



# De bijdrage van agroforestry en landschapselementen aan water-, klimaat- en natuurdoelen

Een verkenning met behulp van het Natuurlijk Kapitaal Model en de Natuurlijk Kapitaal Rekening

Jeroen Kruit, Marjolein Lof, Hans Roelofsen, Marcel Vijn, Lennart Fuchs



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH



# De bijdrage van agroforestry en landschapselementen aan water-, klimaat- en natuurdoelen

Een verkenning met behulp van het Natuurlijk Kapitaal Model en de Natuurlijk Kapitaal Rekening

Jeroen Kruit<sup>1</sup>, Marjolein Lof<sup>1,3</sup>, Hans Roelofsen<sup>1</sup>, Marcel Vijn<sup>2</sup>, Lennart Fuchs<sup>2</sup>

1 Wageningen Environmental Research

2 Wageningen Plant Research

3 Wageningen University

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research en gesubsidieerd door het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'A5 Biodiversiteit in de kringlooplandbouw' (BO-43-104-025).

Wageningen Environmental Research  
Wageningen, maart 2025

---

Gereviewd door:

Maureen Schoutsen, onderzoeker Wageningen Plant Research

Akkoord voor publicatie:

dr. Joke de Jong, teamleider van Biodiversiteit & Beleid

Rapport 3419  
ISSN 1566-7197

---

Kruit, J., Lof, M.E., Roelofsen, H.D., Vijn, M.P., Fuchs, L.M., 2025. *De bijdrage van agroforestry en landschapselementen aan water-, klimaat- en natuurdoelen; Een verkenning met behulp van het Natuurlijk Kapitaal Model en de Natuurlijk Kapitaal Rekening*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3419. 58 blz.; 15 fig.; 6 tab.; 19 ref.

Deze verkennende studie biedt handvatten voor het beoordelen van de relevantie van het stimuleren van agroforestry en landschapselementen voor het realiseren van beleidsdoelen. Daarnaast biedt het ook een evaluatiekader voor agroforestry-ondernemers. Het kwantificeren van de (ecosysteem)diensten van agroforestry en landschapselementen staat centraal. Er is aandacht voor de bruikbaarheid van bestaande ecosysteemrekenmodellen, methodische aanpassingen om verschillende systemen op een vergelijkbare manier te kunnen volgen en hoe rekening te houden met de contextuele verschillen van de plek.

This exploratory study offers tools for assessing the effectiveness of stimulating agroforestry and landscape elements for realizing policy goals. In addition, it also offers an evaluation framework for agroforestry entrepreneurs. The quantification of the (ecosystem) services of agroforestry and landscape elements is a central topic. Attention is paid to the usability of existing ecosystem calculation models, methodological adjustments to be able to follow different systems in a comparable way and how to consider the contextual differences of the location.

Trefwoorden: agroforestry, landschapselementen, groenblauwe dooradering, landelijk gebied, ecosysteemdiensten

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/679713> of op [www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research) (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten.

 2025 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](http://www.wur.nl/environmental-research). Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

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

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

Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een kwaliteitsmanagementsysteem volgens de ISO 9001. In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd volgens de norm ISO 14001. Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3419 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Jeroen Kruit



---

# Inhoud

|                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Verantwoording</b>                                                                     | <b>5</b>  |
| <b>Verklarende woordenlijst</b>                                                           | <b>7</b>  |
| <b>Samenvatting</b>                                                                       | <b>9</b>  |
| <b>1 Inleiding</b>                                                                        | <b>13</b> |
| 1.1 Achtergrond                                                                           | 13        |
| 1.2 Definities agroforestry en landschapselementen                                        | 13        |
| 1.3 Beleidscontext                                                                        | 14        |
| 1.3.1 Opgaven voor natuur, water en klimaat in het landelijk gebied                       | 14        |
| 1.3.2 Groenblauwe dooradering – Aanvalsplan Landschap                                     | 14        |
| 1.3.3 Nationale Bossenstrategie                                                           | 14        |
| 1.4 Projectopzet                                                                          | 14        |
| 1.4.1 Projectdoelstelling                                                                 | 15        |
| 1.4.2 Onderzoeksvragen                                                                    | 15        |
| 1.4.3 Werkwijze                                                                           | 15        |
| 1.5 Verwachte effecten van agroforestry en landschapselementen op ecosysteemdiensten      | 16        |
| 1.5.1 Natuuropgaven                                                                       | 16        |
| 1.5.2 Wateropgaven                                                                        | 16        |
| 1.5.3 Klimaatopgaven                                                                      | 16        |
| 1.6 Van kwalitatieve naar kwantitatieve uitspraken                                        | 16        |
| <b>2 Methodiek</b>                                                                        | <b>18</b> |
| 2.1 Werken met scenario's                                                                 | 18        |
| 2.2 Scenario-ontwerp                                                                      | 18        |
| 2.2.1 Wat beogen de scenario's?                                                           | 18        |
| 2.2.2 Zoekgebied                                                                          | 18        |
| 2.2.3 Bouwstenen                                                                          | 19        |
| 2.2.4 Algemene en specifieke beslisregels                                                 | 20        |
| 2.2.5 Werkwijze scenariokaarten                                                           | 20        |
| 2.2.6 Doorvoer naar modellen                                                              | 21        |
| 2.2.7 Scenario varianten voor bestuivingsmodel en het natuurlijk plaagonderdrukking model | 21        |
| 2.2.8 Referentie                                                                          | 21        |
| 2.2.9 Scenario 1 - Beleidsambities met agroforestry & groenblauwe dooradering             | 21        |
| 2.2.10 Scenario 2 - groenblauwe dooradering realiseren met agroforestry                   | 22        |
| 2.3 Werken met modellen                                                                   | 22        |
| 2.3.1 Waarom een modelmatige aanpak?                                                      | 22        |
| 2.3.2 NKM en NKR                                                                          | 22        |
| 2.4 Modelselectie                                                                         | 23        |
| 2.4.1 Motivatie voor keuze voor subset aan ecosysteemdiensten                             | 23        |
| 2.4.2 Bestuiving model                                                                    | 23        |
| 2.4.3 Plaagonderdrukking model                                                            | 24        |
| 2.4.4 Recreatie model – wandelen en fietsen                                               | 25        |
| 2.4.5 Koolstofvastleggingsmodel                                                           | 26        |
| 2.4.6 Waterinfiltratiemodel                                                               | 26        |

---

|                  |                                                                           |           |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3</b>         | <b>Resultaten</b>                                                         | <b>27</b> |
| 3.1              | Inleiding                                                                 | 27        |
| 3.2              | Scenario's                                                                | 27        |
| 3.3              | Modeluitkomsten                                                           | 28        |
| 3.3.1            | Bestuiving                                                                | 28        |
| 3.3.2            | Bijdrage bestuiving                                                       | 31        |
| 3.3.3            | Plaagonderdrukking                                                        | 31        |
| 3.3.4            | Recreatie – wandelen                                                      | 33        |
| 3.3.5            | Koolstofvastlegging                                                       | 33        |
| 3.3.6            | Waterinfiltratie                                                          | 34        |
| <b>4</b>         | <b>Discussie</b>                                                          | <b>35</b> |
| 4.1              | Wat betekenen de resultaten?                                              | 35        |
| 4.1.1            | Bestuiving                                                                | 35        |
| 4.1.2            | Plaagonderdrukking                                                        | 36        |
| 4.1.3            | Recreatie                                                                 | 36        |
| 4.1.4            | Koolstofvastlegging (in biomassa)                                         | 36        |
| 4.1.5            | Waterinfiltratie                                                          | 36        |
| 4.1.6            | Verschillen tussen de scenario's                                          | 37        |
| 4.2              | Wat is de waarde van een modelmatige aanpak met het NKM?                  | 37        |
| 4.2.1            | Positieve kanten van de aanpak                                            | 37        |
| 4.2.2            | Beperkingen en verbeterpunten van de aanpak                               | 37        |
| 4.3              | Wat betekent dit voor de bijdrage aan de natuur, water en klimaatopgaven? | 38        |
| 4.3.1            | Natuuropgave                                                              | 38        |
| 4.3.2            | Wateropgave                                                               | 38        |
| 4.3.3            | Klimaatopgave                                                             | 39        |
| <b>5</b>         | <b>Conclusies</b>                                                         | <b>40</b> |
| 5.1              | Aanpak                                                                    | 40        |
| 5.2              | Uitkomsten van de modelberekening                                         | 40        |
| 5.3              | Doelbereik                                                                | 40        |
| 5.4              | Kennishiaten en onderzoeksvragen                                          | 41        |
| 5.4.1            | Dataverzameling voor betere toekomstverkenningen                          | 41        |
| 5.4.2            | Hotspots                                                                  | 41        |
|                  | <b>Literatuur</b>                                                         | <b>42</b> |
| <b>Bijlage 1</b> | <b>Berekening scenario hectares</b>                                       | <b>44</b> |
| <b>Bijlage 2</b> | <b>Details scenariokaarten</b>                                            | <b>45</b> |
| <b>Bijlage 3</b> | <b>Details modellen</b>                                                   | <b>49</b> |

---

# Verantwoording

Rapport: 3419

Projectnummer: BO-43-104-025

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

Akkoord referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: Onderzoeker

naam: Maureen Schoutsen

datum: 9 december 2024

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: dr. Joke de Jong

datum: 26 februari 2025





---

# Verklarende woordenlijst

**AF**

Agroforestry

**BRP**

Basisregistratie Percelen, zie <https://data.overheid.nl/dataset/10674-basisregistratie-gewaspercelen--brp->

**CBS**

Centraal Bureau voor Statistiek

**ESD**

Ecosysteemdienst

**GBDA**

Groen Blauwe Dooradering

**GIS**

Geografisch Informatie Systeem

**LE**

Landschapselementen

**MRT**

Multi-Reclass Tool: GIS-tool om scenariokaarten mee te construeren.

**Model**

Een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid.

**Ecosysteemdienstmodel**

In ecosysteemdienstmodellen wordt de ecosysteemdienst berekend aan de hand van kaarten en simpele of meer complexe relaties met de levering van de dienst.

**KRW**

Kaderrichtlijn Water. Europese regelgeving voor het behalen van een goede waterkwaliteit in zowel grond- als oppervlaktewater.

**NKM**

Natuurlijk Kapitaal Model. Overkoepelende term voor portfolio van Ecosysteemdienstmodellen.

**NKR**

Natuurlijk Kapitaal Rekeningen. Overkoepelende term voor portfolio van Ecosysteemdienstmodellen volgens een standaard systematiek voor statistische bureaus.

**NPLG**

Nationaal Programma Landelijk Gebied

**NVK**

Natuurverkenning, een van de regelmatig terugkerende PBL-publicaties. Recentste voorbeeld: Breman et al. (2022).

---

**Proxy**

Benadering, schatting. Bij afwezigheid van gewenste ruimtelijke data, worden andere data gebruikt om de ruimtelijke verdeling te schatten.

**Parameters**

De 'instellingen' van een model, bijvoorbeeld de veronderstelde bestuivingsafhankelijkheid van een gewas.

**Scenario**

Hypothetische herverdeling en invulling van landgebruik in Nederland voor een bepaald moment in de toekomst.

**VHR**

Vogel- en Habitat Richtlijn. Europese richtlijn voor het behoud van specifieke doelsoorten en -habitats, gericht op instandhouding van natuur en biodiversiteit.

---

# Samenvatting

Om de bijdrage van *agroforestry* en *landschapselementen* aan maatschappelijke en beleidsdoelen te kunnen kwantificeren, is in deze studie verkend hoe een modelmatige aanpak hieraan kan bijdragen. Dit is aanvullend op de eerder verschenen factsheet (Fuchs et al., 2023), waarin is beschreven hoe het inpassen van bomen en struiken in de landbouw potentieel kan bijdragen aan de natuur-, water- en klimaatdoelen.

## Natuurlijk Kapitaal Model

Voor de modelmatige aanpak is gekozen voor het Natuurlijk Kapitaal Model (NKM) en de daaraan verwante Natuurlijk Kapitaal Rekening (NKR). Dit is een model om de levering van ecosysteemdiensten te kwantificeren, en kan gebruikt worden voor berekening in een huidige situatie of in toekomstscenario's. Het NKM bestaat uit verschillende sub-modellen voor verschillende ecosysteemdiensten. Op basis van ruimtelijke data en kaarten berekenen deze sub-modellen hoeveel van een ecosysteemdienst geleverd wordt. Voor een dienst als bestuiving kan dit dan worden vergeleken met de bestuivingsvraag van het nabijgelegen gewas.

## Gekozen ecosysteemdiensten

Om met dit model de effecten van *agroforestry* en *landschapselementen* te kwantificeren, hebben we een praktische benadering gekozen. Hierbij is gekeken welke van de bestaande ecosysteemdiensten in het model 'gevoelig' zijn voor het inpassen van meer bomen en struiken in het landschap en welke relevant zijn voor de benoemde beleidsdoelen. Hierbij kwamen ze uit op de ecosysteemdiensten bestuiving, plaagonderdrukking, waterinfiltratie, koolstofvastlegging (ondergronds en in biomassa) en recreatie. Voor deze vijf ecosysteemdiensten hebben we het model doorgerekend.

## Vier vormen van agroforestry en landschapselementen

Om *agroforestry* en *landschapselementen* in het model in te passen, is er onderscheid gemaakt tussen vier vormen die ruimtelijk als volgt zijn ingepast:

- *Landschapselementen*: lijnvormig (10 m breed), omranding van het gehele perceel (binnenkant)
- *Voedselbos*: vlakdekkend op een geheel perceel
- *Agroforestry op bouwland*: noord-zuid georiënteerde lijnvormige elementen (10 m breed) met 40 m tussenaafstand
- *Agroforestry op grasland*: noord-zuid georiënteerde lijnvormige elementen (10 m breed) met 40 m tussenaafstand

De voedselbossen en landschapselementen die worden toegevoegd aan de kaarten hebben van de onderzoekers de categorie loofbos toebedeeld gekregen om de effecten door te kunnen rekenen. De *agroforestry* stroken hebben de categorie bomenrij gekregen, maar in twee varianten, namelijk met en zonder ondergroei. Dit hebben is gedaan vanwege het belang van ondergroei voor de diensten bestuiving- en plaagbestrijding.

## Scenario's

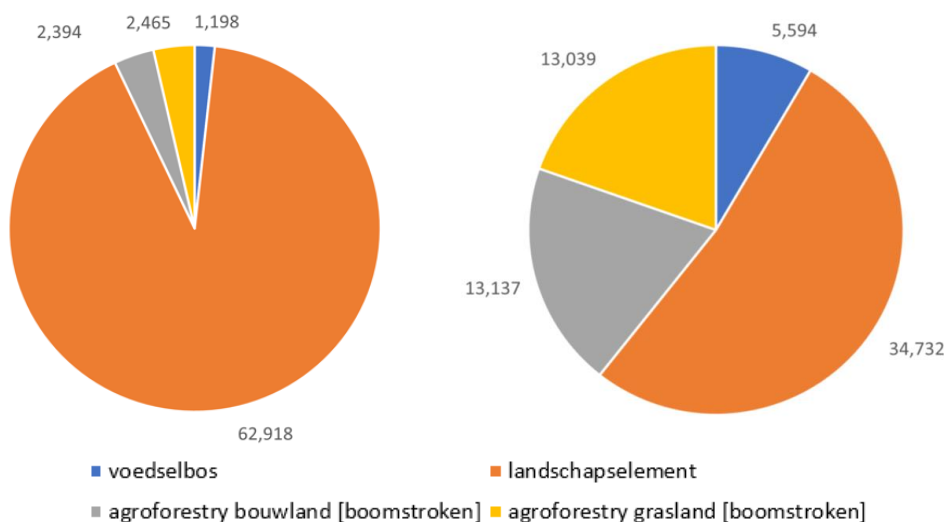
Om de ruimtelijke kaarten met deze vormen te vullen en het model te kunnen draaien, zijn er drie verschillende scenario's opgesteld. Een 0-scenario (huidige situatie) en twee toekomstscenario's met meer *agroforestry* en *landschapselementen*. De twee toekomstscenario's zijn ingevuld op basis van de beleidsondersteunende doelstellingen voor 25.000 hectare *agroforestry* en 10% groenblauwe dooradering in het landelijk gebied.

