoende voor 20-50% en sterk onvoldoende voor minder dan 20% (donkerblauw). Deze kaart is over de aanbodkaart (groen-/roodtinten) geprojecteerd.

3.1.3.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

Voor het wandelen is uitgegaan van een wandeling van ca. 5 km vanaf de voordeur van de woning naar het dichtstbijzijnde gebied met groen. Vanuit bewonersbuurten is geanalyseerd of er voldoende recreatiegebied voorhanden is voor wandelaars in een straal van 2 km rond buurt. De inwonersaantallen per buurt zijn gebaseerd op CBS-data, waarvan 15,8% van de bewoners gaat wandelen (normdag, 5^e drukste dag van het jaar, Goossen et al. 2010). Er is een basiskaart recreatieve groengebieden ontwikkeld met landschapselementen die zich lenen voor recreatie (Goossen, 2016). Per landschapselement is een bepaalde opvangcapaciteit toegekend, dat is het maximale aantal wandelaars per hectare dat nog niet als te druk wordt ervaren (De Vries et al. 2004). Het aantal wandelaars vanuit de buurten is over de recreatiegebieden binnen een straal van 2 km verdeeld. Vervolgens is bepaald of de opvangcapaciteit voldoende is of wordt overschreden. Het teveel aan bezoekers is verdeeld over de buurten waar ze vandaan komen, waarmee duidelijk wordt in welke mate bewoners terecht kunnen in groengebieden in hun omgeving.

3.1.3.3 Hoe zijn de kaarten (technisch) tot stand gekomen?

Voor het maken van deze kaarten (Figuur 1 en Figuur 2) is de methode die ontwikkeld is in het kader van het project 'Hart van Holland' (Vos et al., in voorbereiding) opgeschaald naar de hele provincie Zuid-Holland. De aanbodkaart wandelen is samengesteld uit topografische informatie van de Top10NL (versie november 2016) en CBS-grondgebruiksgegevens (2012), aangevuld met gebieden met een recreatieve functie uit de gebiedsprofielen van de provincie Zuid-Holland (Zuid-Holland 2014). Er is gerekend met de buurten waar in totaal 95% van de inwoners van de provincie Zuid-Holland woont. De verdeling van de inwoners per buurt over het aangrenzende landschap is uitgevoerd met een cost-distance-module (ArcGIS for Desktop) op een rasterbestand met een resolutie van 25*25 m. Er is rekening gehouden met landschapselementen die niet te overbruggen zijn, zoals brede watergangen. Auto(snel)wegen zijn niet als belemmerend beschouwd, omdat is aangenomen dat voorzieningen zijn aangebracht om deze wegen over te steken. De cost-distance-module is herhaald vanuit alle buurten en de totale aantallen zijn per cel van 25*25 m gesommeerd. Voor de vraagkaart wandelen is het teveel aan bezoekers (vergeleken met de opvangcapaciteit van elke cel) naar rato verdeeld over de buurten waar ze vandaan kwamen.

3.1.4 Mismatch: groen voor wandelen in je buurt

De mismatch tussen vraag en aanbod van groene recreatie om te wandelen is af te lezen uit de vraagkaart (Figuur 2). Deze maakt de conclusies van de aanbodkaart (Figuur 1) expliciet dat er vooral in en rond de kernen van de grote steden een tekort is aan groen om te wandelen: minder dan 20% van de bewoners heeft hier voldoende toegang tot groen om te wandelen vanuit hun huis. Dat komt door enerzijds het grote aantal bewoners en anderzijds het kleine aanbod groen in de stad. In grote steden wordt over het algemeen weinig ruimte bestemd voor (permanent) groen om te wandelen. In de stadsranden kan worden overwogen om recreatiegroen met een hogere opvangcapaciteit te ontwikkelen, bijvoorbeeld door open gebieden om te vormen tot bosgebieden. Buiten de stadskernen ligt een aantal gebieden waar 20-50% van de bewoners kan wandelen in de omgeving. Daar wonen weliswaar minder mensen, maar er is ook weinig aanbod van groen. In deze gebieden zou een vergroting van de hoeveelheid recreatief groen een uitkomst bieden. In de lichtblauwe gebieden is het aanbod voldoende voor meer dan 80% van de bewoners, maar ook hier is er nog (een lichte) behoefte aan meer wandelgroen. In de lichtgroene gebieden (westelijke veenweidegebied) is er voldoende aanbod van wandelgroen: het aanbod groen is hoog en er wonen relatief weinig mensen. De donkergroene gebieden langs de kust hebben een overschot aan wandelgroen. Daar is (puur vanuit recreatief oogpunt gezien) nog ruimte voor meer wandelaars.

3.1.5 Aanbod: Groen voor fietsen vanuit je buurt

3.1.5.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 3 Capaciteit van groengebieden voor fietsen.

Figuur 3 geeft het aanbod weer van groengebieden in Zuid-Holland om fietsers op te vangen in hun eigen woonomgeving. Het zegt ook iets over de vraag naar groengebieden om te fietsen, omdat er gekeken is hoeveel inwoners er zijn die in een bepaalde buurt wonen.

Op de kaart wordt per recreatiegebied aangegeven of het aantal bezoekers de opvangcapaciteit van het gebied voor fietsers al dan niet overschrijdt. De legenda geeft aan of de opvangcapaciteit voor fietsers voldoende is voor het aantal fietsers dat in de omgeving woont: ruim voldoende (donkergroen), voldoende (groen), onvoldoende (oranje), sterk onvoldoende (rood). Naast natuurlijke elementen zijn ook gebieden met weiland aangemerkt als recreatiegebied. Akkerbouwgebieden zijn niet als recreatief gebied beschouwd vanwege hun lagere recreatieve kwaliteit. Bollenvelden zijn wel meegenomen.

De kaart laat zien dat met name de kust, de duingebieden, de Zuid-Hollandse eilanden en veenweidegebieden ruim voldoende opvangcapaciteit hebben. Dit als gevolg van de aard van het gebied (veel groen met hoge opvangcapaciteit) en hun ligging buiten drukke bevolkingscentra. Voor het centrale deel van de provincie rond Den Haag en Rotterdam is te zien dat de opvangcapaciteit van het groen daar sterk onvoldoende is (rood) door een combinatie van een hoge bevolkingsdichtheid en weinig groen. Het westelijke veenweidegebied en een deel van de kust heeft ruim voldoende opvangcapaciteit. Rond de rode zone is het randeffect vanuit woonkernen te zien (oranje). Omdat daar meer woonkernen liggen en dichter bij elkaar, komt er minder tussenliggend gebied voor met voldoende opvangcapaciteit dan in het veenweidegebied in het zuidoosten van de provincie.

De capaciteit aan de randen van de provincie kan enigszins te hoog zijn ingeschat, omdat bezoekers uit de aangrenzende provincies niet zijn meegenomen in de berekening van de opvangcapaciteit.

3.1.6 Vraag: Groen voor fietsen vanuit je buurt

3.1.6.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 4 Beschikbaarheid van groen voor fietsen.

Figuur 4 geeft de vraag van bewoners in Zuid-Holland weer naar groen om te kunnen fietsen in hun omgeving en het aanbod hiervan. Er is aangegeven of het aanbod voor deze vraag wel of niet voldoende is, dus in feite geeft deze kaart ook gelijk de mismatch aan tussen vraag en aanbod.

De legenda van de kaart geeft aan of de beschikbaarheid van fietsgroen voldoende is aan de hand van het percentage bewoners dat terecht kan: ruim voldoende betekent dat meer dan 80% van de bewoners terecht kan (lichtblauw), bij voldoende is dat 50-80%, bij onvoldoende 20-50% en bij sterk onvoldoende minder dan 20% (donkerblauw). Deze kaart is over de aanbodkaart (groen-/roodtinten) heen geprojecteerd.

Te zien is dat bewoners met een tekort aan fietsgroen vooral in de grote steden wonen. Opvallend is ook dat de beschikbaarheid van groen voor de bewoners van Delft sterk onvoldoende is terwijl er wel groen in de omgeving aanwezig is. Hier speelt mee dat het ingeklemd ligt tussen Rotterdam en Den Haag, waardoor naast eigen bewoners veel bewoners uit die steden naar het omliggende groen trekken waardoor er daar een hoge recreatiedruk is.

3.1.6.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

Voor het fietsen is uitgegaan van een ronde van ca. 15-25 km vanaf de voordeur. Vanuit bewonerswijken is geanalyseerd of er voldoende recreatiegebied voorhanden is in een straal van 10 km rond de wijk. De inwonersaantallen per wijk zijn gebaseerd op CBS-data, waarvan 9% van de bewoners gaat fietsen (normdag, 5^e drukste dag van het jaar; Goossen et al. 2010). Er is een basiskaart recreatieve groengebieden ontwikkeld met landschapselementen die zich lenen voor recreatie (Goossen 2016). Per landschapselement is een bepaalde opvangcapaciteit toegekend, dat is het maximale aantal fietsers per hectare dat nog niet als te druk wordt ervaren (De Vries et al. 2004). Het aantal fietsers vanuit de wijken is over de recreatiegebieden binnen een straal van 10 km

verdeeld. Vervolgens is bepaald of de opvangcapaciteit voldoende is of wordt overschreden. Het teveel aan bezoekers is verdeeld over de wijken waar ze vandaan komen, waarmee duidelijk wordt in welke wijken bewoners wonen die voldoende of een tekort aan recreatiegroen hebben.

3.1.6.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

Deze methode waarmee de kaarten zijn gemaakt, is ontwikkeld in het kader van het project 'Hart van Holland' (Vos et al. in voorbereiding) en opgeschaald naar de hele Provincie Zuid-Holland. De aanbodkaart recreatie is samengesteld uit de volgende topografische informatie: Top10NL (versie november 2016) en CBS-grondgebruiksgegevens (2012), aangevuld met gebieden met een recreatieve functie uit de gebiedsprofielen van de provincie Zuid-Holland. Er is gerekend met de wijken waar in totaal 95% van de inwoners van de provincie Zuid-Holland woont. De verdeling van de inwoners per wijk over het aangrenzende landschap is uitgevoerd met een cost-distance-module (ArcGIS for Desktop) op een rasterbestand met een resolutie van 100*100 m. Er is rekening gehouden met landschapselementen die niet te overbruggen zijn, zoals brede watergangen. Auto(snel)wegen zijn niet als belemmerend beschouwd, omdat is aangenomen dat voorzieningen zijn aangebracht. De cost-distance module is herhaald vanuit alle wijken en de totale aantallen zijn per cel van 100*100 m gesommeerd. Voor de vraagkaart fietsen is het teveel aan bezoekers (vergeleken met de opvangcapaciteit van elke cel) naar rato verdeeld over de wijken waar ze vandaan komen.

3.1.7 Mismatch groen voor fietsen vanuit je buurt

De mismatch tussen vraag en aanbod van groen voor fietsen vanuit je buurt is af te lezen uit de vraagkaart (Figuur 4). Deze benadrukt de conclusies van de aanbodkaart (Figuur 3) dat er vooral rond de grote steden een tekort is aan groen om te fietsen: in de grote steden heeft minder dan 20% van de bewoners toegang tot groen om te fietsen vanuit hun huis. Rond de grote steden is dat 20-80%. Dat komt door het grote aantal bewoners en het kleine aanbod groen in en rond de stad. In grote steden wordt over het algemeen weinig ruimte bestemd voor (permanent) groen om te fietsen. Hier kan wel worden overwogen om recreatiegroen met een hogere opvangcapaciteit te ontwikkelen, bijvoorbeeld door open gebieden om te vormen tot bosgebieden of aanleg van groene landschapselementen. Buiten de stadskernen wonen minder mensen, maar is er vooral weinig aanbod van groen. In deze gebieden zou een vergroting van de hoeveelheid groen uitkomst bieden. In de lichtblauwe gebieden is het aanbod van fietsgroen in de omgeving voldoende voor meer dan 80% van de bewoners, maar toch is er ook hier nog een lichte behoefte aan meer fietsgroen. In de donkergroene gebieden, vooral het westelijke veenweidegebied, is er een overschot aan aanbod van fietsgroen: het aanbod groen is hoog en er wonen relatief weinig mensen. Hier zouden (puur vanuit recreatief oogpunt gezien) meer bewoners kunnen komen die gebruikmaken van het fietsgroen. In de oranje gebieden is de capaciteit van het groen voor fietsrecreatie onvoldoende, met name door de grote aantallen bewoners in de stadsranden. Aanleg van meer groen dat aantrekkelijk is voor fietsrecreanten in deze gebieden kan de opvangcapaciteit vergroten. Een kanttekening is wel dat er in deze kaarten geen rekening is gehouden met de vraag naar fietsen vanuit buurprovincies. Met name in het noordelijke gebied kan er vanuit de regio Amsterdam daardoor extra druk op de gebieden zijn.

3.2 Ecosysteemdienst regulering van temperatuur

3.2.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst

Door klimaatverandering komen hogere temperaturen vaker voor en neemt de vraag naar koeling verder toe. Bomen en planten geven verkoeling in warme perioden. Bomen geven schaduw, waar het koeler is dan in de zon. Verder verdampen bomen en planten water om te kunnen groeien. De verdamping werkt verkoelend op de omgeving. In steden vormen boomrijke parken zomers aangename oasen voor mensen op zoek naar verkoeling.

3.2.2 Vraag: Koeling van de luchttemperatuur in de stad

3.2.2.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 5 *Temperatuur in de stad ten opzichte van de omgeving.*

Figuur 5 geeft de vraag weer in Zuid-Holland waar koeling door groen de stedelijke opwarming kan verminderen. Het zegt ook iets over het verschil tussen vraag en aanbod (mismatch) omdat in de op deze kaart weergegeven temperaturen de koeling door het huidige aanwezige groen al is meegenomen.

De kaart geeft het stedelijk hitte-eilandeffect (urban heat island: UHI) weer in °C op basis van het verschil in de jaargemiddelde luchttemperatuur van de stedelijke gebieden ten opzichte van de omliggende landelijke gebieden. De waarden op de kaart zijn jaargemiddelden van de gemiddelde dagtemperatuur. Het stedelijke hitte-eilandeffect is het sterkst in de stedelijke gebieden waar relatief weinig tot geen groen aanwezig is, zoals in de stadscentra van Den Haag en Rotterdam. Dergelijke warme gebieden zijn op de kaart in rood weergegeven. Het temperatuurverschil tussen stad en omringend gebied blijft door het jaar heen gemiddeld onder de 3 graden. Op dagbasis kan op hete zomerdagen het verschil echter beduidend verder oplopen (tot 5 graden of meer) dan de gemiddelde jaarwaarden op de kaart, zeker tijdens avonduren, als het platteland sneller afkoelt dan de stad.

3.2.2.2 Hoe is de ecosystemedienst berekend?

Het stedelijke hitte-eilandeffect (UHI) is berekend in drie stappen:

1. Eerst wordt de maximale UHI berekend op basis van de bevolkingsdichtheid in een straal van 10 km en de windsnelheid op 10 m hoogte (Lauwaet et al. 2016).
2. Als tweede stap wordt het UHI gecorrigeerd op basis van het landgebruik in een straal van 1 km. Het landgebruik werkt door in het UHI, omdat verharde gebieden meer en langer de warmte vasthouden dan vegetatie en water.
3. Vervolgens wordt het UHI gecorrigeerd voor de aanwezigheid van groen en blauw op lokale schaal (in een straal van 30 m). Er is een lokaal effect van bomen en ander groen doordat ze water verdampen waardoor de lucht lokaal wordt gekoeld.

3.2.2.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

Voor de berekening van het UHI wordt gebruikgemaakt van het UrbClim model (De Ridder et al. 2015). De invoergegevens voor het model zijn afkomstig van informatie van het CBS over inwonersaantallen en landgebruik. De informatie over windsnelheden is afkomstig van het KNMI en de vegetatiekaarten met het percentage gras, struiken en bomen per 10 m grid zijn afkomstig van het RIVM (RIVM 2018).

3.2.3 Aanbod: Koeling door groen in de stad

3.2.3.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 6 Koeling door groen in de stad.

Figuur 6 geeft het aanbod weer van de koeling van het aanwezige groen in stedelijke gebieden van Zuid-Holland.