- *0-scenario* met de huidige situatie, uitgaande van het bestaande landgebruik en de recentste ruimtelijke indeling.
- *Scenario 1 – Beleidsambities met agroforestry & groenblauwe dooradering*  
Hierbij is de bijdrage aan 10% groenblauwe dooradering ingevuld met (houtige) landschapselementen. De ambitie voor 25.000 hectare *agroforestry* is ingevuld met 24.000 hectare *agroforestry* op bouwland en grasland en 1.000 hectare voedselbos.
- *Scenario 2 – Groenblauwe dooradering realiseren met agroforestry*  
Hierbij is de helft van de opgave voor groenblauwe dooradering ingevuld met landschapselementen en de andere helft met *agroforestry* en voedselbos.

Met deze scenario's en de verschillende vormen van agroforestry zijn de kaarten van de toekomstscenario's vervolgens ingevuld. Op basis van de kaarten met deze toekomstscenario's zijn de levering en de vraag naar ecosysteemdiensten berekend. Door te werken met deze scenario's kunnen de uitkomsten met elkaar vergeleken worden.

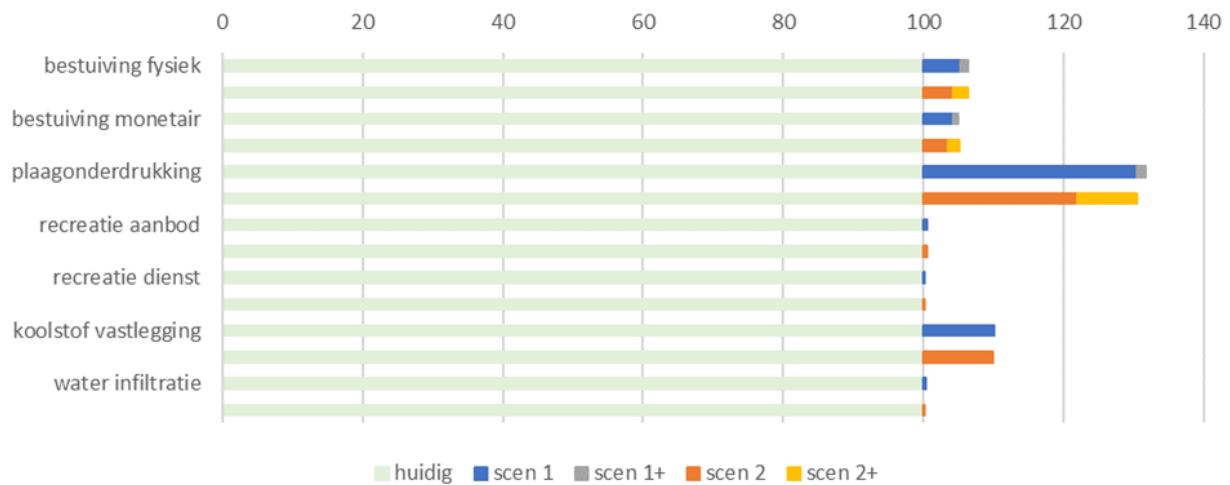
### Uitkomsten modellen

In de twee toekomstscenario's die zijn doorgerekend zijn 68.975 ha en 66.502 hectare bomen en struiken toegevoegd. In scenario 1 bestaat dit grotendeels uit landschapselementen, in scenario 2 is dit meer verdeeld over de categorieën agroforestry op gras- en bouwland, voedselbossen en landschapselementen.



**Figuur 1-1** Gerealiseerde hectares voedselbos, landschapselement en agroforestry boomstroken in het beleidsambities-scenario (links) en het Groenblauwe dooradering realiseren met agroforestry-scenario (rechts).

Kijkend naar de uitkomsten van de modelberekeningen van de vijf ecosysteemdiensten zien we positieve effecten en liggen de scenario-uitkomsten dicht bij elkaar. De toename van habitat voor plaag onderdrukkende insecten is hoog, met name voor vliegende insecten, wat leidt tot een 30% hogere aanwezigheid van natuurlijke vijanden. Een toename van meer bestuivende insecten leidt tot een productietoename in bestuivingsgevoelige gewassen van 5%. De introductie van de houtige systemen leidt tot een 10% hogere koolstofvastlegging, wat neerkomt op een jaarlijkse extra vastlegging van 0,22 Mton CO<sub>2</sub>. Voor waterinfiltratie en recreatie zijn op basis van deze rekenmodellen geen grote toenames te verwachten.



**Figuur 1-2** Overzicht van de additionele effecten van de verschillende scenario's op alle vijf verkende ecosysteemdiensten (relatief tot de huidige situatie (groene balk = 100%).

### Interpretatie en conclusies

- Deze modelmatige studie laat zien dat het grootschalig inpassen van agroforestry en landschapselementen in het landelijk gebied positieve effecten heeft op levering van de ecosysteemdiensten bestuiving, plaagonderdrukking en koolstofvastlegging. Voor recreatie en waterinfiltratie zijn de voordelen verwaarloosbaar.
- Hiermee is aangetoond dat grootschalige inpassing van agroforestry en landschapselementen kan bijdragen aan de doelen rondom de natuuropgave (m.n. basiskwaliteit natuur) en klimaatmitigatie.
- Bomen en struiken in het landelijk gebied kunnen aan meer voor het beleid relevante ecosysteemdiensten een positieve bijdrage leveren, die niet allemaal binnen deze aanpak met het Natuurlijk Kapitaal Model zijn meegenomen. Denk hierbij o.a. aan bijdragen aan waterkwaliteit, klimaatadaptatie, bodemkwaliteit en luchtkwaliteit.
- Het zou interessant zijn in een vervolg te kijken naar de mogelijkheden om agroforestry en landschapselementen doelgericht in te zetten op specifieke locaties, zoals kwetsbare natuurgebieden of stedelijk gebied.
- Een goede agroforestry-dataset is noodzakelijk om nieuwe categorieën te introduceren in het NKM die kunnen zorgen voor betrouwbaardere uitkomsten naar de effecten van agroforestrysystemen in toekomstverkenningen.



---

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

De impact op de natuur, de waterkwaliteit en het klimaat van de intensieve, grootschalige en op productiemaximalisatie gerichte landbouw staat niet meer ter discussie. De belangstelling voor andere productiestrategieën voor robuuste voedselvoorziening wint terrein. In welke mate anders produceren in een landschap met meer ruimte voor natuurlijke processen kan bijdragen aan het herstel van biodiversiteit, het verbeteren van de waterkwaliteit en -kwantiteit en het vastleggen van koolstof, is de vraag die hier centraal staat.

De verwachting is dat meer ruimte voor natuurlijke structuren (landschapselementen) en de integratie van verschillende vormen van agroforestry kansen biedt om de genoemde opgaven het hoofd te bieden. Op basis van deze verwachtingen zijn er subsidieregelingen ontwikkeld en worden ze ook al toegepast. Maar gaan deze systemen de verwachte ecosysteemdiensten ook daadwerkelijk leveren? Hoe effectief is de investering om de gewenste maatschappelijke doelen te halen? Kwantificering van de geleverde ecosysteemdiensten door agroforestry en landschapselementen kan beleidsmakers helpen om een afweging te maken hoe uitbreiding van deze systemen kan bijdragen aan de doelstellingen voor de specifieke regio.

## 1.2 Definities agroforestry en landschapselementen

Het inpassen van bomen en struiken in de landbouw staat in de belangstelling. Enerzijds vanwege de verwachte toegevoegde waarde in de vorm van de productie van noten, fruit, hout en biomassa, anderzijds vanwege levering van diensten als biodiversiteit, koolstofvastlegging, bodem-, water- en luchtkwaliteit en landschappelijke verfraaiing. Bomen en struiken kunnen in oneindig veel verschillende configuraties worden ingepast in het landbouwsysteem.

We onderscheiden hierbij drie verschillende toepassingen en ruimtelijke vormen:

- *Landschapselementen*: natuurlijke structuren van houtige soorten (bomen, struiken, hagen) in het landelijk gebied, op of rondom landbouwpercelen, met of zonder directe link met de agrarische bedrijfsvoering.
- *Agroforestry*: het functioneel inpassen van bomen en struiken in een landbouwsysteem, waarbij dit bewust gecombineerd wordt met akkerbouw, groente- of veeteelt.
- *Voedselbos*: agroforestrysystemen met enkel bomen, struiken en andere meerjarige soorten, in verschillende vegetatielagen, waarvan het grootste deel van de soorten voor de mens eetbaar voedsel levert.

Hierbinnen zijn allerlei tussenvormen mogelijk. Deze veelzijdigheid biedt veel kansen. Het maakt het mogelijk om systemen te ontwerpen die in verschillende typen landschappen inpasbaar zijn, die passen bij wensen van ondernemers en kunnen bijdragen aan lokale opgaven.

Om wat structuur te brengen in de mogelijkheden en verschijningsvormen van agroforestrysystemen in Nederland, is er in 2024 een factsheet gemaakt waarin acht veelvoorkomende systemen zijn beschreven: [Factsheet Agroforestry 16](#) (Prins & Fuchs, 2024).



---

## 1.3 Beleidscontext

Hieronder worden de relevantste beleidsambities beschreven in de context van deze studie.

### 1.3.1 Opgaven voor natuur, water en klimaat in het landelijk gebied

Vanuit de Europese Unie zijn er richtlijnen opgesteld voor natuur en biodiversiteit, waterkwaliteit en -kwantiteit en klimaat, die ook vertaald zijn in nationaal beleid. De opgaven hieromtrent worden als urgent beschouwd, omdat nog (lang) niet aan de richtlijnen voldaan wordt, terwijl deze wel op korte termijn behaald moeten worden. Dit zijn allemaal opgaven die spelen in het landelijk gebied met een directe of indirecte invloed van de landbouw. Deze opgaven waren ook de basis voor het Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG).

De specifieke richtlijnen die hier het relevantst zijn:

- *Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR)*

De wettelijke verplichting tot natuurherstel in Nederland is vastgelegd in de Europese VHR. Hierin is bepaald dat op termijn alle beschermde soorten en beschermde habitattypen in een landelijke 'gunstige staat van instandhouding' moeten verkeren. De natuuropgave richt zich op bescherming van beschermde natuurgebieden, maar ook op de basiskwaliteit van natuur daarbuiten.

- *Kaderrichtlijn Water (KRW) en 7<sup>e</sup> Actieprogramma Nitraatrichtlijn (NAP)*

De KRW is een Europese richtlijn over de kwaliteit en kwantiteit van grond- en oppervlaktewater. Kortweg is het doel dat alle wateren in Nederland een goed leefgebied kunnen vormen voor planten en dieren die er thuishoren. Dit kan dus per gebied en waterlichaam verschillen. De KRW heeft wettelijk vastgelegde doelen voor 2027.

- *Nationaal Klimaatakkoord*

Nederland heeft in het landelijke klimaatakkoord het doel opgenomen om broeikasgasemissies in 2030 met 55% te reduceren ten opzichte van 1990. Het streven is zelfs 60% vermindering, en in 2050 wil Nederland klimaatneutraal zijn.

### 1.3.2 Groenblauwe dooradering – Aanvalsplan Landschap

Naast de te behalen doelstellingen voor natuur, water en klimaat, spelen ook de doelstellingen voor groenblauwe dooradering in het landelijk gebied (10% in 2050 en de helft van de opgave in 2030). Deze doelstellingen zijn uitgewerkt in het [Aanvalsplan Landschap](#), opgenomen in het landelijk beleid en sluiten aan bij de Europese Biodiversiteitsstrategie. De inpassing van bomen en struiken in landbouwsystemen als 'groene' dooradering kan hierbij een belangrijke rol spelen en dit kan een middel zijn om bij te dragen aan de natuur-, water- en klimaatdoelen.

### 1.3.3 Nationale Bossenstrategie

De Nederlandse ambities voor toekomstbestendig bos zijn uitgewerkt in de [Nationale Bossenstrategie](#) (2020). Hierin staat o.a. dat er 37.400 ha nieuw bos gerealiseerd is in 2030, dat 14.000 ha bos een natuurfunctie heeft gekregen en dat het bestaande bos waar nodig gerevitaliseerd is.

De stimulering van agroforestry en houtige landschapselementen wordt in beleidsplannen benoemd als middel om areaaldoelen te behalen. Zo is in de Nationale Bossenstrategie aangenomen dat 7.000 ha van de bosuitbreiding ingevuld kan worden via agroforestry en andere boslandbouwcombinaties. Daarnaast wordt de ambitie ondersteund om (op de lange termijn) 25.000 ha agroforestry en 1.000 ha voedselbos te realiseren.

## 1.4 Projectopzet

Het project heeft als voornaamste doel om te onderzoeken hoe het stimuleren van agroforestry en landschapselementen kan bijdragen aan het behalen van overheidsdoelen. De looptijd is 2023-2024. Hieronder volgt een korte beschrijving van de opzet van het project.

---

#### 1.4.1 Projectdoelstelling

##### Probleemstelling

Zonder onderbouwing van de verwachte ecosysteemdiensten en bijbehorende kosten en baten kan LVVN investeringen van publieke middelen in agroforestry en landschapselementen niet verantwoorden.

##### Doel

Het eerste doel van dit project is kwantificering van de verwachte ecosysteemdiensten – die samenhangen met de gestelde nationale en Europese natuur-, water- en klimaatdoelen – en bijbehorende kosten en baten van agroforestry en landschapselementen. Een tweede afgeleid doel richt zich op het inzichtelijk maken van wat er nodig is om de onderbouwing van de kwantitatieve inschatting te verbeteren en daar waar die ontbreekt, te ontwikkelen.

##### Doelgroep

De doelgroep van het project betreft het Ministerie van LVVN en de provincies.

#### 1.4.2 Onderzoeksvragen

2023

1. Wat is de stand van zaken met betrekking tot bestaande kennis en data over ecosysteemdiensten die gekoppeld kunnen worden aan verschillende vormen van agroforestry en houtige landschapselementen?
2. Wat is een werkbare definitie/ afbakening voor de verschillende vormen van agroforestry?
3. Wat zijn mogelijke contexten die relevant zijn om verschillen tussen agroforestry systemen te duiden?
4. Welke prioritering van te evalueren ecosysteemdiensten volgt uit bovenstaande onderzoeksvragen in relatie tot de doelstelling van het onderzoek?

2024

1. Verkennen mogelijkheden van modellen en kennis voor de kwantificering van ecosysteemdiensten.
2. Welke ecosysteemdiensten vragen nader onderzoek vanwege gebrek aan data?
3. Welke (beloftevolle) monitoringsmethodieken en -indicatoren zijn te onderscheiden?
4. Hoe moeten de uitkomsten van een modelberekening worden geïnterpreteerd?

#### 1.4.3 Werkwijze

Voor de uitvoering van het werk zijn vier fasen onderscheiden.

In de **eerste fase** is een overzicht gemaakt van de verschillende factoren die bepalen hoe agroforestry & landschapselementen kunnen bijdragen aan de beleidsdoelen en hoe verschillende factoren daar uiteindelijk invloed op hebben. De uitkomsten van deze fase zijn vastgelegd in [factsheet Agroforestry 13](#): Agroforestry & landschapselementen voor de natuur-, water- en klimaatdoelen (Fuchs & van Leeuwen, 2023).

In de **tweede fase** is de bruikbaarheid van modellen en kennis (data) beoordeeld en is een aanpak voor de kwantificering van de ecosysteemdiensten en de bijbehorende baten uitgewerkt en geoperationaliseerd.

In de **derde fase** zijn bestaande kennis (data) en modellen geïnventariseerd en zijn agroforestry en landschapselementen modelmatig nader gedefinieerd. Ook is in deze fase stilgestaan bij een prioritering van de te evalueren ecosysteemdiensten en hun baten. De ecosysteemdienstmodellen uit het NKM zijn gebruikt om voor de verschillende onderscheiden vormen van agroforestry en landschapselementen in twee scenario's door te rekenen. In deze fase is inzicht verworven in welke mate we wat kunnen zeggen over de ecosysteemdiensten van agroforestry en landschapselementen en de bijbehorende kosten en baten (modelleren, kwantificeren en monetariseren).

In de **vierde en laatste fase** van dit onderzoek zijn alle bevindingen in een rapportage samengebracht.

---

## 1.5 Verwachte effecten van agroforestry en landschapselementen op ecosysteemdiensten

In 2023 is er vanuit dit project een verkenning uitgevoerd naar de verwachte effecten van agroforestry en landschapselementen op de natuur-, water- en klimaatopgaven. De uitkomsten hiervan zijn opgetekend in [factsheet Agroforestry 13](#): Agroforestry & landschapselementen voor de natuur-, water- en klimaatdoelen (Fuchs & Van Leeuwen, 2023). Hierin is ingegaan op hoe bomen en struiken bij kunnen dragen aan het halen van de doelen en hoe daar in het ontwerp en inrichting op gestuurd kan worden (= mechanismes/processen achter de functionaliteit). De belangrijkste bevindingen uit deze verkenning worden hier nogmaals benoemd.

### 1.5.1 Natuuropgaven

1. De inpassing van bomen en struiken is voornamelijk kansrijk voor het vergroten van de basiskwaliteit natuur en algemene biodiversiteit door meer variatie in habitats en meer verbindingen tussen gebieden in het landschap;
2. Het is afhankelijk van de doelsoort mogelijk het agroforestry-ontwerp aan te passen voor specifieke soorten en hun gewenste habitats;
3. Een bijdrage aan natuurkwaliteit van N2000-gebieden is alleen te verwachten bij grootschalige landschappelijke inpassing van bomen en/of struiken.

### 1.5.2 Wateropgaven

1. De inpassing van bomen en struiken kan bijdragen aan de wateropgave door de vermindering van uit- en afspoeling van nutriënten naar grond- en oppervlaktewater;
2. De inpassing van bomen en struiken kan bijdragen aan de wateropgave door de driftreductie van gewasbeschermingsmiddelen en daarmee beperking van emissies naar oppervlaktewater;
3. De inpassing van bomen en struiken kan bijdragen aan de wateropgave door verbeterde infiltratie en daarmee aanvulling van grondwater.

### 1.5.3 Klimaatopgaven

1. Koolstofvastlegging in biomassa en bodem door bomen en struiken is kansrijk om bij te dragen aan de klimaatdoelen, al is de daadwerkelijke vastlegging sterk afhankelijk van de ontwerpkeuzes;
2. Emissiereductie van broeikasgassen zal bij inpassing van bomen en struiken in een landbouwsysteem alleen tot stand komen als dat leidt tot een extensiever bedrijfsmodel.

## 1.6 Van kwalitatieve naar kwantitatieve uitspraken

Op basis van de uitgevoerde verkenning kunnen er dus (voorzichtige) uitspraken gedaan worden over de kwalitatieve effecten van agroforestry en landschapselementen op de benoemde opgaven en daaraan gerelateerde ecosysteemdiensten. Om meer inzicht te krijgen in het doelbereik is het echter wenselijk om dit te ondersteunen en te onderbouwen met kwantitatieve uitspraken. De kwantitatieve informatie ligt echter niet voor het oprapen en gaat gepaard met de nodige nuances om daar uitspraken over te doen. Daar zijn we in de volgende stap mee aan de slag gegaan en hebben we een modelmatige aanpak voor gebruikt.

Het doel was om een werkwijze te vinden die ondanks het gebrek aan data toch een uitspraak kan opleveren over de impact van de introductie van de verschillende houtige elementen en systemen in het landschap. Hierbij hebben we gekozen voor een modelmatige aanpak en hebben de juiste expertise hiervoor ingeschakeld.

Er bestaan verschillende impactmodellen die worden gebruikt om de effecten van natuur- en landschappelijke maatregelen in te schatten. Sommige modellen richten zich specifiek op één thema, zoals de [MetaNatuurPlanner](#) ofwel het MNP-model (Model for Nature Policy). Hier draait het om het voorspellen van effecten van beleid op biodiversiteit. Een [Maatschappelijke Kosten en Baten Analyse](#)-model (MKBA) is een

---

voorbeeld van een werkwijze die zo goed mogelijk de kosten én de baten van een gekozen strategie in beeld probeert te brengen. Een MKBA is vooral gericht op het inschatten van de effecten van een project of beleid op de verandering van de welvaart van Nederland. Daarmee is deze tool minder geschikt voor het doel van deze verkenning. Hier hebben we gekozen voor een integrerend ecosysteemmodel, namelijk het in ontwikkeling zijnde Natuurlijk Kapitaal Model<sup>1</sup> (NKM) en de daaraan verwante Natuurlijk Kapitaalrekening<sup>2</sup> (NKR). Het NKM is ontwikkeld door Wageningen Environmental Research en de NKR is ontwikkeld door het CBS en Wageningen Universiteit. Ze bevatten beide meerdere ecosysteemdienstmodellen die alle eenzelfde landgebruikskaart/ecosysteemtype kaart als input gebruiken, waardoor het goed gebruikt kan worden om veranderingen in landgebruik (in een scenario of in de tijd) op een uniforme manier op meerdere ecosysteemdiensten door te rekenen. Het NKM was ook vertrekpunt voor een vergelijkbare studie naar de bijdrage van bosmaatregelen om overheidsdoelen te realiseren en vormt mede daardoor samen met de NKR een logisch vertrekpunt voor deze studie.

---

<sup>1</sup> B. de Knecht et al. (2016). Kansenskaarten voor duurzaam benutten Natuurlijk Kapitaal. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WUR, Wageningen. WOt-technical report 75. [Kansenskaarten voor duurzaam benutten van Natuurlijk Kapitaal \(wur.nl\)](https://www.wur.nl/nl/kansenskaarten-voor-duurzaam-benutten-van-natuurlijk-kapitaal).

<sup>2</sup> Statistics Netherlands and WUR (2021), Natural Capital Accounting in the Netherlands – Technical report. Statistics Netherlands (CBS) and Wageningen University and Research (WUR) [nca-nl-technical-report-2021](https://www.wur.nl/nl/nca-nl-technical-report-2021)

---

## 2 Methodiek

### 2.1 Werken met scenario's

We hebben gekozen voor een scenario/modelberekening aanpak om de bijdrage van agroforestry en landschapselementen aan de overheidsdoelen te kwantificeren. We hebben de ambities uit de Bossenstrategie en het Aanvalsplan Landschap vertaald naar twee onderscheidende scenario's. Deze scenario's zijn vervolgens ingevoerd in het bestaande NKM- en NKR-modelinstrumentarium. Elke systeemdienst heeft een specifiek rekenmodel dat de levering van een bepaalde ecosysteemdienst kwantificeert. Door deze te vergelijken met een 0-scenario wordt de bijdrage aan de beleidsdoelstellingen geëvalueerd.

De scenario/modelberekening-methodiek is eerder toegepast in onder andere het Scenario Natuurinclusief (Van Breman et al., 2022) en de ex-ante-evaluatie van het Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering (Van Bussel et al., 2024). De kracht van deze aanpak zit 'm in het feit dat verschillende uitwerkingen van een beleidsdoelstelling op een snelle, gelijkwaardige en systematische manier te vergelijken zijn, zowel onderling als met een referentieniveau. Daar staat tegenover dat het modelinstrumentarium noodzakelijke versimpelingen en aannames bevat die de fijnmazigheid en zeggingskracht van de uitkomsten beperken.

De scenario's in deze studie zijn opgebouwd uit dezelfde bouwstenen. Ze verschillen van elkaar in de gerealiseerde arealen, de plaatsing van de bouwstenen en de interpretatie ervan door het modelinstrumentarium. De ontwikkelde scenario's kregen beide een sub-variant voor specifiek de ecosysteemdienst 'natuurlijke bestuiving'. De denkwijze, aannames en keuzes voor de scenario's worden toegelicht in de volgende paragraaf.

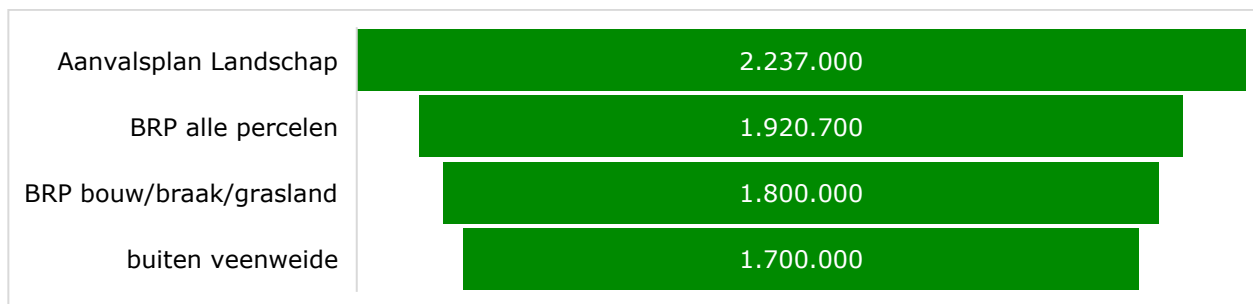
### 2.2 Scenario-ontwerp

#### 2.2.1 Wat beogen de scenario's?

In de scenario's hebben we de beleidsdoelstellingen voor de Bossenstrategie en het NPLG (10% GBDA, zie ook beleidscontext, paragraaf 1.3) ruimtelijk expliciet neergelegd. De scenario's beogen hiermee een hypothetische en toekomstige weergave te zijn van het (agrarisch) grondgebruik van Nederland, waarbij de beleidsdoelstellingen in verschillende variaties en interpretaties zijn gerealiseerd.

#### 2.2.2 Zoekgebied

Wij kozen ervoor de scenario's enkel te laten doorwerken op bestaande agrarische percelen. De basisregistratie percelen was hierbij ons uitgangspunt, waarbij we de 'natuurterrein'- en 'landschapselement'-categorieën uitsloten van deelname. Ook besloten we laagveengebieden buiten beschouwing te laten in deze verkenning. Dit deden we omdat opzetten van waterpeil hier de grootste impact heeft voor beleidsambities rond broeikasgasemissiereductie en niet boomaanplant. Daarnaast ligt boomaanplant extra gevoelig in deze open cultuurlandschappen en is het daarmee minder logisch om hier veel bomen aan te planten. We hanteren daarmee een ander zoekgebied dan bijvoorbeeld het Aanvalsplan Landschap, dat het hele 'landelijk gebied' beschouwt (ter grootte van 2.237.000 ha). Uitgaande van het BRP en na aftrek van Veenweide is ons zoekgebied 1.700.000 ha (Figuur 2-1).



**Figuur 2-1** Areaal zoekgebied in hectare, in vergelijking met het Aanvalsplan Landschap.

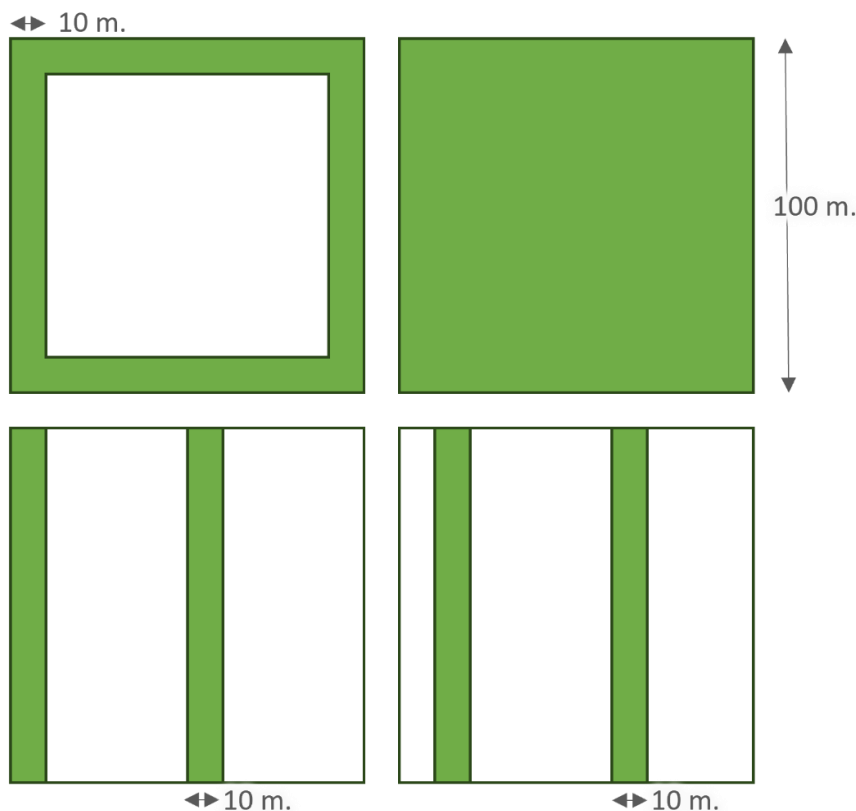
Voor realisatie van de beleidsdoelstellingen zal dus naar areaal gezocht worden binnen deze kwalificerende 1.700.000 ha. Dit betekent niet dat dit areaal volledig omkeert naar een ander agrarisch gebruik. Het is het zoekgebied waarbinnen de gewenste veranderingen volgens het scenario plaatsvinden. Buiten het zoekgebied verandert het landgebruik niet.

### 2.2.3 Bouwstenen

De bouwstenen van het scenario zijn vier nieuwe vormen van agrarisch landgebruik (zowel productief als niet-productief):

1. Landschapselementen, zoals bedoeld in het Aanvalsplan Landschap
2. Voedselbossen
3. Agroforestry, geïntegreerd in een melkvee/weidesysteem
4. Agroforestry, geïntegreerd in een akkerbouw/bouwlandsysteem

Voor de bouwstenen hebben we een vast sjabloon ontworpen (Figuur 2-2). Landschapselementen zijn lijnvormig, 10 m breed worden geplaatst op de binnenrand van een perceel. Voedselbossen beslaan een heel perceel. De twee varianten van agroforestry bestaan uit noord-zuid georiënteerde 10 m brede boomstroken op het perceel met 40 m tussenafstand. Een perceel van 1 ha bestaat dus voor 2.000 m<sup>2</sup> (20%) uit boomstroken. De lijnvormige elementen zijn hier 10 m breed, omdat smallere elementen niet goed door de modellen doorgerekend kunnen worden.