De kaart laat het verkoelende effect van het groen, bomen, struiken en planten, en water in stedelijke gebieden zien. In de centra van de grote steden, en in Den Haag in het bijzonder, komt weinig groen voor, waardoor de bijdrage van groen aan verkoeling op grotere schaal in de stad beperkt is. Het verkoelende effect wordt weergegeven voor gebieden waar de bodem voor meer dan 20% verhard is

in een straal van 1 km. In blauwe gebieden is het verkoelende effect van groen in de stad het grootst en in rode gebieden het kleinst.

3.2.3.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

Deze ecosysteemdienst is berekend als het verschil tussen de maximale hittestress – als er geen groen of blauw in de omgeving aanwezig zou zijn – en de actuele hittestress, uitgaande van de actuele begroeiing in de stad.

Het stedelijke hitte-eilandeffect (Urban Heat Island, UHI) is berekend in drie stappen.

1. Eerst wordt het maximale UHI berekend op basis van de bevolkingsdichtheid in een straal van 10 km en de windsnelheid op 10 m hoogte (Lauwaet et al. 2016).
2. Als tweede stap wordt het UHI wordt gecorrigeerd op basis van het landgebruik in een straal van 1 km. Het landgebruik werkt door in het UHI, omdat verharde gebieden meer en langer de warmte vasthouden dan vegetatie en water.
3. Vervolgens wordt het UHI gecorrigeerd voor de aanwezigheid van groen en blauw op de lokale schaal (in een straal van 30 m). Er is een lokaal effect van bomen en ander groen doordat ze water verdampen, waardoor de lucht lokaal wordt gekoeld.

3.2.3.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

Voor de berekening van het UHI wordt gebruikgemaakt van het UrbClim model (De Ridder et al. 2015) en de invoergegevens zijn afkomstig van informatie van het CBS over inwonersaantallen en landgebruik. De informatie over windsnelheden is afkomstig van het KNMI en de vegetatiekaarten met het percentage gras, struiken en bomen per 10 m grid zijn afkomstig van het RIVM (RIVM 2018).

3.2.4 Mismatch vraag en aanbod temperatuurregulatie door groen

De mismatch tussen het aanbod (Figuur 6) en de vraag naar koeling (Figuur 5) in de huidige situatie is het verschil tussen de hogere stedelijke temperaturen en de lagere temperaturen in het omliggende landelijk gebied. De vraagkaart (Figuur 5) geeft naast de vraag naar koeling door groen (verschil tussen temperatuur in en buiten de stad) tevens de mismatch weer tussen vraag en aanbod van koeling door groen. Voor alle gebieden waar de temperatuur hoger is dan de omgeving is er een mismatch met de hoeveelheid gewenste koeling. Voor de beschrijving van de vraagkaart wordt verwezen naar par. 3.2.2.

3.3 Ecosysteemdienst regulering van geluid

3.3.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst

Wegverkeer is in Nederland de belangrijkste bron van geluidshinder (Franssen et al. 2004). Groenelementen hebben, naast een dempend effect, ook invloed op de beleving van geluid. Ze dempen het geluid enigszins, maar zijn ook van invloed doordat ze zelf aangenaam geluid produceren (bijvoorbeeld het ruisen van de bladeren en indirect door geluid van vogels). Bovendien wordt geluid bij uitzicht op groen als minder storend ervaren. Groen kan dus overlast van geluid verminderen. Ook de onverharde bodem van groene elementen draagt bij aan de geluidsdemping. Naarmate de groene elementen breder zijn, dempen ze meer geluid. Het maximale effect treedt op bij 200 m brede vegetatie, met ca. 10 dB geluidsdemping (DGMR 2010).

3.3.2 Vraag: Vermindering van geluid van wegverkeer

3.3.2.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 7 Geluidsniveau van wegverkeer.

Figuur 7 laat de geluidsbelasting van het wegverkeer boven de 50 dB in de provincie Zuid-Holland zien. Daarmee geeft deze kaart ook de ruimtelijke vraag weer naar demping van geluid van wegverkeer in Zuid-Holland. De kaart zegt tegelijkertijd ook iets over het verschil met het aanbod (mismatch), omdat in het weergegeven geluidsniveau de demping van geluid door het aanwezige groen al is verrekend. De modellen en metingen die worden gebruikt voor het maken van deze kaart doen dat op basis van het werkelijke geluid, dus inclusief de demping door groen. Het geluid dat na demping resteert, is dus op te vatten als mismatch tussen vraag en aanbod.

3.3.2.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

Boven de 50dB beginnen mensen geluid als hinderlijk te ervaren. De geluidsbelasting (in dB) is modelmatig berekend (RIVM 2010), waarbij de bijdrage van de demping van het geluid door groen en

onverharde bodems al verrekend is in de belasting. De geluidsbelasting is het hoogst rond de snelwegen en in de steden waar ook het meeste verkeer is. Afhankelijk van de grenswaarde die wordt gehanteerd wanneer geluidsoverlast optreedt, is er in de gekleurde gebieden dus geen of weinig ruimte voor ontwikkelingen zonder maatregelen die het geluidsniveau beperken. In de witte gebieden, verder weg van steden en snelwegen, is er voor demping van geluid niet per se extra groen nodig. Op deze plekken met veel onverharde bodems absorbeert de bodem ook een deel van het geluid.

De geluidsbelasting is berekend met het Stamina-model, (Standard Model Instrumentation for Noise Assessments, RIVM 2010). Dit model kan de totale geluidsbelasting van verschillende bronnen in beeld brengen. In dit geval is de geluidsbelasting berekend voor het wegverkeer op basis van de gegevens voor rijkswegen, provinciale wegen en gemeentelijke wegen. Het model hanteert daarbij de voor Nederland ontwikkelde Standaard Rekenmethode voor geluid van weg- en railverkeer. En het maakt gebruik van de Standaard Karteringsmethode om de geluidsberekeningen op kaart te zetten.

Gegevens van kenmerken over wegen in Nederland zijn afkomstig uit de omgevingsdatabase van het RIVM (Van Vilsteren et al. 2017). In de database zijn verkeersintensiteiten opgenomen van rijkswegen uit 2014, en voor de provinciale en gemeentelijke wegen uit 2011.

De geluidsreductie hangt met name af van het type ondergrond (hard/zacht), de begroeiing en de hoogte van gebouwen. Aanname is dat het voorkomen van groen gebonden is aan onverharde (zachte) bodems.

3.3.2.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

Voor de berekening van de geluidsbelasting met het Stamina-model (RIVM 2010) is voor het huidige landgebruik uitgegaan van vegetatiekaarten waarop voor grids van 10x10 m aangegeven is hoeveel groen, bomen, struiken en gras er voorkomt (RIVM 2018). Voor de geluidsberekeningen is aangenomen dat groen zich op onverharde bodem bevindt en daar de geluidsreductie het sterkst is.

3.3.3 Aanbod: Reductie van geluid door wegverkeer door groen

3.3.3.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 8 Reductie van geluid door wegverkeer door groen.

Figuur 8 geeft het aanbod weer van de aanwezige groengebieden in Zuid-Holland om geluid van wegverkeer te dempen.

Deze kaart laat de cumulatieve geluidsreductie door groen zien. De geluidsreductie is gecumuleerd over de afstand die het over groen aflegt. De geluidsreductie door groen neemt daarbij toe naarmate de afstand van de geluidsbron – wegen en snelwegen – toeneemt. Verder wordt de geluidsreductie minder naarmate een groter deel van de bodem verhard is. De berekende geluidsreductie is het hoogst in natuur- en landbouwgebieden en het laagst in stedelijk gebied, omdat in dat laatste gebied meer verhard oppervlak aanwezig is.

3.3.3.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

De geluidsreductie is berekend met het Stamina-model (Standard Model Instrumentation for Noise Assessments, RIVM 2010). Dit model kan de totale geluidsbelasting van verschillende bronnen in beeld brengen. In dit geval is de geluidsbelasting door het wegverkeer berekend op basis van de wegverkeergegevens. De geluidsreductie hangt daarbij af van het type ondergrond en begroeiing en de hoogte van gebouwen. Om de reductie door groen/onverharde bodems in beeld te brengen, zijn twee scenario's doorgerekend: (i) zonder groen of onverharde bodems en (ii) met groen en onverharde bodems. De geluidsreductie door groen en onverharde bodems is vervolgens berekend door het verschil tussen deze twee scenarioberekeningen te bepalen.

3.3.3.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

Voor de berekening van de geluidsbelasting met het Stamina-model (RIVM 2010) is het huidige landgebruik aangepast op basis van vegetatiekaarten (RIVM 2018), waarop voor grids van 10x10 m aangegeven is hoeveel groen, bomen, struiken en gras er voorkomt. Voor de geluidsberekeningen is aangenomen dat in het scenario met groen de begroeiing zich op onverharde bodem bevindt waar de geluidsreductie het sterkst is. Voor het scenario zonder groen is de hoeveelheid groen per grid op nul gezet en is de bodem als onverhard aangemerkt als er oorspronkelijk groen in het grid voorkwam.

3.3.4 Mismatch aanbod en vraag geluidsreductie door groen

De vraag naar demping van geluid van wegverkeer is opgevat als de vraag om al het hinderlijke geluid te dempen. Op basis van literatuur is daarbij de grens van 50 dB gehanteerd. Hierboven gaan mensen geluid als hinderlijk ervaren. Boven 55 dB is er zeer duidelijk sprake van overlast. Dit geluidsniveau wordt veelal aangehouden als grens voor geluid van wegverkeer op de voorgevel van een woning.

De kaart van geluid door wegverkeer (Figuur 7) zegt naast het geluidsniveau door wegverkeer tegelijkertijd ook iets over het verschil met het aanbod (mismatch). In het weergegeven geluidsniveau is de demping van geluid door het aanwezige groen al verrekend. De modellen en metingen die worden gebruikt voor het maken van deze kaart doen dat op basis van het werkelijke geluid, dus inclusief de demping door groen. Het geluid dat na demping resteert, is dus op te vatten als mismatch tussen vraag en aanbod.

Voor verdere toelichting van de mismatch wordt verwezen naar par. 3.3.2.

3.4 Ecosysteemdienst regulering van luchtkwaliteit

3.4.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst

Schone lucht is belangrijk voor de gezondheid van mensen. Door industrie, verkeer, landbouw en andere activiteiten komen allerlei deeltjes in de lucht die schadelijk zijn voor de mens. Een belangrijk schadelijk deeltje is fijnstof (PM: particulate matter). Onderzoek toont aan dat door blootstelling aan hoge concentraties fijnstof jaarlijks enkele duizenden mensen vroegtijdig komen te overlijden. Vegetatie filtert fijnstof uit de lucht. Naarmate de vegetatie hoger is en meer bladoppervlak heeft, vangt het meer fijnstof af. Bos heeft een relatief hoge invangcapaciteit en gras een relatief lage. Over de zuiverende werking van vegetatie bestaat in de wetenschap discussie. De discussie gaat er niet zozeer over of vegetatie lucht zuivert, maar wel over de omvang van de zuivering, welke deeltjes het schadelijkst zijn en over schadelijkheid van piek- en langdurige belastingen. Bij de mate waarin vegetatie fijnstof invangt, spelen o.a. deeltjesgrootte, plantensoorten, structuur van het ecosysteem en weersomstandigheden een rol. In onze kaarten is gebruikgemaakt van gegevens uit de literatuur als standaardwaarden voor de invangcapaciteit van fijnstof door groen. Bij de kaarten moet opgemerkt worden dat de absolute waarden met de nodige voorzichtigheid gehanteerd moeten worden gezien voornoemde discussie.

3.4.2 Vraag: Vermindering fijnstofconcentraties

3.4.2.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 9 Fijnstofconcentraties in de lucht (jaargemiddelden).

Figuur 9 toont de jaargemiddelde fijnstofconcentratie (PM₁₀ µg/m³) in de provincie Zuid-Holland voor het jaar 2016. Fijnstof is voornamelijk afkomstig van vervoer en transport, industrie en energieopwekking en van landbouw. De op de kaart weergegeven concentratiewaarden zijn tot stand gekomen op basis van metingen en modelberekeningen (zie par. 3.4.2.2). De waarden worden berekend voor 1x1 km grids, die ook op de kaart zijn weergegeven.

Figuur 9 geeft in feite ook de vraag weer van bewoners uit Zuid-Holland naar groen dat fijnstof afvangt. Het zegt ook iets over het verschil met het aanbod (mismatch), omdat de gemeten fijnstofconcentratie in de lucht het resultaat is van uitgestoten fijnstof die deels al is afgevangen door het aanwezige groen.

De schadelijkheid van fijnstof voor de gezondheid is onomstotelijk vastgesteld (Buijsman et al. 2013). Er is echter discussie over de mate van schadelijkheid bij piekblootstellingen en bij langdurige blootstelling. In samenhang met die discussie bestaan er verschillende normen. In Europa, en ook in Nederland, wordt $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als norm gehanteerd voor de jaargemiddelde fijnstofconcentratie (EU-norm). Daarnaast bestaat een dagnorm die inhoudt dat een gemiddelde dagconcentratie van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niet vaker dan 35 dagen per jaar mag worden overschreden. Omgerekend naar een jaargemiddelde concentratie correspondeert de grenswaarde van 35 dagen met een jaargemiddelde concentratie van $31,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (omgerekende dagnorm). Naast deze normen hanteert de WHO een norm die op de helft van de norm van de EU ligt, namelijk $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De verschillende grenswaarden zijn als legendaklassen op de kaart weergegeven (WHO-norm).

De jaargemiddelde fijnstofconcentratie vertoont een redelijk homogeen beeld over de provincie Zuid-Holland met een paar lokale verhogingen van 15 tot $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tot boven de EU-norm (rode gebieden) bij de haven van Rotterdam waar op- en overslag van droge bulkgoederen plaatsvindt. De fijnstofconcentratie in de centra van de grote steden zoals Rotterdam, Den Haag, Leiden en Delft is weliswaar verhoogd, maar ligt nog net onder de omgerekende dagnorm (gele gebieden), maar voldoet niet aan de WHO-norm. Buijsman et al. (2013) stellen dat er geen veilige niveaus kunnen worden aangetoond waarbij geen schadelijke gezondheidseffecten van fijnstof optreden. Dit betekent dat er gezondheidswinst mag worden verwacht bij elke microgram minder fijnstof, ongeacht de aard of samenstelling van het fijnstof. Wel is bekend dat niet al het fijnstof even schadelijk is en dat beleid dus kan prioriteren op basis van toxiciteit en blootstellingsscenario's. Huidig onderzoek wijst in de richting dat in ieder geval de kleine (zwarte) roetdeeltjes van belang zijn die vrijkomen bij verbrandingsprocessen zoals bij verbranden van fossiele brandstoffen en houtkachels.

3.4.2.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

De op de kaart weergegeven PM10 fijnstofconcentraties zijn gebaseerd op de actueelste emissies, meteorologische omstandigheden en gemeten concentraties in het jaar 2016. De concentraties worden berekend met een luchtmodel, het OPS-model (Jaarsveld 2004; Sauter et al. 2015), dat wordt gekalibreerd op basis van het Landelijk Meetnet Lucht (LML 2016). De concentraties in verkeersrijke omgevingen, zoals drukke straten en snelwegen, worden vervolgens vastgesteld door de concentratie in de (stedelijke) achtergrond (uit de GCN-kaarten) te verhogen met de extra bijdrage door het wegverkeer, berekend met de NSL-rekentool. De gegevens zijn afkomstig van het RIVM.

3.4.2.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

De methode om voor iedere willekeurige plaats in Nederland de concentratie te berekenen, bestaat uit drie stappen:

1. Eerst worden de grootschalige concentratie fijnstofconcentraties met het OPS-model berekend (Van Jaarsveld, 2004; Sauter et al. 2015). Dit model benut alle bekende informatie over de emissie van fijnstof uit de Emissieregistratie, buitenlandse bronnen en zeescheepvaartemissies voor de Noordzee.
2. Vervolgens worden de modelresultaten gekalibreerd met metingen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML, 2016; Mooibroek et al. 2014) van het RIVM, aangevuld met metingen van de GGD-Amsterdam en van de DCMR.
3. Ten slotte wordt een gedetailleerde berekening gemaakt van de bijdrage van lokale bronnen aan de grootschalige concentratie met specifieke modellen om de invloed van landbouwstallen of drukke wegen in beeld te brengen.