**Figuur 2-2** Sjablonen voor de vier bouwstenen. Rechtsom vanaf linksboven: landschapselementen, voedselbos, agroforestry-bouwland en agroforestry-grasland.

#### 2.2.4 Algemene en specifieke beslisregels

Om te bepalen waar de vier nieuwe landgebruiksvormen (Figuur 2-2) precies geplaatst werden binnen het zoekgebied, zijn beslisregels opgesteld. Beslisregels bepalen onder welke omstandigheden het huidige agrarische perceel overschreven mag worden met een van de nieuwe vormen. Algemene beslisregels voor alle bouwstenen waren:

1. Plaatsing op een bestaand landbouwperceel
2. Plaatsing buiten Natura2000-gebieden
3. Geen overschrijving van fruit- en boomteelt (zie bijlage 2 voor betreffende BRP-codes)

Voor 'voedselbos' gold als aanvullende eis dat deze geplaatst werd op een perceel van 0.5-7 ha groot. Nieuwe landschapselementen en agroforestry werden alleen geplaatst op percelen van minimaal 2 ha.

Voedselbossen en landschapselementen konden op eender welk BRP-perceel gelegd worden, zolang de betreffende gewascode niet tot fruit- en boomteelt gerekend werd. Voor agroforestry-grasland en agroforestry-bouwland werden specifieke lijsten van toegestane gewascode's gehanteerd (zie bijlage 2).

#### 2.2.5 Werkwijze scenariokaarten

We hebben landgebruikskarten ontwikkeld waarin de vier nieuwe landgebruiksvormen ruimtelijk-expliciet zijn neergelegd volgens de algemene en specifieke beslisregels. Dit deden we voor elk scenario. De werkwijze hierbij was om willekeurige BRP-percelen te selecteren die aan de gestelde beslisregels voldeden, totdat het doelareaal werd behaald. De verschillen tussen de scenario's zitten in het doelareaal per bouwsteen en de geselecteerde percelen. Zie bijlage 2 voor details.

Buiten de veranderingen in agrarisch grondgebruik op de geselecteerde percelen, verandert het landgebruik niet. Deze gebieden werden ingevuld in de scenariokaarten op basis van een bestaande ecosysteemtpekenkaart.

---

### 2.2.6 Doorvoer naar modellen

Ten behoeve van de modellen zijn de scenariokaarten vertaald naar specifiekere kaarten die voorzien in de informatiebehoefte van de modellen. Bijvoorbeeld, het recreatiemodel heeft een landgebruikskaart met slechts zeven categorieën. Deze is opgesteld door elke landgebruikscategorie in de scenariokaart te koppelen aan een van de recreatiekaart-categorieën. In bijlage 2 staan de koppeltabellen waarmee de model-specifieke kaarten zijn gemaakt.

### 2.2.7 Scenario varianten voor bestuivingsmodel en het natuurlijk plaagonderdrukking model

Speciaal voor het bestuivingsmodel en het natuurlijke plaagonderdrukking-model creëerden we een plus-variant van beide scenario's door de categorie agroforestry op bouwland op verschillende manieren te interpreteren. De varianten zijn: bomenrijen zonder ondergroei (standaard variant) en bomenrijen met ondergroei (plus-variant).

In de standaardvariant worden de bomenrijen vrij van ondergroei verondersteld. Daarmee zijn ze een minder geschikt leefgebied voor natuurlijke bestuivers, aangezien ze alleen wat nestgelegenheid bieden en nauwelijks bloemen bevatten en ook voor natuurlijke plaagonderdrukkers zijn bomenrijen zonder ondergroei minder geschikt als bron- of nectarhabitat. In de plus-variant hebben de bomenrijen een ondergroei met bloemen, hierdoor neemt de geschiktheid als habitat voor natuurlijke bestuivers en natuurlijke plaagonderdrukkers toe. De ondergroei van de bomenrijen zorgt daarvoor.

De interpretatie van de agroforestry-bomenrijen geschiedt via de parametrisatie van het bestuivingsmodel, hiervoor hoeven geen aparte scenariokaarten gemaakt te worden. Voor het natuurlijke plaagonderdrukking-model geschiedt de interpretatie van de bomenrijen via de input scenariokaarten, de inputkaart 'bos' bevat nu ook de bomenrijen in de agroforestry-percelen en deze worden verwijderd uit de inputkaart bomenrij (zie bijlage 2).

### 2.2.8 Referentie

Als referentiepunt voor de scenario's zijn ook modelkaarten gemaakt voor een 0-scenario (huidige situatie).

### 2.2.9 Scenario 1 - Beleidsambities met agroforestry & groenblauwe dooradering

Dit scenario neemt de beleidsambities uit de Bossenstrategie (2020) en het Aanvalsplan Landschap (2022) als uitgangspunt.

In de Bossenstrategie wordt steun uitgesproken voor de ambitie van verschillende partijen om na 2030 24.000 ha<sup>3</sup> agroforestry en 1.000 ha voedselbossen te realiseren. Deze arealen hebben we overgenomen in dit scenario. Het doelareaal agroforestry verdelen we <sup>50</sup>/<sub>50</sub> over agroforestry op gras- en bouwland en betrekken we op de boomstroken en het tussenliggende productieve land tezamen. Het areaal boomstroken is zodoende  $\frac{1}{5} * 24.000 = 4.800$  ha.

Daarnaast bevat het scenario een deel van de 10% groenblauwe dooradering (GBDA) zoals voorgesteld in het Aanvalsplan Landschap. In dat document gaat het om 223.700 ha GBDA (10% van 2.237.000 ha landelijk gebied, zie Figuur 2-1). Dit areaal hebben we gecorrigeerd voor ons kleinere zoekgebied (Figuur 2-1) en voor reeds bestaande GBDA (2-3% volgens het Aanvalsplan Landschap). Ten slotte nemen we enkel het 'houtige' deel van GBDA voor onze rekening (helft van het totaal GBDA). Hieruit volgt een areaal van 62.636 ha nieuwe, houtige, landschapselementen (zie Tabel 2-1 en bijlage 1 voor gedetailleerde berekening).

---

<sup>3</sup> De feitelijke formulering in de Bossenstrategie is 25.000 ha agroforestry en 1.000 ha voedselbos, 26.000 ha in totaal. Tijdens de scenario-ontwikkeling waren we, achteraf foutief, in de veronderstelling dat het ging om 25.000 ha totaal, verdeeld als 24.000 ha agroforestry en 1.000 ha voedselbos.



**Tabel 2-1** Arealen voedselbos, landschapselementen en agroforestry voor scenario 1.

| Element                            | Hectare       |
|------------------------------------|---------------|
| Voedselbos                         | 1.000         |
| Landschapselement                  | 62.636        |
| Agroforestry bouwland (boomstrook) | 2.400         |
| Agroforestry grasland (boomstrook) | 2.400         |
| <i>totaal</i>                      | <i>68.436</i> |

### 2.2.10 Scenario 2 - groenblauwe dooradering realiseren met agroforestry

Het CLM-rapport<sup>4</sup> (2022) over een beoordelingskader voor de groenblauwe dooradering benoemt agroforestry als een mogelijke weg om 10% groenblauwe dooradering te realiseren. In dit scenario verkennen we de gevolgen voor de natuur-, water- en klimaatbeleidsdoelen, als de helft van de groenblauwe dooradering ingevuld wordt met voedselbossen en agroforestry. Het gaat dan om  $62.636 / 2 = 31.318$  ha.

We vullen dit areaal met voedselbossen en agroforestry in een (arbitraire) verhouding van  $\frac{1}{6}$  en  $\frac{5}{6}$ . Hierbij tellen we alleen de boomstroken van het agroforestrysysteem mee richting dit doelareaal (Tabel 2-2). Het areaal landschapselementen is gelijk aan de het areaal voedselbos plus de agroforestry bomenstroken.

**Tabel 2-2** Doelarealen in hectare voor scenario 2.

| Element                            | Hectare       |
|------------------------------------|---------------|
| Voedselbos                         | 5.220         |
| Landschapselement                  | 31.318        |
| Agroforestry bouwland (boomstrook) | 13.049        |
| Agroforestry grasland (boomstrook) | 13.049        |
| <i>totaal</i>                      | <i>68.436</i> |

## 2.3 Werken met modellen

### 2.3.1 Waarom een modelmatige aanpak?

Zoals in paragraaf 1.6 al aangegeven, ligt de kwantitatieve informatie niet voor het oprapen. De veelal anekdotische informatie is ook nog eens sterk context-gerelateerd. Een modelmatige aanpak biedt handvatten om bij gebrek aan data toch inzicht over mogelijke impact te verkrijgen. Omdat een model per definitie een versimpelde weergave van de werkelijkheid is, is het bij de keuze welke modellen te gebruiken voor de scenarioanalyse belangrijk dat de modellen de kenmerkende karakteristieken van de landgebruiksverandering in het scenario meenemen in de berekening. Bijvoorbeeld, als een model alleen onderscheid maakt tussen of er wel of niet vegetatie is, zal een verandering van agrarisch land naar voedselbos, landschapselementen of agroforestry op bouwland of grasland geen andere uitkomst geven, terwijl als het model onderscheid maakt of de vegetatie lage vegetatie is met of zonder bloemen of bos is, zal de landgebruiksverandering wel effect kunnen hebben op de uitkomst. Voorwaarde daarvoor is dat het model dan wel over voldoende categorieën beschikt die vertaald kunnen worden naar bruikbare waarden voor de modelberekening.

### 2.3.2 NKM en NKR

Het Natuurlijk Kapitaal Model (NKM) ontwikkeld door Wageningen Environmental Research en de Natuurlijk Kapitaalrekening (NKR) ontwikkeld door het CBS en Wageningen Universiteit bevatten beide meerdere ecosysteemdienstmodellen die allen eenzelfde landgebruikskaart/ecosysteemtype kaart als input gebruiken,

<sup>4</sup> Dekker, A., Lageschaar, L., Gommer, R. (2022). Beoordelingskader Groenblauwe dooradering. CLM.

---

waardoor het goed gebruikt kan worden om veranderingen in landgebruik (in een scenario of in de tijd) op een uniforme manier op meerdere ecosysteemdiensten door te rekenen. De uitkomst van de modellen zijn kaarten die een overzicht geven waar de diensten geleverd worden en cijfers over de gemiddelde en totale levering van de dienst in Nederland. Paragraaf 2.4 beschrijft de vijf gebruikte ecosysteemdienstmodellen die voor deze verkenning gebruikt zijn.

### **Voordelen**

Beide modellen maken het mogelijk, door het gebruik van eenzelfde landgebruikskaart voor alle ecosysteemdienstmodellen, de verschillende landgebruiksverandering scenario's op een uniforme manier in de ecosysteemdiensten door te rekenen.

### **Beperkingen**

Bij modelberekeningen zit de beperking in de input. Voedselbos en agroforestry hebben momenteel geen eigen categorie in de modellen in de tabellen die de verschillende ecosysteemttypen koppelen aan informatie over de levering van de betreffende ecosysteemdienst. We hebben voor het vaststellen van de parameters noodgedwongen gebruik moeten maken van bestaande categorieën (zie par. 2.4) in het NKM en NKR-model om de impact op de ecosysteemdiensten in te kunnen schatten.

## **2.4 Modelselectie**

### **2.4.1 Motivatie voor keuze voor subset aan ecosysteemdiensten**

De NKM en de NKR bestaan uit een verzameling rekenmodellen voor verschillende ecosysteemdiensten. We hebben gekeken welke rekenmodellen 'gevoelig' zijn voor het inpassen van bomen in het landschap en welke relevant zijn voor onze scope, namelijk de impact van houtige gewassen op natuur, water en klimaat. We hebben er in deze verkenning voor gekozen zo veel mogelijk van de bestaande rekenmodellen en hun kengetallen uit te gaan. Dit om te voorkomen dat we met allerlei toevoegingen en aanpassingen onze resultaten onvergelijkbaar zouden maken. In deze modellen zijn (nog) geen tools beschikbaar die in de breedte informatie geven over de natuur-, de water- en klimaatopgaven zoals we dat formuleerden in Fuchs & Van Leeuwen (2023). We hebben voor de modelberekeningen gebruikgemaakt van de modellen die ons wel iets kunnen vertellen over relevante aspecten van die natuur-, de water- en klimaatopgaven. De in deze verkenning gebruikte vijf ecosysteemdienstmodellen zijn bestuiving en plaagonderdrukking (beide functionele agrobiodiversiteit), waterinfiltratie, koolstofvastlegging en recreatie. Deze laatste is toegevoegd vanuit de verwachting dat veel meer opgaande begroeiing in het agrarische landschap grote effecten zou kunnen hebben.

### **2.4.2 Bestuiving model**

Om de invloed van de aanwezigheid van voedselbossen, landschapselementen en agroforestry op bestuiving te bepalen, is gebruikgemaakt van een model uit de Natuurlijk Kapitaal Rekeningen (NKR). Dit model gaat net een stap verder dan het Natuurlijk Kapitaal Model (NKM). Dit bestuivingsmodel berekent namelijk de bijdrage van wilde bestuivers (wilde bijen en hommels) aan het vergroten van de opbrengst in kilogram of prijs per hectare in plaats van in een percentage.

Een viertal aspecten is cruciaal voor de uitkomst:

1. De aanwezigheid van bestuivingsgevoelige gewassen.
2. Verschillen tussen bestuivingsafhankelijke gewassen in de mate waarin de opbrengst terugloopt bij afwezigheid van bestuivers (zie Tabel 5-8 voor de mate van afhankelijkheid van de productie van de bestuivingsafhankelijke gewassen).
3. De geschiktheid van het ecosysteem als nestplaats en voedselbron (wilde bloemen) voor de bestuivers.
4. De afstand tot het gewas in relatie tot de afstand die bestuivers dagelijks maximaal afleggen om voedsel te zoeken.

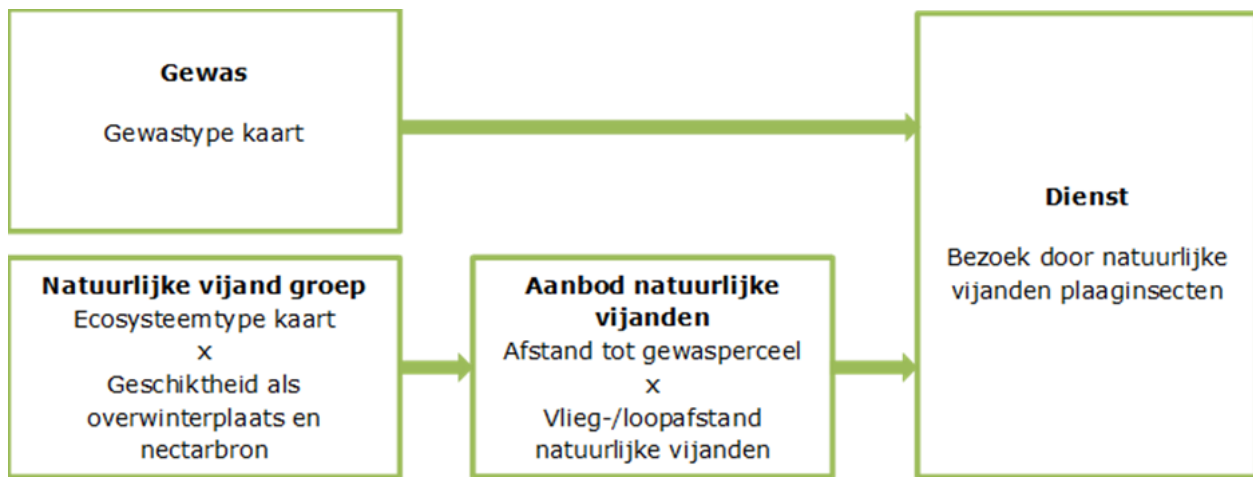


**Figuur 2-3** Conceptueel schema van het ecosysteemdienstmodel voor natuurlijke bestuiving. Aan de ene kant is er vraag voor bestuiving door gewastypen die voor hun productie in zekere mate afhankelijk zijn van bestuiving door insecten, aan de andere kant is er aanbod van bestuiving door ecosystemen, die in meer of mindere mate geschikt zijn als nestplaats en in meer of mindere mate wilde bloemen bevatten als alternatieve voedselbron. De combinatie van de vraag en het aanbod wordt bepaald om het vermeden opbrengstverlies te berekenen.

Zowel nestgelegenheid als de beschikbaarheid van bloemen zijn belangrijke voorwaarden voor het voorkomen van bestuivers. Dit is dan ook de aanleiding om voor de categorieën 'agroforestry op bouwland' en 'agroforestry op grasland' twee versies door te rekenen. Eentje met en eentje zonder ondergroei. Voor de parametrisatie van het model is geen extra onderzoek gedaan naar de geschiktheid van voedselbos en agroforestry voor bestuivers. Daarom is gekozen om deze typen te parametriseren met de geschiktheid van het ecosysteemtype wat er het meest bij in de buurt komt. Voor voedselbos en landschapselementen is dit de geschiktheid van loofbos. Voor de geschiktheid van agroforestry op bouwland en grasland is in de simulatie zonder ondergroei gekozen voor de geschiktheid van bomenrijen en voor de simulaties met ondergroei is deze gelijk gesteld aan loofbossen. Voor meer informatie over de parametrisatie en het model zie de [technische documentatie](#) (CBS & WUR, 2022) en bijlage 3.

### 2.4.3 Plaagonderdrukking model

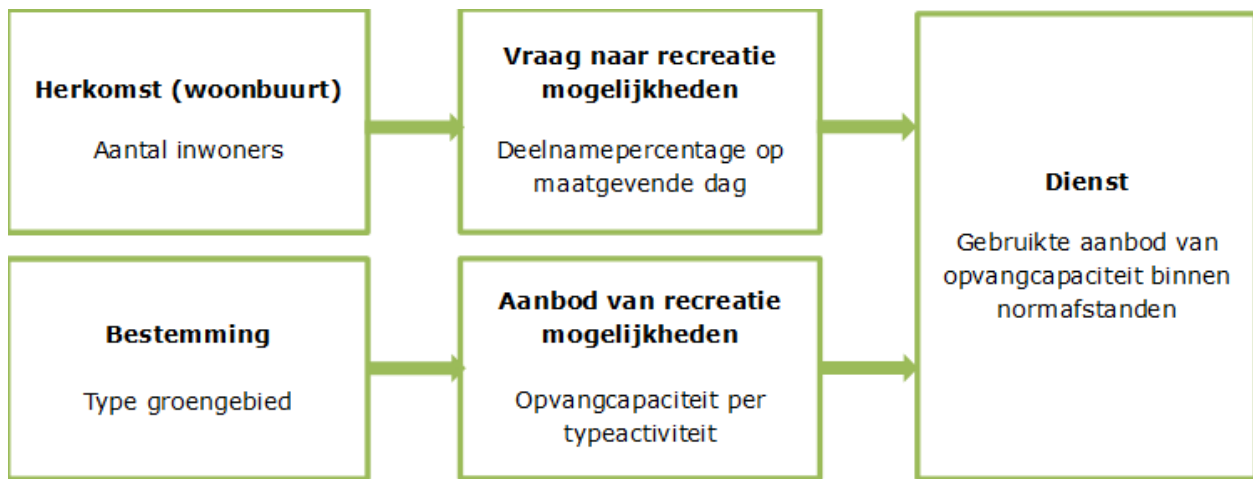
Het natuurlijke plaagonderdrukking model uit het Natuurlijk Kapitaal Model (NKM) (De Knecht et al., 2022) gaat over de aanwezigheid van natuurlijke vijanden van plaaginsecten in gewassen. Vergelijkbaar met het bestuivingsmodel wordt ook in het natuurlijke plaagonderdrukkingsmodel de geschiktheid van ecosysteemtypen als bronhabitat als proxy gebruikt voor het voorkomen van natuurlijke plaagonderdrukkers. Deze worden onderverdeeld in drie groepen, afhankelijk van hoe ze zich verplaatsen (lopend of vliegend) en of ze wel of niet aanvullend nectar nodig hebben. Resultierend in de volgende drie groepen natuurlijke plaagonderdrukkers: kruipende plaagonderdrukkers (bijv. loopkevers), vliegende plaagonderdrukkers (bijv. lieveheersbeestjes) en vliegende plaagonderdrukkers die nectar als alternatieve voedselbron nodig hebben (verder vliegende nectivoren genoemd), bijv. zweefvliegen of sluipwespen, waarvan de volwassenen geen plaaginsecten eten maar wel nectar nodig hebben om eitjes te leggen en waarvan de larven wel plaaginsecten eten. Net als voor de wilde bestuivers geldt dat de percelen dicht bij de bronhabitat meer bezocht worden dan verder weg. Voor de parametrisatie van het model bestaan (nog) geen betrouwbare onderzoeksdata over de geschiktheid van voedselbos en agroforestry voor bestuivers. Daarom is gekozen om deze typen te parametriseren met de geschiktheid van het ecosysteemtype wat er het meest bij in de buurt komt. Voor het plaagonderdrukkingsmodel worden voedselbos en landschapselementen meegenomen als bos en agroforestry op bouwland of grasland als bomenrij. Net als voor bestuivers zijn bomenrijen met ondergroei meer geschikt als bronhabitat of nectarbron voor natuurlijke plaagonderdrukkers dan bomenrijen zonder ondergroei. Daarom wordt er ook bepaald of ondergroei bij bomenrijen in grasland of bouwland de aanwezigheid van natuurlijke plaagonderdrukkers in gewaspercelen beïnvloedt. In de simulaties 'agroforestry met ondergroei' wordt agroforestry in bouwland of grasland ook meegenomen als bos. Voor meer informatie over de parametrisatie en het model, zie de [technische documentatie](#) (De Knecht et al., 2022) en bijlage 3.



**Figuur 2-4** Conceptueel schema van het natuurlijke plaagonderdrukking-ecosysteemdienstmodel. Het model bevat alle gewassen waarvan de opbrengst schade kan ondervinden door plaaginsecten. Daarnaast bevat het model het aanbod van natuurlijke plaagonderdrukkers door ecosystemen. Systemen die onderling verschillen in de geschiktheid om bescherming en alternatieve voedselbronnen te bieden aan drie groepen natuurlijke plaagonderdrukkers: kruipende plaagonderdrukkers (bijv. loopkevers), vliegende plaagonderdrukkers (bijv. lieveheersbeestjes) en vliegende nectivore plaagonderdrukkers die nectar als alternatieve voedselbron nodig hebben, bijv. zweefvliegen, waarvan de volwassenen geen plaaginsecten eten maar wel nectar nodig hebben om eitjes te leggen en waarvan de larven wel plaaginsecten eten.

#### 2.4.4 Recreatie model – wandelen en fietsen

Het AVANAR-model (acroniem voor Afstemming Vraag & Aanbod Natuur Als Recreatieruimte) is gebruikt om het effect van agroforestry op wandelen en fietsen in de buitenlucht in kaart te brengen. In dit model wordt de vraag naar recreatie gebaseerd op het aantal inwoners in een buurt en deelnamepercentages aan wandelen of fietsen op een maatgevende dag. Het aanbod van recreatiemogelijkheden wordt gebaseerd op het type groengebied en de opvangcapaciteit van dat type groengebied. De opvangcapaciteit wordt bepaald op basis van openheid, mensen willen niet te veel drukte ervaren tijdens wandelen en fietsen. In landschappen waar recreanten elkaar minder makkelijk kunnen zien, is de opvangcapaciteit hoger dan in een open landschap. Voor het agrarisch gebied is de capaciteit naast openheid ook afhankelijk van de wegendichtheid. Meer wegen bevordert de recreatiemogelijkheden. Vervolgens wordt er berekend aan welk deel van de vraag binnen korte afstand dan wel lange afstand voldaan kan worden. Er wordt aangenomen dat mensen vanuit hun huis gaan wandelen of fietsen. Voor meer informatie over het model zie de technische documentatie (De Vries et al., 2016; De Knecht et al., 2022).



**Figuur 2-5** Conceptueel schema van recreatie ecosysteemdienst model. Het model bepaald de vraag naar recreatiemogelijkheden aan de hand van de buurt waar mensen wonen en het deelname percentage op een maatgevende dag (vijfde drukste dag van het jaar) en het aanbod wordt bepaald aan de hand van het type groengebied en de opvangcapaciteit van dat type groengebied. De dienst is voor hoeveel mensen er voldoende recreatiecapaciteit aanwezig is binnen de normafstand van de woonplaats.

#### 2.4.5 Koolstofvastleggingsmodel

De koolstofvastlegging in bovengrondse en ondergrondse biomassa is berekend met behulp van het wereldwijde klimaatregulatiemodel van de Natuurlijk Kapitaal Rekeningen (NKR) (CBS & WUR, 2022). In dit model wordt de totale koolstofvastlegging in Nederlandse ecosystemen berekend aan de hand van nationale gemiddelde waarden voor vastlegging van koolstof per ecosysteemtype. Met behulp van opzoektabellen worden deze waarden aan de ecosysteemtypen in de kaart gekoppeld (CBS & WUR, 2022 en bijlage 3).

#### 2.4.6 Waterinfiltratiemodel

In het Natuurlijk Kapitaal Model waterinfiltratie is de infiltratiecapaciteit afhankelijk van bodemtype en spelen ook percentage verharding en percentage begroeiing een rol. Met behulp van opzoektabellen wordt bodemtype aan een infiltratiecapaciteit in een onverzadigde bodem gekoppeld. In onverharde ecosysteemtypen (met vegetatie of braakliggend) is de infiltratiecapaciteit hoger wanneer de bodem bedekt wordt met vegetatie. De vegetatiebedekking is het totaal van de boom-, struik- en lage vegetatiebedekkingskaarten uit de Atlas natuurlijk kapitaal (RIVM a, b, c, 2022). In een verhard ecosysteemtype (bebouwing, infrastructuur) zit alleen infiltratie in het percentage met vegetatiebedekking (bijv. tuinen of groen langs de weg). Daarnaast vangen het bladerdek, de vegetatie en de strooisellaag op de bosbodem ook nog een deel van de regenbui af voordat het water in de grond trekt. De afvang van regendruppels voordat ze de grond raken, wordt berekend door de ecosysteemtypekaart aan een opzoektabel voor afvang van regen te koppelen. De totale dienst is een som van de afvang van de regendruppels voordat ze de grond bereiken en de infiltratie in de bodem. Voor meer informatie, zie CBS & WUR (2022) en bijlage 3.

## 3 Resultaten

### 3.1 Inleiding

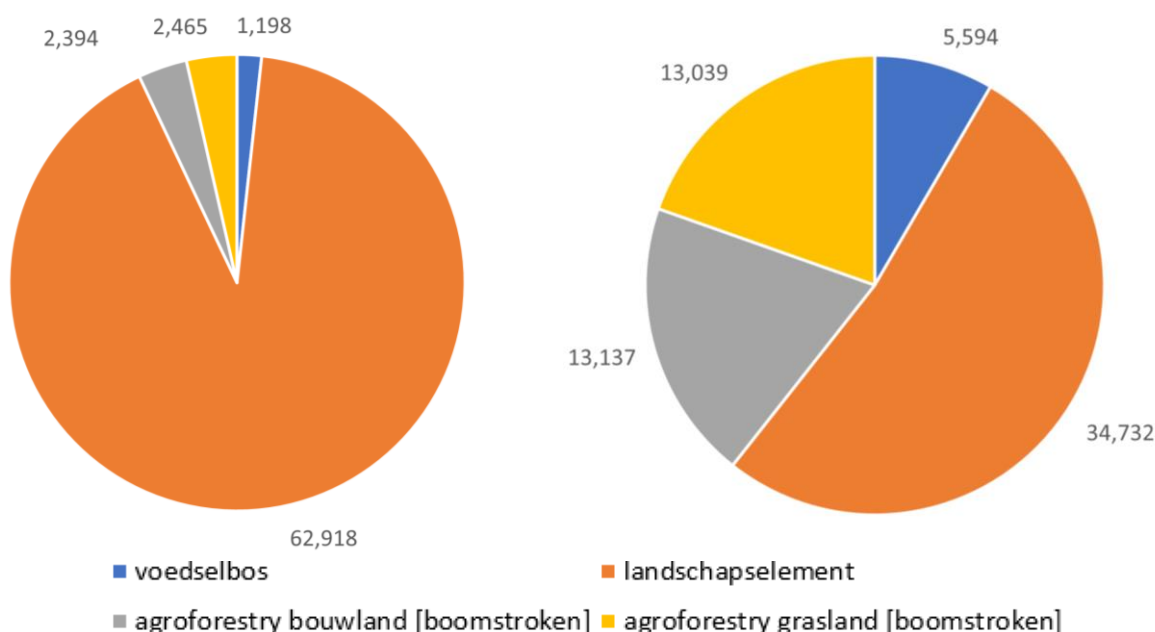
In dit hoofdstuk wordt stilgestaan bij twee zaken: de vertaling van de scenario's naar scenariokaarten en de modeluitkomsten voor de ecosysteemdiensten bestuiving, plaagonderdrukking, recreatie, koolstofvastlegging en waterinfiltratie.

### 3.2 Scenario's

Voor beide scenario's hebben we een vlakdekkende landgebruikskaart ontwikkeld waarin de doelarealen voedselbos, landschapselement en agroforestry op grasland en op bouwland zijn gerealiseerd. Daarna zijn deze doorvertaald naar kaarten die als invoer gebruikt worden voor de modellen. Buiten de locaties waar voedselbossen, landschapselementen of agroforestry op grasland of bouwland zijn gerealiseerd, verandert het landgebruik niet.

De nieuwe elementen werden geplaatst op agrarische percelen die voldeden aan algemene en specifieke beslisregels (zie paragraaf 2.4). Het totaalareaal van de kwalificerende percelen overschreed ruimschoots het doelareaal van elke nieuwe categorie. Uit de kwalificerende percelen werden stapsgewijs willekeurige percelen geselecteerd totdat het doelareaal werd behaald. Door de stapsgewijze toevoeging van percelen werd vaak net te veel of te weinig areaal geselecteerd. Het verschil tussen doel- en gerealiseerd areaal was altijd < 10%, met uitzondering van voedselbossen in het eerste scenario (1.000 ha doelstelling, 1.198 gerealiseerd: 120%). De gerealiseerde arealen voor de twee scenario's staan in Figuur 3-1, in bijlage 2 staan de doelarealen en het procentuele verschil.

De agroforestry-arealen in Figuur 3-1 hebben betrekking op de boomstroken op het perceel. Het totaalareaal van de percelen waarop agroforestry wordt toegepast (de boomstroken + productief deel), is 24.310 ha voor het beleidsambities-scenario en 130.837 ha voor het GBDA-met-agroforestry-scenario.