3.4.3 Aanbod: Invang van fijnstof door groen

3.4.3.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 10 Afvang van fijnstof door groen.

Figuur 10 geeft het aanbod weer van de aanwezige groengebieden in Zuid-Holland om fijnstof af te vangen. Deze kaart zegt ook iets over de vraag, omdat de berekenende afvang van fijnstof niet alleen afhangt van de invangcapaciteit van het aanwezige groen, maar ook van de fijnstofconcentratie in de lucht.

Op de kaart is te zien waar en hoeveel fijnstof (kg PM₁₀/jaar) uit de lucht wordt ingevangen door vegetatie zoals bomen, struiken en gras. Verharde terreinen en gebouwen filteren nagenoeg geen fijnstof uit de lucht. Dit is ook wat we zien op de kaart. In de stedelijke gebieden is de invang van fijnstof gering, met name in het havengebied van Rotterdam valt dit op. Van groene elementen vangen bomen het meeste fijnstof in. Dat zien we terug op de kaart voor de parken in stedelijk gebied en voor de bosgebieden zoals in de duinen bij Wassenaar.

3.4.3.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

De invang van fijnstof door groen (kg/jaar) wordt berekend op basis van de fijnstofconcentraties in de lucht en het soort begroeiing. De fijnstofconcentraties in de lucht worden modelmatig berekend met het OPS-model (Jaarsma 2004, Sauter et al. 2015). Afhankelijk van het vegetatietype wordt er meer of minder fijnstof uit de lucht ingevangen (RIVM, 2018.). Na invang waait een gedeelte van het fijnstof weer op en komt dan weer in de lucht terecht (resuspensie). Het telt dan weer mee in de luchtconcentratie. In de berekening wordt daar rekening mee gehouden.

3.4.3.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

Voor de berekening van de invang van fijnstof door groen is op basis van literatuuronderzoek per vegetatietype een depositiesnelheid vastgesteld (RIVM 2018). Deze depositiesnelheid is vermenigvuldigd met de lokale fijnstofconcentratie (RIVM 2017), waarbij is aangenomen dat de helft van de depositie weer resuspendeert. De vegetatietypen zijn gebaseerd op de landgebruikskaart van het CBS en op vegetatiekaarten zoals die zijn ontwikkeld door het RIVM (2018). Hierin worden als

vegetatietypen onderscheiden: loofbos, naaldbos, gemengd bos, struiken, lage vegetatie & gras, weilanden en akkerland.

De gridgrootte van de kaart met luchtconcentratie fijnstof is voor dit doel omgerekend naar een gridgrootte van 10x10 m, het schaalniveau waarop ook de informatie over de vegetatie aanwezig is.

3.4.4 Mismatch vraag en aanbod afvang van fijnstof door groen

De mismatch tussen vraag en aanbod van fijnstofafvang is gelijk af te lezen uit de vraagkaart (Figuur 9). Afhankelijk van welke norm wordt gehanteerd, wordt de gewenste luchtconcentratie al dan niet overschreden. Uitgaande van de WHO-norm voor PM10 ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) is er in de gele en rode gebieden geen ruimte voor ontwikkelingen die de uitstoot van fijnstof verder vergroten en is er behoefte aan extra groen om fijnstof af te vangen. Uitgaande van de WHO-norm is in de blauwe gebieden voor de fijnstofafvang geen extra groen nodig. Echter, uitgaande van de bevindingen van Buijsman et al. (2013) dat iedere daling van de fijnstofconcentratie gewenst is, zou ook in deze gebieden meer groen kunnen helpen met verminderen van de concentratie fijnstof in de lucht. De grootste vermindering van fijnstofconcentraties zal echter door bestrijding aan de bron moeten komen. Luchtzuivering door groen zal slechts een beperkt deel van de fijnstof kunnen wegnemen.

3.5 Ecosysteemdienst regulering van waterkwaliteit

3.5.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst

Voor de waterkwaliteit van oppervlaktewater moet Nederland voldoen aan de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). Deze kent een ecologische en fysisch-chemische beoordeling van de waterkwaliteit. De belangrijkste stoffen in de fysisch-chemische beoordeling zijn stikstof en fosfor. Voor de binnenwateren worden de concentraties van deze stoffen als het gemiddelde over het zomerhalfjaar beoordeeld. In zoute wateren wordt in plaats van totaal stikstof het gemiddelde van het winterhalfjaar van opgelost anorganisch stikstof (DIN) beoordeeld, fosfor wordt niet beoordeeld. Op plekken met een onvoldoende waterkwaliteit is er vraag naar waterzuivering om alsnog aan de gewenste kwaliteit te gaan voldoen. Waterzuivering door water- en moerasplanten en akkerranden kan bijdragen aan het verbeteren van de waterkwaliteit. Door water- en oeverplanten worden stikstof en fosfor uit het water opgenomen, in moerassen wordt slib uit het water gefilterd. Sloopbermen en akkerranden kunnen helpen om de meststoffen die van landbouwgrond in het water terechtkomen te verminderen. Ze zuiveren dus geen water in de zuivere betekenis van het woord, maar dragen wel bij aan een betere waterkwaliteit. Waterzuivering door waterplanten en akkerranden kunnen bijdragen aan verbeteren van de waterkwaliteit.

3.5.2 Vraag: Vermindering stikstof en fosforgehalten in het oppervlaktewater

3.5.2.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 11 Stikstof- en fosforgehalten in het oppervlaktewater.

Op de kaart staat de waterkwaliteit van de zoete oppervlaktewateren in Zuid-Holland volgens de beoordelingscriteria van de Kaderrichtlijn Water (KRW). De waterkwaliteit van de wateren die met groen zijn weergegeven, is goed wat betreft de voedingsstoffen stikstof en fosfor. In de overige wateren is de waterkwaliteit voor deze voedingsstoffen ontoereikend (roze/oranje) tot slecht (rood). De waterkwaliteit van de grote rivieren (Lek, Waal, Maas, Hollands Diep, Volkerak en Haringvliet) is over

het algemeen als matig tot goed beoordeeld. Het water in de Oude Maas en de Bernisse is als slecht tot ontoereikend beoordeeld. Het oppervlaktewater in de polders ten zuiden van Den Haag en ten westen van Rotterdam is eveneens als matig tot ontoereikend beoordeeld, net als het oppervlaktewater in de Bollenstreek rondom Lisse en in de omgeving van Nieuwkoop. Het water in het Valkenburgse meer (ten zuidwesten van Leiden), Het Joppe (ten noorden van Leiden), de Langeraaarse plassen (ten noorden van Ter Aar) en de Vlietlanden is als slecht beoordeeld.

3.5.2.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

De beoordelingsklassen van de waterkwaliteit is overgenomen van de in de KRW gehanteerde criteria voor de algemeen fysisch-chemische waterkwaliteit voor de nutriënten stikstof (N) en fosfor (P). Deze stoffen zijn gekozen, omdat de ecosysteemdienst waterzuivering vooral voor deze nutriënten werkzaam is door opname van deze stoffen door waterplanten en deze stoffen ook als belangrijkste indicatoren voor de algemene fysisch-chemische waterkwaliteit worden beschouwd. Voor de beoordeling van de waterkwaliteit zijn per watertype (bijvoorbeeld laagveenplassen, langzaam stromend riviertje op zand/klei, langzaam stromende beneden/middenloop op veenbodem) criteria opgesteld. Deze criteria zijn overgenomen uit Van der Molen et al. (2012) die de referenties en maatlatten voor de Kaderrichtlijn Water oppervlaktewateren beschrijven. Op de kaart zijn de beoordelingsklassen voor stikstof en fosfor gecombineerd.

Tabel 3 *Samengevoegde beoordelingsklassen van de beoordelingsklassen voor stikstof en fosfor van de oppervlaktewateren van de Kaderrichtlijn Water.*

Klasse voor Fosfor	Klasse voor Stikstof			
	Slecht	Ontoereikend	Matig	Goed
Slecht	Slecht	Slecht tot ontoereikend	Slecht	Slecht
Ontoereikend	Slecht	Ontoereikend	Ontoereikend tot matig	Ontoereikend
Matig	Slecht	Ontoereikend tot matig	Matig	Matig tot goed
Goed	Slecht	Ontoereikend	Matig tot goed	Goed

3.5.2.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

De data die voor de kaart zijn gebruikt, zijn gedownload van de website www.waterkwaliteitsportaal.nl en vervolgens zijn de klassen voor stikstof en fosfor gecombineerd volgens Tabel 3. Vervolgens zijn de waarden voor de KRW-wateren op de kaart geprint.

3.5.3 Aanbod en mismatch regulering van waterkwaliteit

De kaart met de waterkwaliteit (Figuur 11) geeft naast de vraag tevens de mismatch weer. De waterkwaliteit die op de kaart wordt weergegeven, is immers de waterkwaliteit die resulteert na de zuivering door de natuurlijke ecosystemen. In feite is in de wateren waar de waterkwaliteit niet aan de norm voldoet de natuurlijke zuiveringscapaciteit van het natuurlijke ecosysteem (aanbod) onvoldoende. In die gebieden moet de waterkwaliteit worden verbeterd door met name de aanvoer van nutriënten naar het oppervlaktewater te verminderen. Daarnaast kan de zuiveringscapaciteit (aanbod) worden vergroot door het aanleggen van bijvoorbeeld meer rietmoerassen en oevers, en akkerranden die voorkomen dat nutriënten af- en uitspoelen naar het oppervlaktewater.

3.6 Ecosysteemdienst regulering van waterstromen

3.6.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst

Door klimaatverandering komen hevige regenbuien vaker voor en kan wateroverlast optreden. Met het vasthouden en bergen van water helpen ecosystemen om wateroverlast te voorkomen. Om wateroverlast te voorkomen, geldt als beste aanpak de fasering vasthouden-bergen-afvoeren. Een van de manieren om water vast te houden, is om regenwater in de bodem te laten infiltreren. Het water vult dan het grondwater aan en het water dat in de wortelzone beschikbaar is voor planten en bomen. Als het water in de bodem wordt vastgehouden, stroomt het minder snel naar de waterlopen en het riool en wordt mogelijke overlast door hoog water of overstort beperkt. Bovendien kan er door gewassen en beplanting geprofiteerd worden van meer water voor de groei en kunnen drinkwatervoorraden worden aangevuld.

3.6.2 Vraag: Voorkomen van wateroverlast door zware regenval

3.6.2.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 12 Gemiddeld aantal dagen met buien van meer dan 25 mm.

Figuur 12 toont de verdeling van het langjarige gemiddelde van het aantal dagen met zware buien (dagen met meer dan 25 mm neerslag) voor de provincie Zuid-Holland. De kaart laat duidelijk een aantal gebieden zien met meer zware buien (rode gebieden). In Rotterdam en omliggende gemeenten, en het gebied ten noorden van de stad reikend tot aan Alphen aan den Rijn en noordelijk van Den Haag, vallen meer zware buien dan elders in de provincie. In het meest westelijk deel van de provincie tussen Meerkerk, Leerdam en Schoonrewoerd en het zuidwestelijke deel van Goeree-Overflakkee vallen de minste zware buien.

3.6.2.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

Het aantal dagen met zware buien (meer dan 25 mm) is berekend aan de hand van data van het KNMI over een 30-jarige periode van 1981-2010. Er is gekozen voor het gebruik van dagen met zware neerslag als indicator voor het ruimtelijke neerslagpatroon, omdat deze als enige een statistisch betrouwbare voorspelling van het neerslagpatroon geeft. Piekbuien (bijvoorbeeld wolkbreuken > 25 mm per uur) geven weliswaar veel wateroverlast, maar de ruimtelijk patronen van piekbuien zijn jaarlijks zeer verschillend en derhalve statistisch niet betrouwbaar ruimtelijk te voorspellen.

3.6.2.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

Het databestand met de neerslaggegevens is verkregen van Climate Adaptation Services en is gebaseerd op neerslaggegevens van het KNMI. De data hebben een gridgrootte van 1x1 km.

3.6.3 Aanbod: Waterberging in de bodem

3.6.3.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 13 Waterberging in de bovengrond.

Op de kaart staat de hoeveelheid water (mm) die in de bodem kan worden geborgen boven het grondwater. Op de kaart is een duidelijk verschil in gebieden te zien waar weinig (minder dan 100 mm), matig (250 tot 500 mm) en veel (meer dan 500 mm) water kan worden geborgen. De (donker)rode gebieden (grotendeels veenweidegebied) hebben weinig waterbergingscapaciteit, voornamelijk door de hoge grondwaterstanden die daar voorkomen. De duinen langs de kust hebben veel bergingscapaciteit door de diepe grondwaterstanden. Grote delen van de zeeleigebieden hebben een matige berging (100-250 mm).

3.6.3.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

Figuur 13 geeft weer hoeveel water (in mm) in de bodem boven het grondwater geborgen kan worden. De waterberging in de onverzadigde zone kan bepaald worden door het verschil tussen de grondwaterstanden en het maaiveld te bepalen. Dit verschilt per locatie. Er is geen rekening gehouden met eventuele wensen vanuit landgebruik of met de afwateringsstructuur. De kaart geeft aan hoeveel

water in de bodem kan worden geborgen, wanneer deze tot de rand (het maaiveld) gevuld kan worden. Dat zal niet in alle gevallen wenselijk zijn.

3.6.3.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

De gebruikte gegevens zijn afkomstig uit het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI) en van de Helpdesk Water. De gebruikte gridgrootte is 250x250 m. De kaart geeft het verschil aan tussen de huidige gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), berekend met NHI-versie 3.0.2 voor de periode 1998 tot 2006, en het maaiveld, vermenigvuldigd met een porositeit van 0.25 en de fractie landoppervlak. De GHG is het gemiddelde van het jaarlijkse gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden op elke 14^e en 28^e van de maand. De porositeit is de fractie aan open ruimte, poriën, in de grond. De kaart voor Zuid-Holland is een uitsnede van de landelijke kaart die is vervaardigd door Deltares (2014) en die onderdeel uitmaakt van de Atlas Natuurlijk Kapitaal.

3.6.4 Mismatch waterberging

3.6.4.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 14 Mate waarin de bodem neerslag van zware regenbuien (meer dan 25 mm) kan bergen.

In Figuur 14 staat de mismatch tussen de waterberging van de bodem en het aantal dagen met zware buien (meer dan 25 mm). In gebieden waar weinig bergingscapaciteit in de bodem aanwezig is om water te bergen, zal bij zware regenval al gauw overlast ontstaan. De kaart laat zien dat in zowel de gebieden met weinig waterbergingscapaciteit als in de gebieden met veel neerslag er een mismatch is tussen de waterbergingscapaciteit en neerslaghoeveelheden bij zware buien. Vooral in het centrale en oostelijke deel van de provincie is er een mismatch (rood gebied).

3.6.4.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

De waterbergingscapaciteit van de bodem is uitgedrukt in mm waterberging. De neerslag is uitgedrukt in aantal dagen met zware buien (meer dan 25 mm op een dag). De eenheden verschillen en kunnen niet zonder meer met elkaar verrekend worden om de mismatch te berekenen. Om de mismatch te schatten, is daarom een sleutel opgesteld waarmee waterberging en neerslag aan elkaar kunnen

worden gekoppeld. In de sleutel is ervan uitgegaan dat op een dag met zware neerslag ca. 30 mm neerslag valt. Het aantal dagen met zware neerslag is een gemiddelde over een periode van 30 jaar, en daarom een decimaal getal. Dit getal is in klassen van hele dagen ingedeeld (0-1 dag, 1-2 dagen etc.). Voor de berekening van de mismatch is van de bovengrens uitgegaan, dus 1 dag bij de klasse 0-1 dag en 2 bij de klasse 1-2 dagen etc. Ook de waterberging is in klassen ingedeeld. Hierbij is als criterium genomen de waarde voor de ondergrens minus 10 mm. De waterbergingscapaciteit (WBC) is berekend als:

$$\text{WBC} = (\text{ondergrens klasse waterberging in mm} - 10 \text{ mm}) - (\text{bovengrens van het aantal dagen} \times 30 \text{ mm}).$$

Vervolgens is de mate van waterberging (= mismatch) beoordeeld als:

Goed: $\text{WBC} > 10$

Matig: $-15 < \text{WBC} < 10$

Slecht: $\text{WBC} < -15$

Schematisch is dit weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4 Beoordeling van de waterbergingscapaciteit van bodems bij zware regenbuien.