**Figuur 3-1** Gerealiseerde hectares voedselbos, landschapselement en agroforestry boomstroken in het beleidsambities-scenario (links) en het GBDA-met-agroforestry-scenario (rechts).

Het totaalareaal van neergelegde elementen (agroforestry stroken op gras- en bouwland, voedselbossen en landschapselementen) bedraagt 68.975 ha en 66.502 ha in scenario 1 en 2. Dit is ongeveer 4% van het zoekgebied van 1.700.000 ha agrarische grond. Als we de agroforestry-percelen – dus inclusief de eenjarige teelten – in zijn geheel meetellen, stijgt dit percentage naar 5% in scenario 1 en naar 10% in scenario 2.

Figuur 3-2 laat een uitsnede zien van de scenariokaarten. Voedselbossen zijn rood aangegeven, nieuwe landschapselementen zijn de omlijnningen van de percelen en verticale strepen zijn de boomstroken binnen het agroforestrysysteem. De kaarten laten alleen de nieuw geplaatste elementen zien. Daarbuiten is het land- en agrarisch gebruik onveranderd ten opzichte van de huidige situatie.



**Figuur 3-2** Uitsnede van scenariokaarten met de elementen zoals ze geplaatst zijn in scenario 1 (links) en scenario 2 (rechts). Rood: voedselbos, rood-verticaal: agroforestry op bouwland, groen-verticaal: agroforestry op bouwland, donkergrijs rondom perceel: landschapselement. Achtergrond: BRT achtergrondkaart – grijs.

## 3.3 Modeluitkomsten

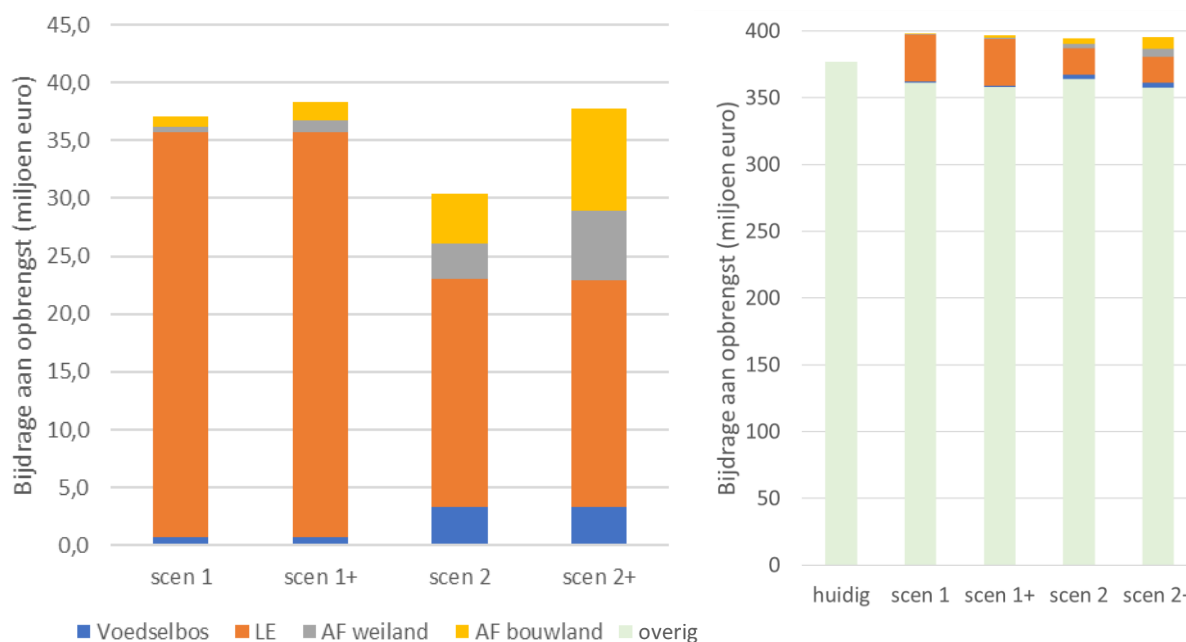
### 3.3.1 Bestuiving

De resultaten laten zien dat de verschillende houtige systemen die meegenomen zijn in de modelberekening een positieve bijdrage kunnen leveren aan de dienst 'bestuiving' en daarmee aan vermeden opbrengstverlies (hierna bijdrage aan opbrengst genoemd). Gemiddeld is dit zo'n 5%, in totaal voor Nederland rond de 20 kiloton opbrengst, of gemiddeld zo'n halve ton per hectare, maar de exacte bijdrage in ton/ha is sterk variabel tussen gewassen, afhankelijk van hoe sterk de opbrengst van bestuiving afhangt en de te behalen opbrengst per hectare. Belangrijk hierbij te vermelden is dat in tegenstelling tot het verlies aan areaal van het bestuivingsgevoelige gewas, de productie van het houtige gewas niet is meegenomen in de berekening. De verschillen lijken dus klein, maar de opbrengsten zijn hoger, terwijl een klein deel van het bestuivingsafhankelijke gewas omgevormd is in de nieuwe voedselbossen, landschapselementen en agroforestry in bouwland. Dat op zich is erg interessant. Een ander opvallend resultaat is dat de verschillen tussen agroforestry met en zonder ondergroei in de gecumuleerde grafiek veel minder groot lijken dan dat we vooraf veronderstelden. De toename in opbrengst tussen scenario 1 en huidig, door de aanleg van extra voedselbos, landschapselement en agroforestry in bouwland en grasland, is bijvoorbeeld 16 miljoen euro, terwijl het toevoegen van ondergroei bij agroforestry maar 3 miljoen extra oplevert gebaseerd op nationale statistieken voor gewasproductie van de bestuivingsafhankelijke gewassen (Tabel 5-8 in bijlage 3). Als je de opbrengst echter uitsplitst per categorie (Figuur 3-3) of weergeeft per hectare (Figuur 3-4) wordt duidelijk dat ondergroei bij agroforestry wel degelijk toegevoegde waarde kan hebben.



**Tabel 3-1** Totale bijdrage van alle ecosystemen (door leveren van bestuivers) aan opbrengst van bestuivingsafhankelijke gewassen in % van totale opbrengst, gemiddelde bijdragen van ecosystemen per hectare in ton of euro per hectare, en totale bijdrage van alle ecosystemen in kilo ton bestuivingsafhankelijke gewassen en in miljoen euro.

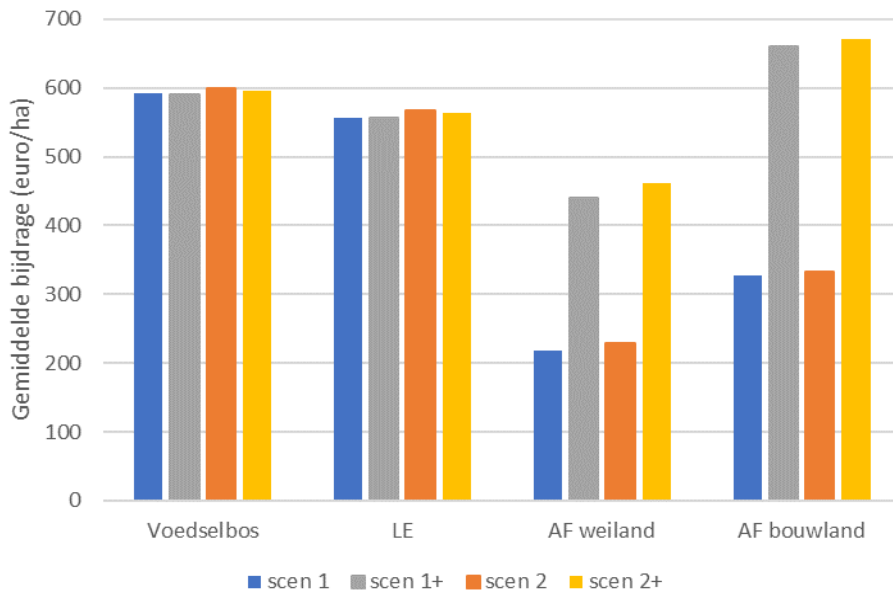
| Ecosysteem bijdrage aan opbrengst | Huidig | Scenario 1 | Scenario 1+ (AF met ondergroei) | Scenario 2 | Scenario 2+ (AF met ondergroei) |
|-----------------------------------|--------|------------|---------------------------------|------------|---------------------------------|
| %                                 | 76,1   | 81,3       | 81,5                            | 80,6       | 81,5                            |
| ton/ha                            | 7,1    | 7,7        | 7,8                             | 7,6        | 7,7                             |
| euro/ha                           | 7959   | 8552       | 8571                            | 8460       | 8568                            |
| kilo ton                          | 337    | 357        | 358                             | 353        | 358                             |
| miljoen euro                      | 377    | 395        | 396                             | 391        | 396                             |



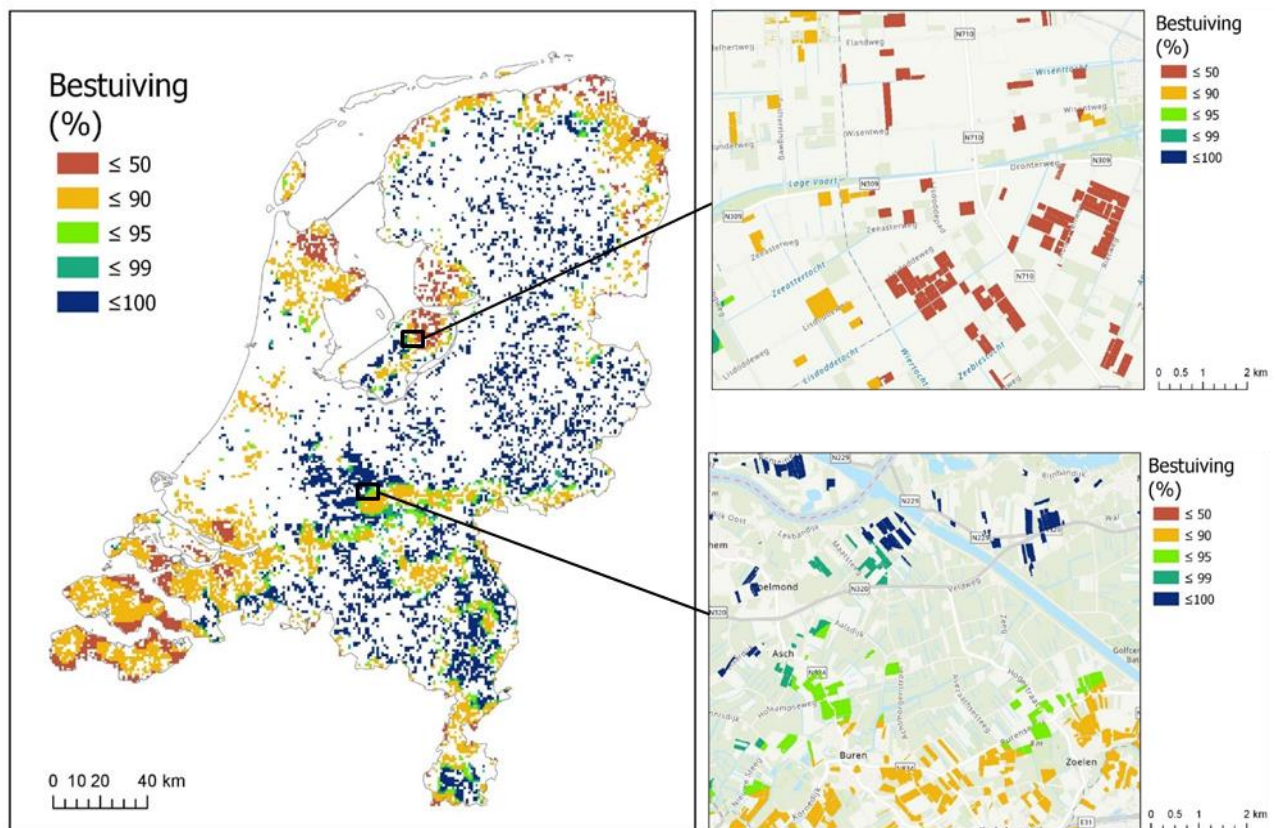
**Figuur 3-3** Bijdrage van alleen de in de scenario's extra toegevoegd voedselbos, landschapselementen (LE) en agroforestry op grasland en bouwland op de totale opbrengst van bestuivingsafhankelijke gewassen in miljoen euro en b) totale bijdrage van alle ecosystemen die bijdragen aan bestuiving, d.w.z. de al eerder aanwezige ecosystemen (lichtgroen) en de in de scenario's toegevoegd voedselbos, landschapselementen en agroforestry op de totale opbrengst van bestuivingsafhankelijke gewassen in miljoen euro.

Wanneer er naar de afzonderlijke elementen gekeken wordt, dragen in de scenario's met agroforestry zonder ondergroei, de voedselbossen en de landschapselementen per hectare gemiddeld het meest bij aan de opbrengst van het bestuivingsafhankelijke gewas. Wanneer de bomenrijen wel ondergroei hebben, dragen de bomenrijen met ondergroei in bouwland het meest bij aan de opbrengst van de bestuivingsafhankelijke gewassen per hectare. In deze situatie is de gunstige habitat voor bijen het meest dicht bij de gewassen die de bestuiving nodig hebben. Terwijl agroforestry op grasland gemiddeld per hectare zowel met als zonder ondergroei het minst bijdraagt aan de opbrengst van de bestuivingsafhankelijke gewassen. Grasland zelf is namelijk niet bestuivingsgevoelig en bomen in grasland staan dus door hun plaatsing over het algemeen verder weg van bestuivingsafhankelijke gewassen.

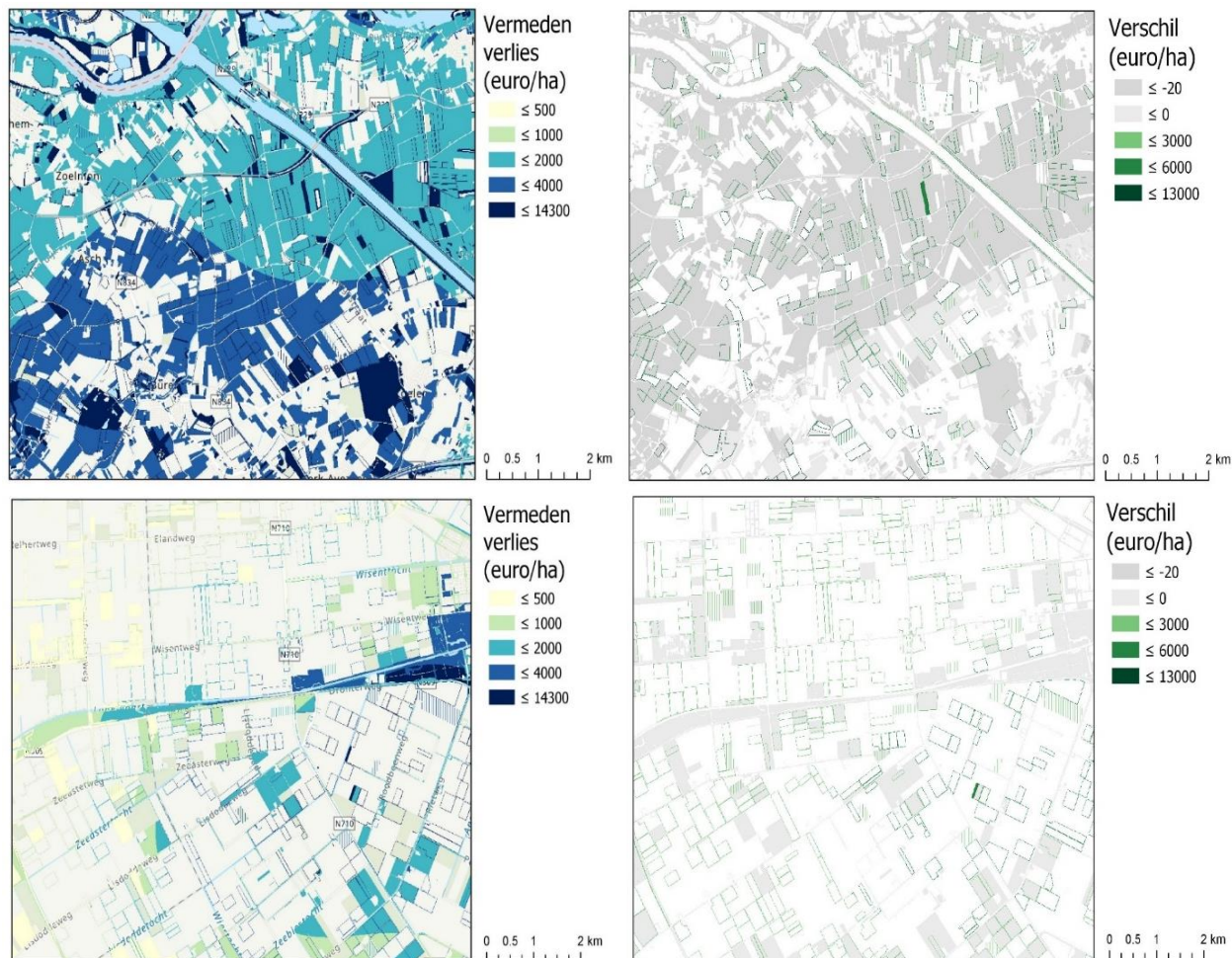




**Figuur 3-4** Gemiddelde bijdrage van voedselbos, landschapselementen (LE) en agroforestry in grasland en bouwland op de opbrengst van bestuivingsafhankelijke gewassen in euro per hectare. De waarden zijn gerelateerd aan de nabijheid en bestuivingsgevoeligheid van een gewas. Onze keuze om voedselbossen op kleine percelen te situeren, houdt mogelijk in dat ze daarmee ook vaker in een meer divers landschap liggen.



**Figuur 3-5** Percentage bestuiving door wilde bestuivers per gewasperceel met bestuivingsafhankelijk gewas. Overzicht van heel Nederland laat zien waar bestuiving door wilde bestuivers voldoende is voor optimale productie (donkerblauw), maar ook waar er een klein tekort (groen) tot groot tekort aan wilde bestuivers is (oranje/rood).



**Figuur 3-6** Bijdrage van ecosystemen en agroforestry aan vermeden verlies in euro per hectare door bestuiving door wilde bestuivers in scenario 1 zonder onderbegroeiing (links) en het verschil in bijdrage van ecosystemen (incl. agroforestry) aan vermeden productieverlies tussen scenario 1 en de huidige situatie (rechts). In verschilkaarten geeft de groene kleur een toename in de bijdrage van ecosystemen aan bestuiving in euro/ha weer (de agroforestry elementen), terwijl grijze tinten een kleine afname van de bijdrage aan vermeden productie weergeven t.o.v. van de bijdrage van dezelfde ecosystemen in de huidige situatie.

### 3.3.2 Bijdrage bestuiving

In de huidige scenario's zijn, op een aantal uitzonderingen na, de voedselbossen, landschapselementen en agroforestry willekeurig geplaatst in bouwland en grasland. Uit Figuur 3-4 blijkt dat, ondanks dat de totale productie van gewassen die dierlijke bestuiving nodig hebben toeneemt in de scenario's, dit voor een klein deel ten koste gaat van de bijdrage van (semi)natuurlijke ecosystemen. Dit duidt erop dat – op die plekken – een toename van wilde bestuivers in de nieuwe structuren kan leiden tot een afname van wilde bestuivers in de (semi)natuurlijke ecosystemen. Vooral in gebieden waarin bestuiving al maximaal is, zal toevoegen van extra landschapselementen en agroforestry geen toegevoegde waarde hebben voor bestuiving en mogelijk wel een negatief effect hebben op de al aanwezige wilde bestuivers. Figuur 3-6 laat zien waar bestuiving op orde is en waar er wel nog vraag is voor bestuiving. Deze modeluitkomsten kunnen gebruikt worden om te zien waar landschapselementen en agroforestry het best ingezet kunnen worden om bij te dragen aan bestuiving.

### 3.3.3 Plaagonderdrukking

De modelresultaten voor plaagonderdrukking laten zien dat de verschillende natuurlijke plaagonderdrukkers in verschillende mate reageren op het toevoegen van agroforestry in het agrarische landschap. De agroforestry-scenario's hebben het grootste positieve effect op de vliegende plaagonderdrukkers die nectar als alternatieve voedselbron nodig hebben. Het toevoegen van agroforestry-elementen zorgt ervoor dat deze

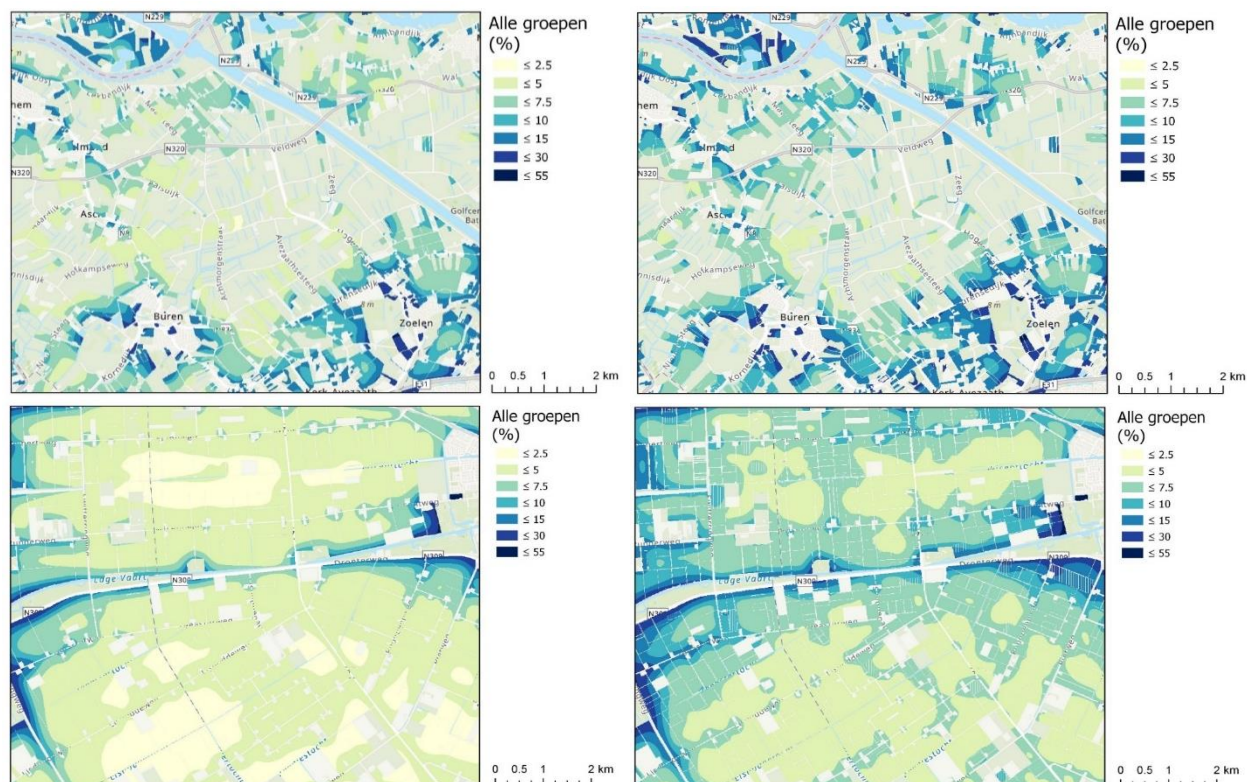


nectarbronnen dicht bij de gewaspercelen te vinden zijn, terwijl de kruipende plaagonderdrukkers nauwelijks toenemen in de scenario's. Voor zowel de vliegende plaagonderdrukkers als voor de vliegende nectivore plaagonderdrukkers<sup>5</sup> zien we een grote toename door de toevoeging van agroforestry op gras- en bouwland, voedselbossen en landschapselementen. Het toevoegen van ondergroei aan de categorie bomenrijen in gras- en bouwland levert nauwelijks verdere winst op.

In tegenstelling tot het bestuivingsmodel dat uit kan rekenen hoeveel van de totale opbrengst van gewassen toe te kennen is aan de aanwezigheid van bestuivers, kan in het huidige plaagonderdrukkingsmodel nog geen relatie gelegd worden tussen de aanwezigheid van natuurlijke plaagonderdrukkers in gewaspercelen en het vermeden opbrengstverlies door de onderdrukking van plaaginsecten in gewassen. Wel blijkt uit onderzoek in biologische teelt in de Hoeksche Waard (Paul van Rijn, persoonlijke communicatie) dat voor gewassen die niet heel erg gevoelig zijn voor schade door bladluizen (zoals tarwe), de huidige aanwezigheid van plaagonderdrukkers afdoende is.

**Tabel 3-2** De aanwezigheid van natuurlijke plaagonderdrukkers laat dus zien dat vergeleken met de huidige situatie er in scenario 1 en 2 met ondergroei 5% meer kruipende, 31% meer vliegende, 43% meer nectar behoevende vliegende insecten zijn.

| Aanwezigheid natuurlijke plaagonderdrukkers | Huidig | Scenario 1 | Scenario 1 met ondergroei | Scenario 2 | Scenario 2 met ondergroei |
|---------------------------------------------|--------|------------|---------------------------|------------|---------------------------|
| % kruipend                                  | 5,7    | 6,0        | 6,0                       | 5,9        | 6,0                       |
| % vliegend                                  | 8,3    | 10,9       | 11,0                      | 10,4       | 10,9                      |
| % vliegend met nectar behoefte              | 10,6   | 15,2       | 15,5                      | 13,7       | 15,3                      |
| % combinatie                                | 8,2    | 10,7       | 10,8                      | 10,0       | 10,7                      |



**Figuur 3-7** Gemiddelde dichtheid van de natuurlijke plaagonderdrukkers in de huidige situatie (links) en scenario 1 (rechts). Hoe donkerder de kaart kleurt hoe groter de dienst plaagonderdrukking.

<sup>5</sup> Vliegende nectivore plaagonderdrukkers zijn soorten als zweefvliegen en sluipwespen, waarbij de volwassenen zelf niet plaaginsecten eten maar afhankelijk zijn van nectar in de lokale omgeving om eitjes te leggen en waarvan de nakomelingen voor plaagonderdrukking zorgen.

### 3.3.4 Recreatie – wandelen

Hoeveel er extra gewandeld kan worden in de scenario's met extra toegevoegde voedselbossen, landschapselementen en agroforestry op grasland of bouwland hangt af van twee factoren: de capaciteit van het landschap om wandelaars te kunnen laten rondlopen zonder al te veel zicht op elkaar en de vraag naar wandelrecreatie in de lokale leefomgeving van steden en wijken. In het agrarisch gebied is de capaciteit afhankelijk van de wegendichtheid en van de openheid van het landschap: hoe meer wegen en hoe minder open, hoe hoger de capaciteit voor wandelaars (tot 0,6 wandelaars/ha). De veranderingen in de agroforestry-scenario's zorgen voor een afname in de gemiddelde openheid van 85,4% in het agrarisch gebied in situatie huidig naar 82,6 respectievelijk 82,7% openheid in scenario 1 en 2. Hierdoor neemt de capaciteit voor wandelen tussen akkerbouw en graslanden met zo'n 6% toe (Tabel 3-3). Ervan uitgaande dat de capaciteit in de landbouw in de huidige situatie ongeveer hetzelfde was voor de locaties waar in de scenario's voedselbossen nieuwe landschapselementen en agroforestry geplaatst worden, zal de toename in capaciteit voor deze veranderingen zo rond de 10% liggen.

In totaal is er in de agroforestry-scenario's een toename van het aanbod van ongeveer 32,4 duizend, respectievelijk 33,6 duizend wandelaars. Dit komt overeen met ongeveer 0,6% van de totale vraag naar wandelen. Desondanks is de toename van de vraag naar wandelen die vervuld kan worden in de scenario's slechts 0,02% (170 respectievelijk 163 wandelaars) op de korte afstand (5km-radius) en 0,06% (985 respectievelijk 961 wandelaars) op de totale afstand (10km-radius). Er wordt dus maar ongeveer 3% van de extra capaciteit voor wandelen benut. In de huidige situatie wordt ook al aan 94,73% van de vraag naar korte wandelingen en 94,81% van de vraag naar lange wandelingen voldaan.

**Tabel 3-3** Gemiddelde toename in capaciteit voor wandelen in scenario 1 voor de agrarische ecosysteemttypen.

|                                  | Areaal (ha) | Gemiddelde toename capaciteit (#/ha) | Gemiddelde toename capaciteit (%) |
|----------------------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Voedselbos</b>                | 1198        | 0,032                                |                                   |
| <b>Landschapselementen</b>       | 62918       | 0,020                                |                                   |
| <b>AF op grasland</b>            | 2394        | 0,022                                |                                   |
| <b>AF op bouwland</b>            | 2465        | 0,022                                |                                   |
| <b>Akkerbouw, regulier</b>       | 741242      | 0,015                                | 6,7                               |
| <b>Akkerbouw, extensief</b>      | 11636       | 0,013                                | 5,4                               |
| <b>Meerjarig, regulier</b>       | 45175       | 0,001                                | 0,4                               |
| <b>Meerjarig, extensief</b>      | 2483        | 0,005                                | 0,8                               |
| <b>Grasland, blijvend</b>        | 709239      | 0,015                                | 6,0                               |
| <b>Grasland, tijdelijk</b>       | 212416      | 0,017                                | 7,2                               |
| <b>Grasland, extensief</b>       | 29996       | 0,008                                | 1,7                               |
| <b>Overig agrarisch grasland</b> | 49608       | 0,007                                | 1,1                               |
| <b>Braakliggend</b>              | 1337        | 0,007                                | 2,1                               |
| <b>Faunarand</b>                 | 2498        | 0,013                                | 4,8                               |

### 3.3.5 Koolstofvastlegging

Het toevoegen van agroforestry op gras- en bouwland, voedselbossen en landschapselementen in ruwweg 68.000 ha van het agrarisch gebied zorgt voor een toename van ongeveer 10% van de totale opslag van koolstof in Nederland. Deze toename zit in de omvorming van bouwland (dat in het model geen langdurige koolstofopslag heeft) en grasland (dat in het model een lage koolstofopslag heeft) in vegetatie met een hoge langdurige koolstofopslag in plant biomassa.

Kijkend naar de absolute jaarlijkse vastlegging betekent dit een extra vastlegging van zo'n 60 kton C/jr., ofwel 0,06 Mton C/jr. en 0,22 Mton CO<sub>2</sub>/jr.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> C heeft een moleculairgewicht van 12 CO<sub>2</sub> van 44 (1\*12 + 2\*16), dus om van vastgelegde C naar gecompenseerde CO<sub>2</sub> te gaan reken je met een factor van 3.67 (=44/12).