Waterberging (mm)	Aantal dagen met zware buien (> 25mm)							
	0	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	>6
0-50	goed	matig	slecht	slecht	slecht	slecht	slecht	slecht
50-100	goed	matig	matig	slecht	slecht	slecht	slecht	slecht
100-250	goed	goed	goed	matig	slecht	slecht	slecht	slecht
250-500	goed	goed	goed	goed	goed	goed	goed	matig
500-750	goed	goed	goed	goed	goed	goed	goed	goed
750-1000	goed	goed	goed	goed	goed	goed	goed	goed
1000-2500	goed	goed	goed	goed	goed	goed	goed	goed
>2500	goed	goed	goed	goed	goed	goed	goed	goed

3.6.4.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

De beoordeling van de combinatie van waterberging in de bodem en aantal dagen met zware buien volgens Tabel 4 is per gridcel (1x1km) op de kaart geplot.

3.7 Ecosysteemdienst regulering van de bodemvruchtbaarheid

3.7.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst

Meer dan twee derde deel van het landoppervlak in Nederland wordt benut voor de landbouw. Bodemvruchtbaarheid is een belangrijke ecosysteemdienst voor de landbouw, waarbij het gaat om maximale gewasopbrengst bij minimaal gebruik van hulpmiddelen, zoals bemesting en ontwatering (Hack-ten Broeke, 2008). Bodemvruchtbaarheid is afhankelijk van chemische en fysische eigenschappen van de bodem. De grondsoort, textuur en profielopbouw, organische-stofgehalte, dichtheid, porositeit en bewortelbaarheid zijn belangrijke fysische bodemeigenschappen die de bodemvruchtbaarheid bepalen. Ook het grondwaterstandverloop is een belangrijke factor in de bodemvruchtbaarheid. Bij te hoge grondwaterstanden in het voorjaar is de bodem te nat om het land te bewerken, groeien gewassen en gras minder en kan het vee het gras vertrappen. In het najaar kunnen hoge grondwaterstanden het oogsten van akkerbouwgewassen bemoeilijken. In perioden met weinig neerslag kan er bij lage grondwaterstanden groeivermindering optreden in het gewas (De Vries en Smit, 2014). Hele natte of juist erg droge bodems leveren zodoende minder opbrengst dan maximaal haalbaar, dat wordt opbrengstdepressie genoemd. Deze bodems zijn dus niet optimaal voor landbouwkundig gebruik.

3.7.2 Aanbod: Natuurlijke bodemvruchtbaarheid voor de landbouw

3.7.2.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 15 geeft het aanbod weer van de bodemvruchtbaarheid van landbouwgebieden in Zuid-Holland om akkerbouwgewassen te verbouwen of gras voor de veeteelt te laten groeien.

Op de kaart is de bodemvruchtbaarheid van gronden weergegeven die in gebruik zijn voor akkerbouw en weidebouw. De bruine gebieden zijn akkerbouwgebieden en de groene gebieden zijn weidebouwgebieden. De kleurschakering binnen het groen en het bruin geeft de mate van opbrengstdepressie weer. Hoe lager de bodemvruchtbaarheid, hoe hoger de opbrengstdepressie. De rode gebieden zijn de glastuinbouwgebieden. Hiervan is geen bodemvruchtbaarheid aangegeven, omdat deze sector voor de teelt geen of weinig gebruikmaakt van de natuurlijke bodem.

Figuur 15 Natuurlijke bodemvruchtbaarheid voor landbouw.

Te zien is dat de beste akkerbouwgebieden in het zuiden van de provincie liggen, op de kleigronden van Goeree-Overflakkee, het eiland van Voorne-Putten en de Hoeksche Waard. De meeste veengronden zijn in gebruik als grasland. Op de kaart is te zien dat de meeste van die gronden een matige tot hoge opbrengstdepressie kennen. Dit is te wijten aan de hoge grondwaterstand. De grondwaterstand wordt in deze gebieden hoog gehouden om bodemdaling door oxidatie van het veen tegen te gaan.

3.7.2.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

Op basis van de bodemeigenschappen zijn de gronden ingedeeld in vruchtbare en minder vruchtbare bodems. Tot de vruchtbare bodems behoren de meeste kleigronden en de meeste veengronden. De meeste zandgronden met een lage pH zijn bij de minder vruchtbare gronden ingedeeld. De vruchtbare gronden zijn verder onderverdeeld naar gewasopbrengst volgens de HELP-methode (Brouwer en Huinink, 2002). Bij deze methode wordt aan de hand van gegevens van de bodem- en grondwatertrappenkaart voor verschillende grondgebruiksvormen opbrengstdepressies bepaald ten opzichte van de optimale situatie. Deze depressies door wateroverlast of vochttekort worden uitgedrukt in % van de optimale opbrengst. Een bodemtype met geen of een geringe depressie (< 20%) beschouwen we als een vruchtbare grond met een hoge gewasopbrengst. Gronden met een hoge opbrengstdepressie (> 40%) als vruchtbare gronden met een lage gewasopbrengst. Hoge depressies treden bijvoorbeeld op bij slecht ontwaterde veengronden door wateroverlast en bij leemarme zandgronden door vochttekorten tijdens het groeiseizoen door diepe grondwaterstanden. De opbrengstdepressie door natschade of droogte bedragen bij sommige bodems bijna 50%. De minder vruchtbare gronden zijn alleen onderverdeeld naar landgebruik grasland en akkerbouw (De Vries en Smit, 2014).

3.7.2.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

Voor de indeling in bodems en grondwatertrappen is gebruikgemaakt van de Bodemkaart van Nederland 1:50.000. Voor de gewasdepressies is gebruikgemaakt van de HELP-methode (Brouwer en

Huinink, 2002). Uit de combinatie van gegevens van de bodem en de grondwatertrappenkaart met de opbrengstdepressiegegevens van Brouwer en Huinink (2002) is een indeling in klassen gemaakt voor zowel akkerbouw als voor grasland. Vervolgens zijn aan de hand van het landgebruiksbestand aan de gebieden met akkerbouw de klassen voor akkerbouw toegekend en aan de gebieden met grasland de klassen voor grasland. Voor het landgebruik is gebruikgemaakt van het LGN6-bestand met gegevens over de situatie in 2010. Hierbij zijn vollegrondstuinbouw en snijmaïs tot de akkerbouwgewassen gerekend.

3.7.3 Vraag en mismatch bodemvruchtbaarheid voor de landbouw

Voor bodemvruchtbaarheid is geen afzonderlijke vraagkaart gemaakt. De vraag kan opgevat worden als alle gebieden waar grondgebonden landbouw plaatsvindt. Dat zijn alle ingekleurde gebieden in Figuur 15. Daarmee is de mismatch dus te definiëren als alle gebieden waar de bodemvruchtbaarheid niet optimaal is. Op die plaatsen zijn de opties om de bodemeigenschappen aan te passen door bijvoorbeeld ontwatering en/of bemesting of door het landgebruik aan te passen, bijvoorbeeld door een andere vorm van agrarisch gebruik of omzetten van landbouw naar natuur. Ook laat de aanbodkaart zien dat de kleigronden in het zuiden van de provincie zeer geschikt zijn voor akkerbouw, waardoor verandering van landgebruik hier minder voor de hand ligt. Daarentegen kent de melkveehouderij in de veenweidegebieden een hoge opbrengstdepressie. Hier zijn mogelijk goede mogelijkheden om met functieverandering of functiecombinaties het landgebruik meer te laten aansluiten bij de natuurlijke omstandigheden.

3.8 Ecosysteemdienst regulering van plagen

3.8.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst

Voor de landbouw is het onderdrukken van plagen belangrijk. Hiervoor worden in de reguliere landbouw chemische bestrijdingsmiddelen gebruikt. Echter, ook natuurlijke plaagbestrijders kunnen plagen indammen. Belangrijk is dat er voldoende leefruimte en voedsel voor de natuurlijke bestrijders zijn en dat er voldoende verbinding in het landschap is, zodat de plaagbestrijders zich goed over het landschap kunnen verspreiden om op alle plekken hun werk te kunnen doen. Een goed ontwikkelde groene infrastructuur draagt bij aan natuurlijke plaagbestrijding, bijvoorbeeld met heggen, houtwallen, groenstroken en natuurgebieden.

3.8.2 Vraag: Verminderen van insectenplagen bij gevoelige gewassen

3.8.2.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 16 Voorkomen van landbouwgewassen die gevoelig zijn voor insectenplagen.

Figuur 16 laat de gebieden zien waar er vraag is naar natuurlijke plaagbestrijding. In de bruinekleurde gebieden worden landbouwgewassen verbouwd die gevoelig zijn voor plaaginsecten. Met name akkerbouwgewassen zijn gevoelig voor plagen. De kaart weerspiegelt dan ook de akkerbouwgebieden in de provincie Zuid-Holland.

3.8.2.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

De vraag naar natuurlijke plaagbestrijding is opgevat als gewassen die last kunnen hebben van plaaginsecten en waar natuurlijke plaagbestrijders kunnen helpen de plaaginsecten te bestrijden. In de akkerbouw wordt schade door insecten/mijten vooral waargenomen op aardappelen, granen, suikerbieten en vollegrondsgroenten (Melman en Van der Heide 2011). Vooral bladluis is een probleem vanwege zuigschade en het overbrengen van virusziekten. Ook rupsen, kevers (bv. bladrandkever, graanhaantje, bietenkever), vliegen (bv. koolvlieg, uienvlieg) en slakken kunnen forse schade

veroorzaken. In de fruitteelt wordt schade veroorzaakt door onder andere diverse soorten mijten, vlinders, luizen, kevers, bladrollers en bladmineerders (Den Belder en Geertsema 2013).

Aangenomen is dat herbivore plagen kunnen optreden in aardappelen, granen, bieten, maïs, fruitkwekerijen, boomgaarden, boomkwekerijen, vollegrondsgroenten en bloembollen.

Op plaatsen waar deze gewassen voorkomen, is aangenomen dat er een vraag is naar natuurlijke plaagbestrijding. Er is geen verdere detaillering in de mate van de vraag onderscheiden.

3.8.2.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

Het voorkomen van de gewassen is geanalyseerd voor een vijfjarige periode over 2012-2016. Voor 2012 is het voorkomen van de gewassen afgeleid van de Landgebruikskaart Nederland versie 7 (LGN7) (Hazeu et al. 2010). Voor de overige jaren is gebruikgemaakt van het bestand Basisregistratie Percelen (BRP). Indien in een van de jaren een gewas werd verbouwd dat als plaaggevoelig is beschouwd, is voor de locatie aangenomen dat er een vraag naar plaagregulatie is. Het bestand heeft een gridgrootte van 25x25 m.

3.8.3 Aanbod: Groenelementen als bron van natuurlijke plaagbestrijders

3.8.3.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 17 Verspreidingsmogelijkheden van natuurlijke plaagbestrijders vanuit groenelementen.

Op de kaart staat de ruimtelijke weergave van het potentiële aanbod van de ecosysteemdienst natuurlijke plaagregulatie. De kaart geeft inzicht in de ligging van de gebieden waar gebruikgemaakt kan worden van de dienst natuurlijke plaagregulatie in Zuid-Holland. De kaart kan gebruikt worden voor een globaal beeld op regioniveau en biedt op regionale schaal inzicht in de potenties voor natuurlijke plaagregulatie. Voor meer gedetailleerde toepassing op lokale schaal of op perceelniveau is een nadere analyse van de lokale omstandigheden nodig.

Het voorkomen van natuurlijke landschapselementen is van grote invloed op het voorkomen van natuurlijke plaagbestrijders en hun verspreidingsmogelijkheden. In de veenweidegebieden zijn veel slootbermen aanwezig en zijn de percelen relatief smal, waardoor de plaagbestrijders zich goed door het landschap kunnen verspreiden. In de akkerbouwgebieden vindt de verspreiding vooral plaats via landschapselementen, zoals houtwallen en bomenrijen, weg- en slootbermen. Ook natuurlijke akkerranden of bloemrijke stroken dragen bij aan de verspreiding. De laatste categorie is echter niet meegenomen, omdat daar geen ruimtelijke informatie over beschikbaar was. Het patroon van natuurlijke landschapselementen is in de akkerbouwgebieden wat grofmaziger dan in de weidegebieden, waardoor ook het potentiële verspreidingsgebied grover is. Het verschil in akker- en weidebouwgebieden komt, zoals verwacht, op de kaart goed tot uiting. In de veenweidebouwgebieden is de potentie van natuurlijke plaagregulatie groter dan in de akkerbouwgebieden.

3.8.3.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

Of een vorm van landgebruik (bijv. slootberm, natuurgebied of landschapselement) een geschikt habitat vormt voor natuurlijke plaagbestrijders, hangt in belangrijke mate af van de oppervlakte en kwaliteit van de habitats, de ruimtelijke ligging van de habitats in het landschap en de mate waarin de habitats met elkaar verbonden zijn. Voor het bepalen van het voorkomen van potentieel geschikte habitats zijn de landschappelijke elementen uit het bestand Basiskaart Natuurelementen gebruikt. De kwaliteit van de habitats die de elementen vormen zijn op basis van een aantal criteria en expert judgement beoordeeld:

- vorm van het landschappelijk element, lijnvorming of vlakvormig
- oppervlakte van het landschappelijk element (indien vlak)
- een wegingsfactor voor de geschiktheid van het landschappelijk element als leverancier van natuurlijk vijanden (expert judgement)
- landschappelijke ligging van het element in natuur/agrarisch of stedelijk gebied.

Afhankelijk van de kwaliteit van de habitat is er een zone om het element heen getrokken waarin de natuurlijke plaaginsecten zich verspreiden en actief kunnen zijn. Deze varieert van 0 tot 100 meter.

3.8.3.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

Voor de ruimtelijke verspreiding van natuurlijke landschapselementen is de Basiskaart Natuurelementen gebruikt. Deze is samengesteld uit de bestanden van de Top10NL (vector), Bestand Bodemgebruik, Landgebruikskaat van Nederland (LGN6), Basiskaart Natuur en uit gegevens over boomlabels en vegetatiehoogte uit het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN).

De natuurtypen uit Henkens en Geertsema (2013) zijn als basis gebruikt bij de bepaling welke beheertypen een potentiële bijdrage aan natuurlijke plaagregulatie kunnen hebben. Daarnaast is voor permanente groenblauwe lijnelementen (houtwallen, heggen, hagen, sloten) bepaald wat de potentiële bijdrage aan natuurlijke plaagregulatie is. De informatie over landschappelijke elementen in het agrarische gebied is afkomstig uit de Basiskaart Natuur Elementen (Clement en Cormont, in prep.).

3.8.4 Mismatch natuurlijke plaagbestrijding

3.8.4.1 Wat zie je op de kaart?

Mismatch natuurlijke plaagbestrijding

Figuur 18 Mismatch van het aanbod van en de vraag naar natuurlijke plaagbestrijding.

In Figuur 18 zijn gebieden te zien waar er aanbod van plaagregulatie (groen) en gebieden waar potentieel geen plaagregulatie optreedt (bruin). Te zien is dat in akkerbouwgebieden zoals Goeree-Overflakkee en de Hoeksche Waard de landschappelijke elementen weliswaar een behoorlijk netwerk van groenblauwe dooradering vormen, maar onvoldoende om alle akkerpercelen volledig te voorzien van natuurlijke plaagbestrijding. De percelen zijn te groot voor volledige verspreiding van de plaagbestrijders over de akkers of, anders gezegd, er zijn te weinig elementen waarlangs de plaagbestrijders zich kunnen verspreiden. Dit geldt in vrijwel alle akkerbouwgebieden. In de weidegebieden zijn over het algemeen veel elementen (o.a. slootbermen) aanwezig die bij voldoende kwaliteit zorgen voor verspreiding van plaagbestrijders. In deze gebieden is er zo goed als geen potentieel tekort aan plaagbestrijding. Van de andere kant hebben weidegebieden over het algemeen ook minder vraag naar plaagbestrijding dan akkerbouwgebieden.

3.8.4.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

De kaart is tot stand gekomen door een combinatie van de kaarten waarop de gewassen zijn weergegeven die gevoelig zijn voor plaaginsecten (Figuur 16) en de kaart met de potentiële verspreidingsmogelijkheid van de plaagbestrijders (Figuur 17). Op plekken waar een potentieel aanbod van plaagbestrijders voorkomt, is aangenomen dat geen tekort in plaagbestrijding optreedt. Is er wel een plaaggevoelig gewas, maar geen potentieel geschikt habitat voor plaagbestrijding, dan is aangenomen dat geen plaagbestrijding optreedt en er dus een tekort is van het aanbod.

3.8.4.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

De kaart is tot stand gekomen door een GIS-overlay van de kaarten waarop de gewassen zijn weergegeven die gevoelig zijn voor plaaginsecten (Figuur 16) en de kaart met de potentiële verspreidingsmogelijkheid van de plaagbestrijders (Figuur 17).

3.9 Ecosysteemdienst drinkwaterproductie

3.9.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst

De levering van grond- en oppervlaktewater voor drinkwater door ecosystemen wordt gezien als ecosysteemdienst. Drinkwater wordt gewonnen uit rivieren, beken en meren (zoet oppervlaktewater) en uit de bodem (grondwater). Grondwater is het zuiverst, omdat het water dan al door de bodem is gefilterd. Voordat grondwater gedronken kan worden, wordt het nog gezuiverd in een waterzuiveringsinstallatie. Oppervlaktewater bevat allerlei verontreinigingen vanuit landbouw, industrie en huishoudens (bv. bestrijdingsmiddelen en medicijnresten). Die stoffen moeten verwijderd worden voordat het oppervlaktewater als drinkwater gebruikt kan worden. Plaatselijk wordt oppervlaktewater voorgezuiverd door het te infiltreren in de duinen, waarna het door de bodem wordt gezuiverd en het grondwater aanvult, waarna het opnieuw gewonnen kan worden.

3.9.2 Aanbod: Kansrijke gebieden voor drinkwaterproductie

3.9.2.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 19 Kansrijke gebieden voor drinkwaterproductie.

Figuur 19 geeft het (potentiële) aanbod weer van gebieden in Zuid-Holland om drinkwater te leveren uit grondwater.

Op deze kaart staan de kansrijke gebieden voor de productie van drinkwater. In de licht- en donkerblauwe gebieden komen potentieel winbare watervoorraden voor. De totale dikte van het winbare grondwaterpakket in die gebieden varieert respectievelijk tussen de 25 tot 100 en 100 tot 200 m. In de andere (witte) gebieden is het grondwater te zout, vervuild of is het doorlaatvermogen van het pakket te laag, waardoor er te weinig water kan worden gewonnen. In de kaart zijn ook de huidige waterwingebieden, de grondwaterbeschermingszones en de boringvrije zones aangegeven zoals die door de provincie zijn vastgesteld (groene gebieden). In aanvulling daarop zijn de ruimtelijke reserveringen rond de winningen ten oosten van Rotterdam weergegeven (geblokte gebieden).

3.9.2.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

De dikte van het winbare grondwaterpakket is berekend op basis van informatie over de ondergrond die beschikbaar is bij TNO en Deltares, o.a. over dikte van de grondwaterlagen, diepte van voorkomen, de waterdoorlatendheid van de watervoerende lagen en de kwaliteit (o.a. zoutgehalte). De dikte van het winbare waterpakket is berekend door de dikte van de afzonderlijke geschikte grondwaterlagen (voldoende doorlatend, niet te zout en niet vervuild) in de ondergrond bij elkaar op te tellen. De stedelijke gebieden en grondwaterafhankelijke natuurgebieden zijn uitgesloten als drinkwaterwinningsgebieden vanwege het mogelijke risico van daling van de grondwaterstand en de kans op verdroging van deze gebieden.

3.9.2.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

De kaart is ontwikkeld in het kader van de Structuurvisie Ondergrond (Strong; Van der Aa et al. 2015). De kaart is gebaseerd op de informatie van de zeven watervoerende lagen uit het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (www.NHI.nu). Een watervoerende laag is meegenomen als kansrijk voor drinkwaterwinning als de doorlaatbaarheid, de kD-waarde, groter is dan 500 m²/dag, en het grondwater niet te zout of vervuild is. Hierbij is gebruikgemaakt van geografische informatie van TNO van de ligging van het brak-zoutgrensvlak gebaseerd op een chloridegehalte van 1000 mg/L. Deze grens is gehanteerd, omdat het grensvlak van 150mg/L op het gehanteerde schaalniveau niet goed is vast te stellen. Vanuit kwaliteitsoogpunt is het onwenselijk dat het grondwater antropogene invloeden bevat, zoals de aanwezigheid van nitraat en andere verontreinigingen. Dergelijke invloeden zijn vrijwel niet aanwezig in grondwater ouder dan zestig jaar, dat daarom wordt aangehouden voor de kwaliteitseisen. Het grensvlak van water ouder dan 60 jaar is bepaald met het NHI-instrumentarium. In natuurgebieden is dit criterium niet van toepassing. Vanwege verdrogingseffecten zouden grondwaterafhankelijke natte natuurgebieden ook uitgesloten moeten worden; een landelijk overzicht van deze gebieden ontbreekt echter. Ten slotte is de winning van grondwater onder stedelijk gebied onwenselijk.

3.9.3 Vraag en mismatch drinkwaterproductie

Drinkwater wordt geproduceerd (aanbod) in het landelijk gebied, de grootste vraag komt met name vanuit stedelijk gebied en industrie. Er is dus een vrijwel 100% mismatch in ruimtelijke zin. Het heeft echter weinig zin die mismatch in beeld te brengen, omdat er wel een ruimtelijke mismatch is, maar geen mismatch in het benodigde volume van vraag en aanbod van het drinkwater. Het geproduceerde drinkwater wordt vanaf de waterwinlocaties via leidingen naar de plaats van gebruik getransporteerd en dekt daarmee de vraag op andere locaties. Op dit moment wordt geheel in de drinkwaterbehoefte voorzien vanuit grond- en oppervlaktewater.

Grondwater bevat over het algemeen minder verontreiniging dan oppervlaktewater en heeft daarom minder nabewerking (zuivering) dan oppervlaktewater. Hierdoor kan grondwater goedkoper worden geproduceerd dan oppervlaktewater. Op dit moment is het drinkwaterverbruik in Zuid-Holland ca. 279 miljoen m³ per jaar (Geudens, 2015). Hiervan is 7% afkomstig uit grondwater, het overige deel van het drinkwater wordt gewonnen uit oppervlaktewater, geïnfiltreerd oppervlaktewater of oeverwater. Als de vraag gedefinieerd wordt als het 100% voorzien in het geproduceerde drinkwater met grondwater, dan is er dus wel een aanzienlijke mismatch. De grondwaterwinning zou in principe opgevoerd kunnen worden. De grondwaterwinning ligt echter met name in het westelijke Veengebied. Het is de vraag of opvoeren van de winning daar wenselijk is. Vergroten van de grondwaterwinning zal in dat gebied mogelijk gevolgen hebben voor de bodemdaling en voor verdroging van natuur. Opvoeren van de productiecapaciteit in de duinen stuit binnen de huidige voorzieningen op de grenzen van de zuiveringscapaciteit. Winning uit oppervlakte- en oeverwater is in principe geen probleem. Wel kan in droge jaren op momenten met weinig afvoer in de rivieren een tijdelijk tekort ontstaan. Ook bestaat het risico van verontreinigingen. In principe wordt dit gemonitord en wordt het oppervlaktewater gezuiverd. Daar hangt wel een kostenplaatje aan. Zorgen voor schoon oppervlaktewater is daarom ook van groot belang voor het produceren van schoon drinkwater.

3.10 Ecosysteemdienst biomassa voor energie toepassingen

3.10.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst

Bomen, planten en gewassen in ecosystemen produceren biomassa, wat gebruikt kan worden voor vele toepassingen, zoals energie, veevoer, meststoffen, bodemverbeteraar, chemische stoffen, functionele materialen, voedselingrediënten en stoffen voor farmaceutica en cosmetica. Energie wordt over het algemeen als een laagwaardige toepassing gezien, alhoewel sommige energietoepassingen hoogwaardig zijn, bijvoorbeeld brandstof voor vliegtuigen. Ook worden steeds meer technieken operationeel waarbij zowel biobased producten als energie worden geproduceerd. Energietoepassingen kunnen behulpzaam zijn als eerste stap bij het op gang brengen van biomassastromen voor meer hoogwaardige toepassingen. Energie kan op verschillende manieren uit biomassa gewonnen worden. Er kan direct energie gewonnen worden door o.a. verbranding, pyrolyse en vergassing van de biomassa. Indirecte energiewinning gebeurt door o.a. covergisting en fermentatie waarbij brandstof ontstaat, zoals ethanol of methaan. Energie kan duurzaam opgewekt worden uit reststromen van zowel houtige biomassa uit bossen, maaisel uit natuur of wegbermen als uit landbouwreststromen, zoals gewasresten of mest.

Mest is op zich een waardevolle grondstof om de voedingstoestand van landbouwgronden op peil te houden. Gebruik van mest voor energie kan competitie om de grondstof veroorzaken. Een manier om dit te voorkomen, is bijvoorbeeld door gebruik te maken van anaerobe vergistingsinstallaties waarbij mest – samen met gewasresten – kan worden omgezet in biogas (methaan) en een vloeibare of droge geconcentreerde meststof. De meststof kan dan gedoseerd worden toegepast op landbouwgronden en met het biogas kan energie worden opgewekt.

3.10.2 Aanbod: Beschikbare biomassa voor energie toepassingen

3.10.2.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 20 Beschikbare biomassa voor energie.

Figuur 20 geeft het aanbod weer van aanwezige groenelementen en landbouwgewassen in Zuid-Holland om biomassa te leveren voor het opwekken van energie.

Op de kaart is per gemeente de energiehoeveelheid (TJ) weergegeven van beschikbare biomassa-reststromen uit bos, natuur, landschap en landbouw. Hierbij zijn reststromen in aanmerking genomen van tak- en tophout uit bossen, stam-, tak-, top- en snoeihout uit landschappelijke beplantingen, bermmaaisel, natuurmaaisel, riet- en heide-maaisel, stro, stengel- en bladresten uit de landbouw en mest (vast en vloeibaar) uit de landbouw. Uitgegaan is van de duurzaam oogstbare biomassa waarbij een deel van de biomassa in het bos, beplanting of akker achterblijft om de bodemvruchtbaarheid op peil te houden. Vervolgens is de energie-inhoud van de biomassa bepaald.

In de donkergekleurde gebieden op de kaart is de totale energie-inhoud van de beschikbare biomassa relatief het hoogst. De gebieden met veel landbouwhuisdieren (koeien en varkens) leveren grote volumes biomassa (mest) en daarmee ook veel energie en zijn daarom op de kaart te zien als donkere gebieden. De gemeenten Molenwaard, Goeree-Overflakkee en Alphen aan den Rijn zijn gemeenten waar veel mest beschikbaar is. De meeste biomassa uit landbouwgewasresten is beschikbaar in de gemeenten Binnenmaas, Korendijk, Dordrecht, Cromstrijen en Strijen. De hoeveelheid biomassa uit bos, natuur en landschap is relatief bescheiden in hoeveelheid (ten opzichte van de hoeveelheden uit de landbouw). Gemeenten met de meeste houtige biomassa zijn Goeree-Overflakkee, Korendijk en Dordrecht.

3.10.2.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

Als eerste stap is de totale omvang berekend van de biomassa reststromen van tak- en tophout uit bossen, stam-, tak-, top- en snoeihout uit landschappelijke beplantingen, bermmaaisel, natuurmaaisel, riet en heide maaisel, stro, stengel- en bladresten uit de landbouw en mest (vast en vloeibaar) uit de landbouw. Voor de biomassa uit bos is alleen de hoeveelheid tak- en tophout meegenomen die vrijkomt bij oogst van stamhout. Het stamhout zelf is niet meegerekend, omdat uitgegaan is van een meer hoogwaardige toepassing dan energie (bijvoorbeeld zaaghout of plaatmateriaal). Van de hoeveelheid tak- en tophout is uitgegaan van duurzame oogst, waarbij een groot deel in het bos achtergelaten wordt om de bodemvruchtbaarheid op peil te houden en voor de biodiversiteit. Bij de berekening van biomassa uit de landschappelijke beplantingen is zowel het tak- en tophout als het stamhout meegerekend. Het stamhout uit dergelijke beplantingen is door de betakking of volumes veelal niet geschikt voor hoogwaardige toepassingen of efficiënte verwerking. De duurzaam oogstbare biomassa uit natuur komt vrij bij beheermaatregelen van die gebieden, bijvoorbeeld bij het maaien van rietvelden of natuurgraslanden. De duurzaam oogstbare hoeveelheden biomassa variëren per soort gewas en zijn ontleend aan de literatuur (Koppejan et al. 2009; Spijker et al. 2007; Elbersen et al. 2012).

De hoeveelheid biomassa van gewasresten uit de landbouw is berekend als vast percentage van de totale biomassaproductie. Hiervoor zijn kentallen uit de literatuur gebruikt (Koppejan et al. 2009; Elbersen et al. 2012) en is uitgegaan van achterlating van een deel van de biomassa voor de bodemvruchtbaarheid. Een bijzondere stroom biomassa uit de landbouw is mest. Deze komt vrij in een vaste vorm (stalmest) en in vloeibare mest (drijfmest). De mest is met name afkomstig van de melkvee- en varkenshouderij. Vanwege de grote aantallen dieren is de hoeveelheid mest de grootste biomassastroom uit de landbouw in Zuid-Holland.

Voor de verschillende biomassa stromen zijn uit de literatuur kengetallen gebruikt om de massa (ton droge stof) om te rekenen naar energie-inhoud (TJ). Mest is de grootste biomassastroom in Zuid-Holland en draagt vanwege de grote omvang ook het meest (ruim 61%) bij aan de totale energie-inhoud van de beschikbare biomassa (Figuur 21).

3.10.2.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

Voor de berekening van de hoeveelheden houtige biomassa is gebruikgemaakt van data van de zesde nationale bosinventarisatie (Schelhaas et al. 2014) en de Basiskaart Natuur. Voor de schattingen van de verschillende kwaliteiten biomassa (stamhout en tak- en tophout) is gebruikgemaakt van het model EFISCEN (Nabuurs et al. 2000). Voor de berekening van de hoeveelheden biomassa uit de landbouw is gebruikgemaakt van gewasinformatie uit de Basisregistratie Percelen met data over

voorkomen van gewassen. Voor schattingen van de hoeveelheid gewasresten is gebruikgemaakt van kengetallen uit de literatuur (Koppejan et al. 2009; Elbersen et al. 2012).

Voor de berekening van de energie-inhoud zijn kentallen uit de literatuur gebruikt specifiek voor de houtige biomassa, gewasresten en voor mest (Openshaw 2015).

3.10.3 Vraag en mismatch biomassa voor energietoepassingen

Het is weinig zinvol de vraag – en dus ook de mismatch tussen vraag en aanbod van biomassa – voor energietoepassingen ruimtelijk in kaart te brengen. Biomassa voor energie wordt vervoerd naar en verwerkt in biomassacentrales van waaruit huishoudens en bedrijven worden voorzien van energie. Wel is het zo dat de rendabiliteit van het verwerken van biomassa tot energie sterk afhangt van de transportafstand van de productieplek tot de biomassacentrales: het vervoer van biomassa is namelijk relatief duur (Gonzales et al. 2013).

Wel kunnen we een schatting maken in hoeverre de beschikbare biomassa voorziet in de energiebehoefte van huishoudens in Zuid-Holland. De totale energie-inhoud van de duurzaam beschikbare biomassa is berekend op ca. 6538 TJ voor de hele provincie Zuid-Holland (Figuur 21). Die hoeveelheid is gelijk aan het energiegebruik van ca. 132.000 particulier huishoudens, ofwel 8% van het energieverbruik van alle particuliere huishoudens in Zuid-Holland.

Figuur 21 Energie-inhoud van biomassa reststromen in Zuid-Holland (TJ).

3.11 Ecosysteemdienst biomassa voor biobased toepassingen

3.11.1 Beschrijving van de ecosysteemdienst

Ecosystemen produceren biomassa, wat gebruikt kan worden voor vele biobased toepassingen – naast energie –, zoals veevoer, meststoffen en bodemverbeteraars, chemische stoffen, functionele materialen, voedsel ingrediënten en stoffen voor farmaceutica en cosmetica. Energie wordt als een laagwaardige toepassing gezien, alhoewel sommige energietoepassingen hoogwaardig zijn, bijvoorbeeld brandstof voor vliegtuigen. Toepassingen voor voedsel en farmacie worden als hoogwaardige toepassingen beschouwd. Er worden steeds meer technieken operationeel waarbij zowel biobased producten als energie wordt geproduceerd. In principe kan alle biomassa zowel voor energie als voor biobased worden gebruikt. Een onderscheid op grond van de grondstof alleen is moeilijk te maken. Van belang zijn o.a. de kwaliteit van de grondstof, de hoeveelheid, de techniek waarmee de biomassa verwerkt wordt, de transportafstand en de beschikbaarheid gedurende het jaar. Duurzaamheid is een belangrijk aspect bij het gebruik van biomassa, voor zowel energietoepassingen als voor biobased producten. Het gebruik van reststromen (afval bij primaire productie) voor biobased producten wordt over het algemeen als duurzaam gezien.

Voor het verwaarden van biomassa voor biobased producten is een groot aantal technieken beschikbaar waarbij chemische bestanddelen geëxtraheerd worden en/of grovere bestanddelen (vezels) worden gescheiden. Welke technieken (economisch) het meest interessant zijn, hangt van veel factoren af, waaronder de kwaliteit en de kwantiteit van de biomassa en van concurrerende toepassingen. Een toepassing waar veel aandacht voor is, is bijvoorbeeld de productie van bioplastics, wat geproduceerd kan worden uit bijvoorbeeld blad- en stengelresten.

3.11.2 Aanbod: Beschikbare biomassa voor biobased toepassingen

3.11.2.1 Wat zie je op de kaart?

Figuur 22 Beschikbare biomassa (blad- en stengelresten) voor biobased toepassingen.

Figuur 22 geeft het aanbod weer van landbouwgebieden in Zuid-Holland om biomassa (blad- en stengelresten) te leveren voor biobased toepassingen.

De kaart toont de hoeveelheid blad- en stengelresten in ton per gemeente. De belangrijkste gewassen die aan deze biomassa bijdragen, zijn suikerbieten, aardappelen, wortelen en uien. De blad- en stengelresten van deze gewassen bevatten diverse chemische componenten die gebruikt kunnen worden bij de vervaardiging van biobased materialen, zoals bio-plastics. De akkerbouwgebieden komen duidelijk tot uiting op de kaart als de (donker)groengekleurde gebieden. In het westelijk veenweidegebied en de gemeenten langs de Noordzeekust is weinig tot geen akkerbouw. De meeste biomassa van blad- en stengelresten is te vinden in de gemeenten Binnenmaas, Korendijk, Cromstrijen en Strijen, met tussen de 2500-4900 ton droge stof.

3.11.2.2 Hoe is de ecosysteemdienst berekend?

Op basis van de informatie van de Basisregistratie gewaspercelen zijn de gewassen en de oppervlakten van die gewassen berekend. Per gewas is een standaardniveau voor de blad- en stengelresten berekend op basis van kentallen (Koppejan et al. 2009; Elbersen et al. 2012). Hierbij is uitgegaan van een duurzame oogst, waarbij een deel van de biomassa achterblijft op het land om de bodemvruchtbaarheid in stand te houden. De percentages verschillen per gewas.

3.11.2.3 Hoe is de kaart (technisch) tot stand gekomen?

Voor de kaartvervaardiging is gebruikgemaakt van de gewasinformatie uit de Basisregistratie percelen en van kengetallen voor de opbrengsten van het gewas en de hoeveelheid blad- en stengelresten (Koppejan, 2009; Elbersen et al. 2012).

3.11.3 Vraag en mismatch biomassa voor biobased toepassingen

Het is weinig zinvol de vraag en dus ook de mismatch tussen vraag en aanbod van biomassa voor biobased toepassingen ruimtelijk in kaart te brengen. Biomassa wordt vervoerd van de productieplaats naar en verwerkt in fabrieken op industrieterreinen in of rond Zuid-Holland. De rendabiliteit van het verwerken van biomassa tot biobased producten hangt sterk af van de transportafstand van de productieplek tot de biomassacentrales: het vervoer van biomassa is namelijk relatief duur (Gonzales et al. 2013).

Wel kunnen we een ruwe schatting maken in hoeverre de beschikbare biomassa voorziet in de behoefte aan biobased producten in Nederland.

Het gebruik van biomassa voor energie en materialen is voor 2012 geschat op 14,5 Mton (ministerie van Economische Zaken 2015), waarvan 0,6 Mton voor biobased toepassingen (chemicaliën). Voor 2030 wordt het totale gebruik van biomassa geschat op 25-35 Mton, waarvan ca. 2 tot 9,6 Mton voor biobased toepassingen (chemicaliën). De hoeveelheid blad- en stengelresten in Zuid-Holland bedraagt in totaal 31 kton, (0,03 Mton) ofwel ca. 5% van de huidige toepassing van biomassa voor biobased toepassingen in Nederland en 0,3-1,5% van de geschatte biomassa behoefte voor biobased toepassingen (chemicaliën) in 2030. De totale hoeveelheid biomassa uit bos, natuur en landschap (exclusief mest) bedraagt ca. 155 kton per jaar (0,15 Mton). Deze hoeveelheid is ca. 25% van het huidige gebruik voor biobased toepassingen in Nederland en ca. 1,5-7,5% van het geschatte gebruik voor Nederland in 2030.

4 Stapelkaarten: meerdere ecosysteemdiensten op één plek bekeken

4.1 Ecosysteemdienst die bijdragen aan gezondheid

Zoals beschreven in hoofdstuk 2 Methoden (par 2.2.2) hebben we twee series stapelkaarten gemaakt waarop het aanbod en vraag van de ecosysteemdiensten is weergegeven. Er is een serie kaarten vervaardigd waarop drie ecosysteemdiensten zijn gestapeld en een serie kaarten waarop vijf ecosysteemdiensten zijn gestapeld.

Op de kaart met drie ecosysteemdiensten zijn de volgende ecosysteemdiensten gestapeld:

- Regulering van de luchtkwaliteit door groen (invang fijnstof PM10)
- Regulering van de luchttemperatuur in de stad door groen (koeling)
- Regulering van geluid van wegverkeer door groen (geluidsdemping)

Op de kaart met vijf ecosysteemdiensten zijn aanvullend op de genoemde diensten gestapeld:

- Capaciteit van groene gebieden voor wandelen
- Capaciteit van groene gebieden voor fietsen

Voor beide series (van drie en vijf kaarten) is een set van drie kaarten gemaakt met daarop het aantal ecosysteemdiensten waarvan:

- Het aanbod van de ecosysteemdienst ongeveer gelijk is aan de vraag naar de dienst
- Het aanbod van de ecosysteemdienst groter is dan de vraag van de dienst
- Waarvan het aanbod van de dienst kleiner is dan de vraag naar de dienst

De criteria die zijn gehanteerd om te bepalen wanneer het aanbod gelijk, groter of kleiner is dan de vraag, zijn beschreven in paragraaf 2.2.2.

In de volgende paragrafen worden deze drie sets toegelicht met steeds eerst een beschrijving van de kaart met drie diensten en dan van de kaart met vijf diensten.

4.1.1 Aanbod van ecosysteemdiensten is kleiner dan de vraag

Figuur 23 toont het aantal ecosysteemdiensten (maximaal drie) waarvan het aanbod kleiner is dan de vraag. Te zien is dat voor het grootste deel van de provincie (78%) het aanbod van een of meerdere diensten gelijk of groter is dan de vraag (gele gebied). Met name rondom wegen is er één dienst (demping van geluid door groen) waarvan het aanbod kleiner is dan de vraag. In stedelijk gebied is er naast een tekort aan demping van geluid ook een tekort aan koeling door groen. Dit is weliswaar slechts 1% van het oppervlak van de provincie, maar betreft wel een groot deel van de bevolking vanwege het hoge aantal stedelingen.

Op een zeer beperkt aantal plekken (afgerond 0%) is voor alle drie de beschouwde diensten het aanbod lager dan de vraag. Dit zijn plekken waar, naast een tekort aan demping van geluid en koeling van hitte, ook fijnstof onvoldoende wordt gefilterd. Dit komt in kleine omvang voor langs rijksweg A15 in het Botlekgebied.

Figuur 23 Aantal ecosysteemdiensten waarvan het aanbod kleiner is dan de vraag naar de dienst (n=3).

Figuur 24 Aantal ecosysteemdiensten waarvan het aanbod kleiner is dan de vraag naar de dienst (n=5).

Figuur 24 met vijf gestapelde ecosysteemdiensten, waarbij het aanbod kleiner is dan de vraag, laat een wat ander beeld zien dan de kaart met drie gestapelde diensten (Figuur 23). Waar op de kaart met drie diensten voor het merendeel van het gebied (78%) voor nul ecosysteemdiensten het aanbod kleiner was dan de vraag, is dat op deze stapelkaart met vijf ecosysteemdiensten afgenomen tot 25%. Op de kaart is te zien dat met name in het centrale deel van de provincie voor twee à drie diensten het aanbod kleiner is dan de vraag. Dit betreft dan met name de tekorten aan recreatiemogelijkheden voor wandelen en fietsen en langs wegen ook een tekort aan demping van geluid door groen.

Verder zijn er nagenoeg geen (afgerond 0%) plekken met een tekort aan aanbod van vier (in het havengebied van Rotterdam) en geen met een tekort aan aanbod van vijf ecosysteemdiensten.

4.1.2 Aanbod van ecosysteemdiensten is groter dan de vraag

Figuur 25 Aantal ecosysteemdiensten waarvan het aanbod groter is dan de vraag naar de dienst ($n=3$).

Figuur 25 toont het aantal ecosysteemdiensten (maximum drie) waarvan het aanbod groter is dan de vraag. In ongeveer een kwart van de provincie (24%) is het aanbod van drie ecosysteemdiensten groter dan de vraag (maximale score). Dit is vooral in het zuidelijke deel van de provincie, de duinen ten noorden van Den Haag en Noordwijkerhout en het Nieuwkoopse plassen gebied. Het zijn over het algemeen gebieden waar de verkeersdruk en bewoningsdruk minder zijn dan in de overige delen van de provincie.

De invloed van wegen (geluid van wegverkeer) op het aantal ecosysteemdiensten met een groter aanbod dan vraag van de dienst is duidelijk zichtbaar. Het wegenpatroon van rijks- en provinciale wegen is duidelijk zichtbaar en vermindert de score van het aantal ecosysteemdiensten ten opzichte van de omgeving met een dienst. In de directe omgeving van wegen wordt geluid onvoldoende gedempt door groen om het aantal diensten waar aanbod groter is dan de vraag op hetzelfde niveau te houden ten opzichte van de omgeving.

Verder is op de stapelkaart duidelijk te zien dat in stedelijk gebied rondom wegen voor geen van de drie ecosysteemdiensten het aanbod hoger is dan de vraag. In de vorige paragraaf (4.1.1) is besproken dat in stedelijk gebied het aanbod van twee van de drie ecosysteemdiensten schommelt rond de vraag. Het betreft dan steeds fijnstof in combinatie met of hitte of geluid door wegverkeer.

Figuur 26 Aantal ecosysteemdiensten waarvan het aanbod groter is dan de vraag naar de dienst ($n=5$).

Figuur 26 toont het aantal ecosysteemdiensten (maximaal vijf) waarvan het aanbod groter is dan de vraag. De kaart laat in grote lijnen hetzelfde beeld zien als de stapelkaart met drie diensten (Figuur 25).

Een hoge score van vier en vijf van de vijf getelde diensten komt voor in het zuidelijk deel van de provincie (de eilanden), langs de kust in de duingebieden en in de omgeving van de Nieuwkoopse plassen. Dit betreft zo'n 16% van de gebieden (met data van alle vijf diensten).

Lagere scores van aantal ecosysteemdiensten (1 en 2) komen voornamelijk voor in het centrale deel van de provincie en beslaat ca. 54% van de provincie (gebieden met data van alle vijf diensten).

De score nul komt weinig voor (afgerond 0%); eigenlijk alleen in centra van het grootstedelijk gebied.

4.1.3 Aanbod van ecosystemendiensten is gelijk aan de vraag

Figuur 27 Aantal ecosysteemdiensten waarvan het aanbod gelijk is aan de vraag naar de dienst ($n=3$).

Figuur 27 toont het aantal ecosysteemdiensten (maximum is drie) waarvan het aanbod ongeveer gelijk is aan de vraag. In gebieden waar aanbod en vraag ongeveer gelijk zijn, kan bij een verandering in de omgeving de vraag het aanbod gaan overtreffen of andersom. Het is in deze gebieden dus zaak om voorzichtig te zijn met maatregelen die het aanbod van diensten negatief kunnen beïnvloeden.

In het grootste deel van de provincie (58%) is vraag en aanbod van één dienst (fijnstof) ongeveer gelijk aan de vraag. De fijnstofconcentraties zijn in die gebieden ongeveer gelijk aan de gehanteerde norm voor fijnstof van de WHO ($20\mu\text{g}/\text{m}^3$). Langs de randen van rijks- en provinciale wegen scoren twee diensten (fijnstof invang en geluidsregulatie) ongeveer gelijk qua aanbod en vraag. In de stedelijke omgeving scoren eveneens twee diensten gelijk (fijnstof invang en koeling). Op enkele plekken in het havengebied, en op verspreide schaal in het stedelijk gebied, scoren drie diensten gelijk op vraag en aanbod (fijnstof, geluid, hitte), voor in totaal 1%.

Verder valt op dat in het zuidelijke deel van de provincie voor geen van de drie ecosysteemdiensten het aanbod ongeveer gelijk is aan de vraag, uitgezonderd de randen van rijks- en provinciale wegen en een aantal locaties waar fijnstofconcentraties rond de gehanteerde norm schommelen. Ook in de duingebieden ten noorden van Den Haag en Noordwijkerhout zijn er geen diensten waarvan vraag en aanbod ongeveer gelijk zijn.

Figuur 28 Aantal ecosysteemdiensten waarvan het aanbod gelijk is aan de vraag naar de dienst (n=5).

De kaart met vijf gestapelde ecosysteemdiensten waarbij het aanbod ongeveer gelijk is aan de vraag (Figuur 28) laat in grote lijnen hetzelfde beeld zien als de kaart met drie gestapelde diensten (Figuur 27). Het verschil wordt logischerwijs bepaald door de toevoeging van de ecosysteemdiensten recreatieve capaciteit van groengebieden voor wandelen en fietsen. In het lichtgrijze deel van de kaart kan geen uitspraak gedaan worden over het aantal diensten, omdat daarvoor geen data bekend zijn. De recreatiekaarten hebben zich toegespitst op gebieden die geschikt worden geacht voor recreatie. Voor gebieden daarbuiten is geen informatie beschikbaar en er kan dus ook niet worden aangegeven voor hoeveel ecosysteemdiensten het aanbod al dan niet aan de vraag voldoet.

Voor het merendeel (79%) van de gebieden met data (gekleurde gebieden op de kaart) zijn er twee ecosysteemdiensten waarvoor aanbod en vraag ongeveer gelijk zijn. Verder valt op dat er zo goed als geen gebieden (afgerond 0%) zijn waar het aanbod van vier of vijf ecosysteemdiensten gelijk is aan de vraag.

Langs de westelijke rand van de provincie (bijv. Alblasserwaard, Krimpenerwaard, Nieuwkoopse plassengebied) komen de meeste gebieden voor waarbij voor twee of drie diensten aanbod en vraag ongeveer gelijk is. Het betreft daar met name beide recreatiediensten (wandelen en fietsen) en fijnstof.

4.1.4 Conclusies stapelkaarten

Op basis van de stapelkaarten met drie gestapelde ecosysteemdiensten kan het volgende geconcludeerd worden:

- Gebieden waar het aanbod van alle drie de beschouwde ecosysteemdiensten groter is dan de vraag zijn het eiland van Voorne-Putten, de Hoeksche Waard, het Eiland van Dordrecht, Goeree-Overflakkee, de duinen ten westen van Wassenaar en ten noorden van Noordwijkerhout en de omgeving van de Nieuwkoopse plassen. Uitzonderingen op de Zuid-Hollandse eilanden zijn de rijks- en provinciale wegen en de randen daarvan waar het geluid van wegverkeer niet optimaal scoort en de omgeving van Spijkenisse, de noordelijke rand van de Hoeksche Waard en de A16 ten zuiden van Dordrecht waar de fijnstofconcentratie boven de gehanteerde norm scoort.

- Het feit dat het aanbod van de geleverde diensten in de genoemde gebieden groter is dan de vraag heeft met name te maken met de relatief lage belasting van de leefomgeving met fijnstof, geluid en stedelijke hitte.
- In de overige gebieden is de fijnstofconcentratie rondom de WHO-norm van 20 µg/m³ en is het aanbod ongeveer gelijk aan de vraag. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat in stedelijk gebied de invang door groen (zeer) beperkt is, simpelweg omdat daar weinig groen aanwezig is. De hoogste invang vindt plaats in aanwezige bossen en parken. De meeste invang vindt echter plaats in landbouwgebied, omdat dit qua oppervlakte vele malen groter is dan de oppervlakte aan bossen en parken in Zuid-Holland. In de binnensteden en in het grootste deel van de provincie ligt de luchtconcentratie van fijnstof rond de gekozen grenswaarde en kan min of meer gezegd worden dat het aanbod nagenoeg gelijk is aan de vraag. In deze gebieden is geen speelruimte in de invang van fijnstof door groen zonder dat de vraag het aanbod van fijnstof invang zal overtreffen en dus luchtconcentraties zullen toenemen. Eerder is al opgemerkt dat voor fijnstof geldt dat er geen veilige luchtconcentraties zijn vast te stellen en dus iedere vermindering van fijnstof in de lucht gezondheidswinst is.
- Op en direct langs (vrijwel alle) rijks- en provinciale wegen en de grotere wegen in stedelijk gebied, is het aanbod van geluidsdemping door groen kleiner dan de vraag. In de grotere steden (Rotterdam, Den Haag, Delft, Leiden, Dordrecht, Rotterdam en het Rotterdamse havengebied) is naast geluid ook het aanbod van koeling door groen lager dan de vraag en is voor twee van de drie diensten het aanbod lager dan de vraag.
- Langs de randen van de provinciale en rijkswegen is, naast fijnstof, het geluid van wegverkeer rond de gekozen grens van 50-55 dB en is het aanbod ongeveer gelijk aan de vraag.
- Er zijn in de provincie zo goed als geen plekken waar het aanbod van alle drie de beschouwde ecosysteemdiensten lager is dan de vraag. Een klein gebied is te vinden langs de A15 in het Botlekgebied.

Op basis van de stapelkaarten met vijf gestapelde ecosysteemdiensten kan het volgende geconcludeerd worden:

- Voor de kaart met vijf ecosysteemdiensten zijn voor een aanzienlijk deel van de provincie geen data beschikbaar, omdat de kaarten van groene recreatie alleen data bevatten voor gebieden die geschikt zijn geacht voor recreatie. Voor gebieden die niet geschikt worden geacht voor recreatie, is geen data beschikbaar en kan derhalve ook geen stapeling plaatsvinden van alle vijf ecosysteemdiensten.
- De gestapelde kaarten met de vijf ecosysteemdiensten leveren geen wezenlijk ander beeld op dan de kaarten met drie ecosysteemdiensten.
- Verschil met de stapelkaart van drie ecosysteemdiensten is dat in de landbouwgronden het verschil tussen graslanden en akkerlanden in de kaart met vijf ecosysteemdiensten naar voren komt. Voor de weilanden is er één ecosysteemdienst meer (groene recreatie – fietsen) waar het aanbod groter is dan de vraag dan voor de akkerlanden.
- Op de kaart met de vijf ecosysteemdiensten zijn, evenals voor de kaart met de stapeling van de drie ecosysteemdiensten, de Zuid-Hollandse eilanden, de duinen bij Wassenaar en Noordwijkerhout, de Nieuwkoopse plassen, het Bentwoud en de westelijke veenweiden gebieden waar het aanbod van de meeste ecosysteemdiensten (drie tot vijf) groter is dan de vraag of ongeveer gelijk is aan de vraag.
- Het zijn dus met name de randen van de provincie waar het aanbod van de ecosysteemdiensten groter is dan de vraag. Enerzijds omdat de ruimtedruk daar minder is door minder inwoners, anderzijds omdat de belasting met fijnstof, geluid en hitte daar minder is.

Op zowel de stapelkaarten met drie ecosysteemdiensten als op de stapelkaarten met vijf ecosysteemdiensten komen stedelijke gebieden en de omgeving van rijks- en provinciale wegen als minst gunstige gebieden uit de analyse naar voren. In deze gebieden is het aanbod van ecosystemen onvoldoende om aan de vraag te voldoen naar invang van fijnstof, koeling, demping van geluid en groene recreatie voor wandelen en fietsen. In het stedelijke gebied wonen meer mensen dan daarbuiten. Er zijn in stedelijk gebied dus ook meer mensen die profiteren van maatregelen die het aanbod van ecosysteemdiensten vergroten. Dat betekent niet dat in het buitengebied maatregelen minder waardevol zijn. Zo zal meer groen in het buitengebied de recreatiecapaciteit aanmerkelijk vergroten, waarvan ook de stedelijke recreanten zullen profiteren.

5 Conclusies

- Groene recreatie – wandelen:
 - In het grootste deel van de provincie is een tekort aan groene gebieden voor wandelen en voldoende capaciteit van die gebieden.
 - De capaciteit voor wandelen van het groen in de grote steden Rotterdam en Den Haag is sterk onvoldoende.
 - Gebieden met (ruim) voldoende capaciteit voor wandelen zijn met name aan de randen van de provincie te vinden (Alblasserwaard, Nieuwkoopse plassen gebied, randen Zuid-Hollandse eilanden en duingebieden langs de kust).
 - Aanleg van meer groen en meer groen met een hogere opvangcapaciteit (bos) kan het tekort verminderen.
- Groene recreatie – fietsen:
 - De capaciteit voor fietsen van groengebieden in de omgeving Rotterdam-Delft-Den Haag is sterk onvoldoende.
 - In een ruime zone om deze grote steden is de capaciteit onvoldoende.
 - Aan de randen van de provincie is de capaciteit (ruim) voldoende.
 - Aanleg van meer groen en meer groen met een hogere opvangcapaciteit (bos) kan het tekort verminderen.
- Regulering van luchttemperatuur in de stad door groen (koeling)
 - In vrijwel alle stedelijke gebieden treedt het hitte-eilandeffect op.
 - De randen van het stedelijk gebied zijn koeler dan de centra door koelend effect van groen in de omgeving.
 - Groen in de stad topt het hitte-eilandeffect af. Het koelende effect is het grootst aan de randen van het stedelijk gebied (tot 3 °C) en het kleinst in de stadcentra (ca. 0,2 °C). Ook de havengebieden en industrieterreinen kunnen erg warm zijn en hebben beperkte koeling door groen.
 - Aanleg van meer groen en groene corridors voor luchttransport vanuit de stadscentra kan helpen het koelend effect van groen in de stad te vergroten.
- Regulering van geluid van wegverkeer door groen (demping)
 - Zuid-Holland kent een dicht net van rijks-, provinciale en gemeentelijke wegen met een hoge verkeersintensiteit, en daarmee ook veel geluid van wegverkeer.
 - In het landelijk gebied is de demping door groen het hoogst (ruim 9 dB demping) en in de stad het laagst (tot vrijwel 0 dB demping).
 - Vergroting van de omvang van de demping door groen vergt veel extra groen en veel ruimte.
 - Wel heeft iedere demping van geluid in de stad veel voordeel vanwege hoge inwoneraantallen.
- Regulering van luchtkwaliteit door groen (invang van fijnstof PM₁₀)
 - Voor het overgrote deel van de provincie liggen de jaargemiddelde fijnstofconcentraties onder de WHO-norm van 20 µg/m³.
 - In de grote steden Rotterdam, Den Haag, Leiden en in Delft en Alphen aan den Rijn liggen de jaargemiddelde concentraties boven de WHO-norm (20 µg/m³) en wordt de afgeleide norm van 31,2 µg/m³ (vertaling EU-norm voor daggemiddelden (max. 35 dagen boven de 50 µg/m³) naar jaargemiddeld niveau) een aantal dagen per jaar overschreden.
 - De groenelementen in voornoemde steden zijn onvoldoende in staat om een dermate hoeveelheid fijnstof in te vangen dat de luchtconcentraties onder de WHO-norm blijven.
 - Van de groenelementen vangen de stadsparken het meeste fijnstof in (tot ca. 15 kg/ha/jaar). Lagere groenelementen vangen ca. 5-7,5 kg fijnstof per ha per jaar af.
 - Alhoewel de invangcapaciteit beperkt is om de luchtconcentraties structureel onder de WHO-norm te krijgen, is iedere ingevangen hoeveelheid fijnstof gezondheids- winst. Daarom is aanleg van groen nog steeds een zinvolle maatregel in aanvulling om de uitstoot van fijnstof te verminderen.
- Regulering van de waterkwaliteit door groen (waterzuivering)
 - De kaart met de waterkwaliteit in de provincie Zuid-Holland laat zien dat de gewenste waterkwaliteit op veel plaatsen niet wordt gehaald.

-
- Het huidige natuurlijke systeem heeft onvoldoende zuiveringscapaciteit om het gewenste niveau te realiseren.
 - Naast vergroten van de zuiveringscapaciteit van het watersysteem is het van groot belang de toestroom van nutriënten (N+P) naar het oppervlaktewater te beperken. Dat laatste kan o.a. door aanleg van meer natuurlijke akkerranden en slootbermen.
 - Regulering van waterstromen (waterberging in de bodem)
 - In veel gebieden in Zuid-Holland komen ondiepe grondwaterstanden voor. De bergingscapaciteit is derhalve ook beperkt.
 - Er zijn duidelijke plekken waar significant meer zware buien voorkomen in de provincie.
 - Op veel van die plekken met zware buien is de bergingscapaciteit in de bodem onvoldoende om het water volledig te bergen. Hier zullen dus aanvullende maatregelen genomen moeten worden om overlast te voorkomen.
 - Natuurlijke bodemvruchtbaarheid
 - De akkerbouwgebieden in Zuid-Holland hebben over het algemeen een (zeer) hoge bodemvruchtbaarheid.
 - De weidebouw gebieden daarentegen hebben een lage natuurlijke bodemvruchtbaarheid en kennen hoge opbrengstdepressies. Hoge grondwaterstanden zijn daarvan veelal de oorzaak. Met kunstmatige ontwatering kan het opbrengstniveau worden verbeterd. Hiervoor is veel energie nodig en komt er veel CO₂ vrij. De bodemvruchtbaarheid onder natuurlijke omstandigheden is dus laag.
 - Vanwege bodemdaling (schade aan infrastructuur en CO₂-emissies) en natuurwaarden is terughoudendheid met ontwatering in de veenweidegebieden aan te bevelen.
 - Alternatieve vormen van grondgebruik of aangepaste beheermaatregelen (bijv. onderwater drainage) kunnen mogelijk een uitkomst zijn voor deze gebieden.
 - Regulering van plagen (natuurlijke plaagregulatie)
 - In vrijwel alle akkerbouwgebieden in de provincie worden plaaggevoelige landbouwgewassen verbouwd.
 - De potentiële verspreidingsmogelijkheid van natuurlijke plaagbestrijders is vrij omvangrijk in de provincie.
 - Met name in de akkerbouwgebieden is een potentieel tekort aan natuurlijke plaagbestrijding. Een meer fijnmazig netwerk van groenelementen kan dit verbeteren.
 - Drinkwaterproductie
 - Met name in het westelijk deel van de provincie komen grote winbare voorraden drinkwater voor.
 - In de duinen wordt veel oppervlaktewater geïnfiltreerd en omgezet tot drinkwater.
 - Bij eventuele vergroting van de winning van de aanwezige voorraden drinkwater moeten natuurbelangen goed worden afgewogen. De aanwezige voorraden komen voor in gebieden met hoge grondwaterstanden en hoge natuurwaarden.
 - Plaatselijk kan er een mismatch zijn tussen aanbod en vraag naar drinkwater. Dit wordt echter opgelost door het waterleidingnet, waardoor er momenteel feitelijk geen mismatch is tussen vraag en aanbod van drinkwater. Bij toenemende vraag of calamiteiten (langdurige droogte, grootschalige verontreiniging) kan er in de toekomst wel een tekort ontstaan.
 - Biomassa voor energietoepassingen
 - De potentiële energie-inhoud van biomassa restromen uit de land- en bosbouw in Zuid-Holland is berekend op ca. 6500 TJ.
 - Indien dit volledig in energie wordt omgezet, kunnen hiermee ca. 132.000 particuliere huishoudens van energie worden voorzien.
 - Het grootse deel (ruim 60%) van de biomassa reststroom bestaat uit mest uit de veehouderij.
 - Biomassa voor biobased toepassingen
 - In principe kan vrijwel alle biomassa die in beeld is gebracht voor energie ook voor biobased worden gebruikt.
 - Blad- en stengelresten, als een biomassarestroom met goede kwaliteiten voor de biobased industrie, komen vooral voor in de akkerbouwgebieden.
 - De hoogste potentiële opbrengsten bedragen een kleine 5000 ton droge stof in de gemeenten van de Hoeksche Waard. De totale hoeveelheid blad- en stengelresten in Zuid-Holland bedragen ca. 31 kton droge stof, wat ongeveer 5% is van de huidige biomassa gebruikt voor biobased toepassingen. De totale hoeveelheid gewasresten uit de landbouw, natuur en landschap bedraagt

ca. 155 kton per jaar, ofwel 25% van de hoeveelheid biomassa die wordt gebruikt voor biobased toepassingen.

- Stapelkaarten

- Op zowel de stapelkaarten met drie ecosysteemdiensten als op de stapelkaarten met vijf ecosysteemdiensten komen stedelijke gebieden en de omgeving van rijks- en provinciale wegen als minst gunstige gebieden uit de analyse naar voren. In deze gebieden is het aanbod van ecosystemen onvoldoende om aan de vraag te voldoen naar invang van fijnstof, koeling, demping van geluid en groene recreatie voor wandelen en fietsen. In het stedelijke gebied wonen meer mensen dan daarbuiten, er zijn daar dus ook meer mensen die profiteren van maatregelen die het aanbod van ecosysteemdiensten vergroten. Dit betekent overigens niet dat in het buitengebied maatregelen minder waardevol zijn. Zo zal meer groen in het buitengebied de recreatiecapaciteit aanmerkelijk vergroten, waarvan ook de stedelijke recreanten zullen profiteren.

6 Discussie

Voor het maken van de kaarten met ecosysteemdiensten zijn landelijke bestanden gebruikt met informatie over de kwaliteiten van de ecosystemen en hun gebruik. De schaal van de gebruikte informatie is tevens bepalend voor de schaal waarop de kaarten gebruikt kunnen worden. De kaarten zijn geschikt om op subregionale schaal (wijken, delen van gemeenten) te gebruiken, maar zijn niet bedoeld voor gebruik op perceelniveau. De kaarten bieden inzicht in patronen van het voorkomen van ecosysteemdiensten, het niveau ervan en het effect van landgebruik op de ecosysteemdiensten.

In sommige gevallen is het onderscheid tussen aanbod en vraag moeilijk op de kaart te zetten of is het weinig zinvol de vraag ruimtelijk weer te geven. Voor waterkwaliteit bijvoorbeeld geeft de kaart met de kwaliteit van het oppervlaktewater zowel het aanbod als de vraag weer in de vorm van de mismatch tussen beide. In gebieden waar de waterkwaliteit onvoldoende is, is het natuurlijke systeem niet in staat het water voldoende te zuiveren. Het aanbod is dus kleiner dan de vraag. Tegelijk zijn vraag en aanbod zelf lastig te berekenen vanwege de beperkte gegevensbeschikbaarheid en de kennis om gegevens te interpreteren. Voor drinkwater is het weinig zinvol om de vraag in beeld te brengen. We weten dat de vraag bij mensen en bedrijven zit en dat is meestal in de bebouwde, stedelijke omgeving. Het feit dat vraag en aanbod niet op dezelfde plaats zit, is hier minder relevant vanwege het waterleidingnet dat in feite vraag en aanbod ruimtelijk bij elkaar brengt. In het geval van fijnstof is het niet mogelijk aanbod en vraag te vertalen in een mismatch vanwege het verschil in eenheden. De invang van fijnstof door vegetatie wordt uitgedrukt in $\text{kg ha}^{-1} \text{jaar}^{-1}$, terwijl de luchtconcentratie wordt uitgedrukt in $\mu\text{g m}^{-3}$. Een tabel waarin de eenheden in kwalitatieve klassen voor de mismatch werden vertaald, leverde geen bevredigende resultaten op en is daarom niet gebruikt. Bij de kaartregulering van plagen is bij de berekening van het areaal potentieel habitat mogelijk een overschatting gemaakt van het areaal actueel geschikt habitat doordat slootbermen en akkerranden vaak minder kwaliteit bevatten dan potentieel zou kunnen. Hierdoor wordt de potentie in werkelijkheid niet waargemaakt. Meer natuurlijk beheer zou helpen dergelijke habitats meer geschikt te maken om hun rol voor plaagregulatie beter te kunnen vervullen.

Bij de aanpak van de recreatiekaarten is de keuze gemaakt om alleen de voor recreatie interessante gebieden te beoordelen. Hierdoor zijn delen van de provincie niet geëvalueerd op hun opvangcapaciteit voor recreatie. Bij het maken van de stapelkaarten heeft dit effect gehad op de kaarten. Omdat delen dus niet geëvalueerd zijn, hebben deze gebieden ook geen data. Voor de gebieden zonder data had dit tot gevolg dat geen uitspraak gedaan kon worden over het aantal ecosysteemdiensten waarvan het aanbod kleiner, groter of gelijk aan de vraag is. In de kaarten met vijf gestapelde ecosysteemdiensten zijn daardoor blanco gebieden ontstaan. Voor een eventueel vervolg kan nagedacht worden over hoe deze blanco gebieden toch ingevuld kunnen worden. Voor onze studie hebben we het gedeeltelijk opgelost door naast de kaarten met vijf gestapelde diensten kaarten met drie diensten te maken, waarvan we wel gebiedsdekkende informatie hadden. Bij de kaart Groene recreatie – wandelen is ervan uitgegaan dat snelwegen vanwege viaducten en tunnels geen probleem vormen voor bereikbaarheid van groen. In sommige gevallen kan dat echter wel een probleem zijn, wat dan niet tot uiting komt op de kaart. Ook is bij het maken van de kaarten geen rekening gehouden met de vraag vanuit aangrenzende provincies. De opvangcapaciteit aan de randen van de provincie kunnen daardoor te optimistisch zijn ingeschat.

Deze studie had als doel kennis en informatie in beeld te brengen over ecosysteemdiensten in de provincie Zuid-Holland. De kaarten geven inzicht in het ruimtelijk voorkomen van de ecosysteemdiensten. Het is echter niet een volledig beeld van alle voorkomende ecosysteemdiensten. In samenspraak met de provincie is een aantal ecosysteemdiensten geselecteerd die het meest aansloten bij de gedachten over de beleidsvisie Rijke groenblauwe Leefomgeving. Mochten er in de toekomst plannen gemaakt worden waarbij een afweging gemaakt gaat worden van de impact van maatregelen op ecosysteemdiensten, dan wordt aanbevolen na te gaan op welke ecosysteemdiensten

de maatregelen mogelijk effect kunnen hebben en voor die diensten aanvullende informatie te verzamelen, zodat een weloverwogen afweging gemaakt kan worden.

Tot slot kan de huidige informatie al gebruikt worden bij verdere beleidsontwikkeling. De aanwezige kaarten geven een goed overzicht van de huidige staat van ecosysteemdiensten. Bij het meer concreet worden van plannen of bij het opstellen van scenario's wordt aanbevolen een analyse uit te voeren naar de mogelijke effecten van maatregelen op ecosysteemdiensten. Daarbij is het belangrijk dat dit niet voor ecosysteemdiensten afzonderlijk wordt gedaan, maar dat het totaalplaatje wordt bekeken. Een positief effect voor de ene ecosysteemdienst kan voor een andere ecosysteemdienst zowel gunstig, ongunstig of neutraal uitpakken (synergie en trade-offs). Hierdoor kan een keuze voor een maatregel anders uitpakken als slechts één dienst wordt bekeken of als het totaalplaatje in beeld wordt gebracht. Dat laatste verdient de voorkeur, zeker als de voor- en nadelen die belanghebbenden ondervinden, worden meegewogen in de besluitvorming.

Literatuur

- Brouwer, F. en J.T.M. Huinink (2002). Opbrengstdepressies voor combinaties van bodemtypen en grondwatertrappen. Geactualiseerde help-tabellen en opbrengstdepressiekaarten. Wageningen, Alterra. Rapport 429.
- Buishand, Adri, Theo Brandsma, Gabriella De Martino, Hanno Spreew (2011). Ruimtelijke verdeling van neerslagtrends in Nederland in de afgelopen 100 jaar. H2O, nr. 24, 31-33.
- Buijsman, E., F.R. Cassee, P.H. Fischer, R. Hoogerbrugge, R.J.M. Maas, E. van der Swaluw en M.C. van Zanten (2013). Dossier 'Fijnstof', Hoofdstuk 4, Effecten. Bilthoven, RIVM,
- Claessens, J.W., D. Schram-Bijkerk, E.M. Dirven-van Breemen, D.A. Houweling en H. van Wijnen (2012). Bodem als draagvlak voor een klimaatbestendige en gezonde stad. Bilthoven, RIVM, Rapport 607050011/2012.
- Clement, J. & A. Cormont (in prep.). Kaart Natuurelementen 2013. WOt-publicatie in voorbereiding. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Climate Adaptation Services, KNMI (2017). Klimateffectenatlas van Zuid-Holland.
<https://pzh.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=64c6ea0ab8944935afe44ea93d9739de>
- De Ridder, K., D. Lauwaet and B. Maiheu (2015). UrbClim – A fast boundary layer climate model. Urban Climate 12 21-48. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2015.01.001>
- De Vries, F. en A. Smit (2014). In B. de Knecht (ed.) Graadmeter Diensten van Natuur; Vraag, aanbod, gebruik en trend van goederen diensten uit ecosystemen in Nederland. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-technical report 13.
- De Vries, S., M. Hoogerwerf en W.J. de Regt (2004). AVANAR: een ruimtelijk model voor het berekenen van vraag-aanbodverhoudingen voor recreatieve activiteiten. Basisdocumentatie gevoeligheidsanalyses. Wageningen, Alterra, rapport 1094.
- Den Belder, E., W. Geertsema, I. Woltjer en B. de Knecht (2013). Plaagonderdrukking. In B. de Knecht (ed.) (2014). Graadmeter Diensten van Natuur. Aanbod, vraag en historische trend van goederen en diensten uit ecosystemen in Nederland. Technische document, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen, WOt-rapport 13.
- DGMR (2010). Effecten van vegetatie op verkeerslawaaier. Arnhem, DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V. 19p.
- Elbersen, B.S.; Staritsky, I.G.; Hengeveld, G.M.; Schelhaas, M.J.; Naeff, H.S.D.; Böttcher, H. (2012). Atlas of EU biomass potentials: spatially detailed and quantified overview of EU biomass potential taking into account the main criteria determining biomass availability from different sources. Alterra / IIASA, (IEE 08653 S12.529 241 3.3) - 139 p.
- Franssen, E.A.M., J.E.F. van Dongen, J.M.H. Ruysbroek, H. Vos, R.K. Stellato (2004). Hinder door milieufactoren en de beoordeling van de leefomgeving in Nederland. Inventarisatie verstoringen 2003. Bilthoven: RIVM. Rapportnummer 8151200001
- Geudens, P.J.J.G. (2015). Drinkwaterstatistieken 2015. Den Haag, VEWIN.

-
- Gonzales, D., E.M. Searcy and S. D. Eksioglu (2013). Cost analysis for high-volume and long-haul transportation of densified biomass feedstock. *Transportation Research Part A* 49 (2013) 48–61
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2013.01.005>
- Goossen, C.M., R.J.H.G. Henkens, I. Woltjer (2010). Ontwikkeling behoefte aan recreatie-activiteiten en relatie met motieven; Analyse vrijetijdsgegevens voor een herijking van recreatietekorten. Wageningen, Alterra, rapport 2034
- Goossen, C.M. (2016). Resultaten van 10 jaar daar-moet-ik-zijn voor de provincie Zuid-Holland. Wageningen, Wageningen Environmental Research (Alterra), rapport 2781.
- Groenewegen, P., A.E. van den Berg, S. de Vries and R.A. Verheij (2006). Vitamin G: effects of green space in health, well-being, and social safety. *BMC Public Health* 6:149
<https://doi.org/10.1186/1471-2458-6-149>
- Hack-ten Broeke, M.J.D., R.P.J.J. Rietra, P.F.A.M. Romkens en F. de Vries (2008). Geschiede of vruchtbare landbouwgronden in Nederland en Europa: een overzicht en synthese van bestaande informatie. Wageningen, Alterra. Alterra-Rapport 1693
- Hazeu, G.W., C. Schuiling, G.J. van Dorland, J. Oldengarm en H.A. Gijsbertse (2010). Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland, versie 6 (LGN6). Vervaardiging, nauwkeurigheid en gebruik. Wageningen, Alterra Wageningen UR. Alterra-Rapport 2012.
- Henkens, R.J.H.G. en W. Geertsema (2013). Ecosysteemdiensten van natuur en landschap; Aanpak en kennistabellen voor het opstellen van indicatoren. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 351.
- Jaarsveld, J.A. van (2004). 'The Operational Priority Substances Model', RIVM rapport 500045001, Bilthoven: RIVM.
- Koppejan, J., W. Elbersen, M. Meeusen en P. Bindraban (2009). Beschikbaarheid van Nederlandse biomassa voor elektriciteit en warmte in 2020. *Procede Biomassa B.V.*, projectnr 200809, 99 p.
- Lauwaet, D., De Ridder, K., Saeed, S., Brisson, E., Chatterjee, F., van Lipzig, N.P.M., Maiheu, B., Hooyberghs, H. (2016). Assessing the current and future urban heat island of Brussels. *Urban Climate*, 15, 1-15.
- LML, 'Landelijk meetnet luchtkwaliteit', (2016). Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Massop, H.Th.L., P.C. Jansen, T. van Hattum en C. Kwakernaak (2015). Piekberging en voorraadberging in Rivierenland ; Een inventarisatie van geschikte gebieden voor piekberging en voorraadberging in het beheergebied van Waterschap Rivierenland. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2685. 50 blz.
- Melman, T.C.P. en C.M. van der Heide (2011). Ecosysteemdiensten in Nederland: verkenning, betekenis en perspectieven. *Achtergrondrapport bij Natuurverkenningen 2011*. Wageningen, Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 111.
- Ministerie van Economische Zaken (2015). Biomassa 2030. Strategische visie voor de inzet van biomassa op weg naar 2030. Den Haag, Ministerie van Economische Zaken, Publicatienummer 89293.
- Molen, D.T. van de, Pot, R., Evers, C.H.M., Nieuwerburgh, L.L.J. van, (2012). Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021. Stowa, Amersfoort.

-
- Mooibroek, D., J.P.J. Berkhout, R. Hoogerbrugge (2014), 'Jaaroverzicht luchtkwaliteit 2013', RIVM-rapport 2014-0111, Bilthoven: RIVM.
- Nabuurs, G.-J., Schelhaas, M.-J., Pussinen, A. (2000). Validation of the European Forest Information Scenario Model (EFISCEN) and a projection of Finnish forests. *Silva Fennica* vol. 34 no. 2 article id 638. <https://doi.org/10.14214/sf.638>
- Nationaal Hydrologisch Instrumentarium: <http://www.nhi.nu/>
- NRIT Media en CBS (2016). Trendrapport toerisme, recreatie en vrije tijd 2016. Deel 2 statistieken. <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2016/48/trendrapport-toerisme-recreatie-en-vrije-tijd-2016>
- Openshaw, K. (2015). Energy Values of Unprocessed Biomass, Charcoal and other Biomass Fuels and their role in Greenhouse Gas Mitigation and Energy Use. In Mastorakis, N. E.; Corbi, I. (eds), *Advances in Environmental Science and Energy Planning*, WSEAS Press, pp 30-40.
- RIVM (2010). STAMINA-Model description. Standard Model Instrumentation for Noise Assessments. RIVM rapport 680740003/2010. Bilthoven.
- RIVM (2017). Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland. Rapportage 2016. RIVM Rapport 2016-0068. RIVM, Bilthoven, The Netherlands.
- RIVM (2018). Natural Capital Model. Technical documentation of the quantification, mapping and monetary valuation of urban ecosystem services. RIVM Report 2017-0040. Bilthoven.
- Sauter, F., M. van Zanten, E. van der Swaluw, J. Aben, F.de Leeuw, H. van Jaarsveld (2015), 'The OPS-model. Description of OPS 4.5.0', Bilthoven. RIVM. <http://www.rivm.nl/media/ops/OPS-model.pdf>
- Schelhaas, M.-J., Eggers, J., Lindner, M., Nabuurs, G.J., Päivinen, R., Schuck, A., Verkerk, P.J., Werf, D.C. van der, Zudin, S. (2007). Model documentation for the European Forest Information Scenario model (EFISCEN 3.1.3). Alterra report 1559 and EFI technical report 26. Alterra and European Forest Institute, Wageningen and Joensuu, p. 118.
- Schelhaas, M., Clerkx, A.P.P.M., Daamen, W.P., Oldenburger, J.F., Velema, G., Schnitger, P., Schoonderwoerd, H., Kramer, H. (2014). Zesde Nederlandse bosinventarisatie: methoden en basisresultaten. Wageningen : Alterra Wageningen UR, 2014 (Alterra-rapport 2545) - 96 p.
- Spijker, J.H., H.W. Elbersen, J.J. de Jong, C.A. van den Berg en C.M. Niemeijer (2007). Biomassa voor energie uit de Nederlandse natuur. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1616, 61 p.
- Van der Aa, M., Tangena, B.H., Wuijts, S., Nijs, A.C.M. de (2015). Scenario's drinkwatervraag 2015-2040 en beschikbaarheid bronnen. Verkenning grondwatervoorraden voor drinkwater. RIVM Rapport 2015-0068, Bilthoven.
- Van Vilsteren, R., K. Zantema en J. Henckel, (2017). Database verkeer 2015 voor milieumodellering. Technische rapportage. Rapport RIV005/Vsr/0021.02
- Vos, C.C., Meeuwssen, H. en Woltjer I. (in prep.) Ecosysteemdiensten Hart van Holland. Wageningen, Wageningen Environmental Research.
- Vries, S. de, M. Hoogerwerf en W.J. de Regt (2004). AVANAR: een ruimtelijk model voor het berekenen van vraag-aanbodverhoudingen voor recreatieve activiteiten. Basisdocumentatie gevoeligheidsanalyses. Wageningen, Alterra-rapport 1094.
- Zuid-Holland (2014). <https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/ruimte/ruimtelijkekwaliteit/gebiedsprofielen/#>

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

Wageningen Environmental Research
Rapport 2892
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 2892
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.