**Tabel 3-4** Gemiddelde en totale vastlegging van koolstof in alle ecosysteemtypes in Nederland, met gemiddelde vastlegging in ton C per ha per jaar en totale vastlegging in kiloton C per jaar.

| Jaarlijkse vastlegging                        | Huidig | Scenario 1 | Scenario 2 |
|-----------------------------------------------|--------|------------|------------|
| <b>Gemiddelde vastlegging (ton C/ha/jaar)</b> | 0,15   | 0,16       | 0,16       |
| <b>Totale vastlegging (kilo ton C/jaar)</b>   | 603,3  | 664,6      | 662,6      |

### 3.3.6 Waterinfiltratie

In het NKM-infiltratiemodel hangt de gemiddelde waterinfiltratie met name af van bodemtype, of er wel of geen verharding is en of er wel of geen vegetatiebedekking is. Een verandering van bouwland of grasland in agroforestry heeft daardoor in het model geen effect op de infiltratie in de bodem zelf. De bodem is volgens dit model namelijk niet veranderd. In het model beïnvloedt de verandering van vegetatie alleen de afvang van regen voordat het de bodem bereikt. Bomen vangen meer regen af dan lage vegetatie, daardoor neemt de gemiddelde waterinfiltratie en afvang wel toe, maar is het verschil met de huidige situatie minimaal.

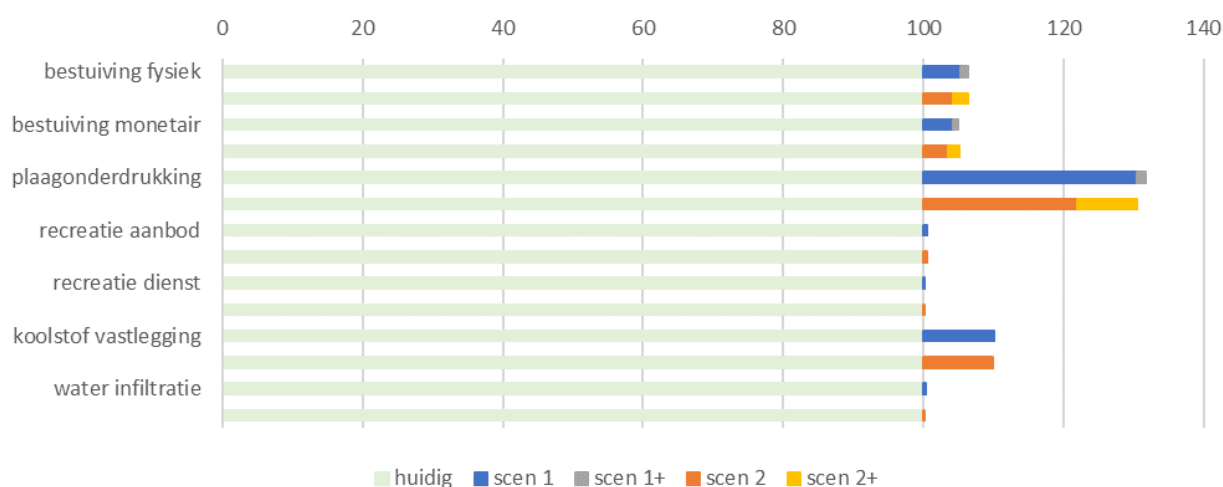
**Tabel 3-5** Gemiddelde infiltratie in de grond en afvang door de vegetatie, gemiddeld voor alle ecosysteemtypen in heel Nederland.

| Infiltratie en afvang  | Huidig | Scenario 1 | Scenario 2 |
|------------------------|--------|------------|------------|
| <b>Gemiddelde (mm)</b> | 29,64  | 29,75      | 29,71      |

## 4 Discussie

### 4.1 Wat betekenen de resultaten?

In het voorgaande hoofdstuk is voor vijf verschillende ecosysteemdiensten doorerekend wat er gebeurt als er grootschalig bomen en struiken in het landschap toegevoegd zouden worden. Dit is gedaan op basis van vier typen agroforestry en landschapselementen die in twee scenario's zijn geïmplementeerd in het Natuurlijk Kapitaal Model, zoals beschreven in hoofdstuk 2. Uit deze doorrekening komt naar voren dat er een duidelijk positief effect is op de diensten bestuiving, plaagonderdrukking en koolstofvastlegging. Voor recreatie en waterinfiltratie was dit erg klein.



**Figuur 4-1** Overzicht van de additionele effecten van de verschillende scenario's op alle vijf verkende ecosysteemdiensten relatief tot de huidige situatie (groene balk = 100%), hierbij worden scenario 1 (blauw scen. 1 en grijs additioneel effect van scen. 1+) en 2 (oranje scen. 2 en geel additioneel effect van scen 2+) boven elkaar weergegeven.

#### 4.1.1 Bestuiving

De toegevoegde agroforestry en landschapselementen leveren een bestuiving die gelijk staat aan zo'n 5% vermeden opbrengstverlies voor bestuivingsgevoelige gewassen, wat gemiddeld ook een 5% hogere financiële opbrengst levert in vergelijking met het huidige scenario.

De toegevoegde elementen hebben voor bestuiving dezelfde waarden toegekend gekregen als loofbos of bomenrij, welke beide een positief effect hebben op de bestuiving. Het is daarmee ook 'logisch' dat er een betere levering is van deze dienst, omdat er meer habitat is toegevoegd, waarin bestuivers zich potentieel kunnen vestigen en van daaruit bestuivingsgevoelige gewassen kunnen bestuiven. Daarnaast is duidelijk zichtbaar dat agroforestry met ondergroei (toegekende categorie: loofbos) een hogere bestuivingswaarde biedt dan zonder ondergroei (toegekende categorie: bomenrij).

In deze doorrekening zijn de agroforestry en landschapselementen willekeurig verdeeld over het zoekgebied. Uit de resultaten blijkt echter dat de huidige bestuivingsgraad en het aantal bestuivingsgevoelige gewassen sterk verschillen tussen verschillende landbouwgebieden. Met een meer gerichte plaatsing van hetzelfde aantal elementen kan dan een hogere effectiviteit en levering van de dienst behaald worden.

---

#### 4.1.2 Plaagonderdrukking

De toegevoegde agroforestry en landschapselementen in scenario 1 en 2 leveren een plaagonderdrukking die zo'n 30% hoger is dan in het huidige scenario, wat een flinke toename is. Dit toont aan dat de toegevoegde elementen meer habitat en voedsel bieden voor de verschillende typen insecten. Dit is niet verrassend te noemen, omdat er in de scenario's op grote schaal natuurlijke elementen zijn toegevoegd die een positieve invloed hebben op het aanbod natuurlijke vijanden.

In tegenstelling tot bij bestuiving is de levering van de dienst hier niet gekoppeld aan specifieke gewassen. Alle gewassen hebben voordeel van een betere natuurlijke plaagonderdrukking, al zullen de baten in sommige gewassen en teeltsystemen (bijv. biologisch) wel groter zijn. Hierdoor geeft de levering van deze dienst een beter beeld van de voordelen van bomen en struiken voor een algemene biodiversiteitstoename.

#### 4.1.3 Recreatie

Voor recreatie heeft de toevoeging van bomen en struiken volgens de scenario's geen noemenswaardige bijdrage opgeleverd. De hypothese was dat met meer agroforestry en landschapselementen de openheid van het landschap vermindert, waardoor de opvangcapaciteit voor recreatie hiervan hoger wordt. Dit is ook te zien in het toegenomen aanbod, maar de willekeurige verdeling van de elementen in het landelijk gebied levert niet meer aanbod op de plekken waar de behoefte nog niet volledig vervuld wordt door het huidige landschap. Deze onvervulde behoefte is vooral groot in de Randstad, in steden als Amsterdam en Rotterdam en omstreken. Door uitsluiting van veenweidegebieden zijn er in deze regio's geen of minder elementen toegevoegd. Op veel van de plekken waar de elementen zijn toegevoegd, is of het aanbod al groot genoeg of de vraag laag door een lage bevolkingsdichtheid.

Met een gerichte inpassing van deze elementen rondom steden en dorpskernen, waar de behoefte aan recreatie groot is, kan hier naar alle waarschijnlijkheid een hogere effectiviteit en levering van de dienst behaald worden.

#### 4.1.4 Koolstofvastlegging (in biomassa)

De toevoeging van houtige elementen in de scenario's zorgen voor een extra koolstofvastlegging (t.o.v. huidige situatie) van zo'n 0,06 Mton C per jaar (= 0,22 Mton CO<sub>2</sub>/jr). Dit is een toename van zo'n 10% ten opzichte van de huidige totale vastlegging per jaar. Dit is een flinke toename, maar dat is ook wel te verwachten, omdat met zowel scenario 1 en 2 tussen de 65.000 en 70.000 ha aan houtige elementen wordt toegevoegd. Ter vergelijking: het huidige areaal bos in Nederland bedraagt ruim 360.000 ha (CLO, 2023).

Omgerekend naar vastlegging per ha betekent dit een vastlegging van zo'n 3,2 ton CO<sub>2</sub>/ha/jr., waarbij hectares de hectares 'houtig element' zijn, dus niet het hele agroforestry-perceel. Voor agroforestry-achtige systemen wordt de koolstofvastlegging geschat in een range van 1-10 ton CO<sub>2</sub>/ha/jr. (Fuchs et al., 2023). In deze range wordt echter het gehele perceel meegenomen en wordt ook de koolstofvastlegging in de bodem meegenomen, naar schatting zo'n 25% van de totale koolstofvastlegging.

#### 4.1.5 Waterinfiltratie

De ecosysteemdienst waterinfiltratie laat een zeer beperkte toename zien in scenario 1 en 2 in vergelijking met de huidige situatie. Dit is met het gebruikte rekenmodel logisch te verklaren. Het rekenmodel kijkt vooral naar een verharde bodem of onverharde bodem. Aangezien alle elementen op bestaande landbouwgrond geplaatst zijn, is hierin geen verandering. De enige verandering is die in type vegetatie, waarin een hoge vegetatie meer regen afvangt dan een lage vegetatie.

De werkelijke voordelen van meer bomen en struiken voor waterinfiltratie zijn vermoedelijk groter dan uit dit rekenmodel naar voren komt. Dit komt omdat bomen kunnen bijdragen aan een betere bodemstructuur en infiltratie in de bodem in vergelijking tot bouwland en grasland (Selin Norén et al., 2022).

---

#### 4.1.6 Verschillen tussen de scenario's

Wat opvalt, is dat de verschillen tussen de twee scenario's niet heel groot zijn voor deze diensten. Dat is grotendeels te verklaren doordat de totale arealen aan toegevoegde elementen niet veel van elkaar verschillen en allebei tussen de 65.000 en 70.000 ha bedragen. De ruimtelijke configuratie en indeling van de verschillende elementen zijn weliswaar anders, maar dat lijkt in deze doorrekening geen heel grote verschillen op te leveren. Dat komt ook doordat de toegekende eigenschappen van de elementen grotendeels vergelijkbaar zijn. In werkelijkheid zullen deze elementen er mogelijk wel anders uitzien, met meer of minder focus op productie. Dit zal wel enige effecten hebben op de levering van de verschillende diensten.

### 4.2 Wat is de waarde van een modelmatige aanpak met het NKM?

In het in deze rapportage beschreven onderdeel van dit onderzoek is gekozen voor een modelmatige aanpak met het Natuurlijk Kapitaal Model. Dit is gedaan omdat er nog op basis van beschikbare kennis, zoals opgeschreven in de eerder benoemde Factsheet (Fuchs et al., 2023), geen gegronde kwantitatieve uitspraken gedaan konden worden. Het doel was dus om met de bestaande rekenregels en kengetallen uit het NKM te kijken of de bijdrage van agroforestry en landschapselementen beter gekwantificeerd en ruimtelijk verkend kon worden.

#### 4.2.1 Positieve kanten van de aanpak

##### **Verbinding agroforestry en NKM**

Door deze exercitie uit te voeren, is de verbinding tussen agroforestry en het NKM gelegd. We hebben verkend hoe verschillende vormen van agroforestry en landschapselementen toegevoegd kunnen worden in het Natuurlijk Kapitaal Model, dit uitgevoerd en in deze rapportage beschreven. Tegelijkertijd heeft het ook inzichtelijk gemaakt waar dit nog verfijnd kan worden.

##### **Grootschalige verkenning**

Deze aanpak maakt het mogelijk om grootschalig maatregelen toe te passen en door te rekenen. Hiermee kunnen dus relatief snel grove inschattingen gemaakt worden op grote schaal (in dit geval Nederland).

##### **Ruimtelijk expliciet**

Het Natuurlijk Kapitaal Model heeft als grote voordeel dat het ruimtelijk expliciete doorrekeningen maakt. Hiermee kan ruimtelijk verkend worden hoe en waar de verschillende ecosysteemdiensten geleverd worden, maar ook of en hoe deze bijdragen aan de vraag en behoefte van deze diensten. Dit is in enkele voorbeelden meegenomen in de beschrijving van de resultaten, maar het biedt kansen om dit nog in veel meer detail uit te zoeken.

#### 4.2.2 Beperkingen en verbeterpunten van de aanpak

##### **Beperkte verfijning mogelijk door beschikbaarheid van rekenregels en kengetallen**

Zoals in de factsheet voorafgaand aan deze studie beschreven, zijn de effecten van agroforestry en landschapselementen sterk afhankelijk van de specifieke ontwerpkeuzes en de lokale context. Dit biedt veel kansen, omdat hiermee het ontwerp aangepast kan worden aan de lokale context en de gestelde doelen om de effectiviteit te verhogen. Dit is in een model als het NKM echter moeilijk te vangen. Dat is logisch, want als er op grote schaal dingen doorgerekend moeten worden, zoals bij het NKM, is verfijning niet per se gewenst. Bovendien is een model altijd een versimpelde weergave van de werkelijkheid.

Om agroforestry en landschapselementen echter zo functioneel mogelijk in te passen in het landelijk gebied, is die verfijning wel wenselijk. De vraag is of dat dan ook per se met het NKM doorgerekend moet worden. Maar in dat geval zouden uitgebreidere rekenregels en kengetallen van waarde zijn om de werkelijke bijdrage dichter te benaderen.



---

### **Beperkte verfijning door schaal van kaarten**

Doordat een aantal van de kaarten en modellen rekent met een schaal met pixels van 10 x 10 m, moesten de elementen ook op die schaal worden toegevoegd. Hierdoor zijn alle landschapselementen en boomstroken in agroforestry op bouwland en grasland 10 m breed ingetekend. Dat is op zich geen probleem voor de doorrekening, maar in de praktijk zijn dit vaak stroken van zo'n 5 m breed. Als je daarbij uitgaat dat je hetzelfde areaal zou willen behalen met lijnvormige elementen die 5 m zijn in plaats van 10 m, zou je uitkomen op een groter aantal percelen met deze elementen. Hiermee zou de bijdrage aan ecosysteemdiensten vermoedelijk hoger zijn.

### **Beschikbare diensten sloten niet helemaal aan bij de natuur-, klimaat- en wateropgaven**

Het Natuurlijk Kapitaal Model bevat verschillende sub-modellen voor specifieke ecosysteemdiensten. Helaas sluiten die niet allemaal aan bij de gestelde natuur-, water- en klimaatopgaven in deze studie of was het specifieke sub-model niet gevoelig voor de toevoeging van bomen in het landelijk gebied (bijv. Metanatuurplanner).

## **4.3 Wat betekent dit voor de bijdrage aan de natuur, water en klimaatopgaven?**

Zoals hierboven al beschreven, sloot de gebruikte methodiek niet perfect aan bij de opgaven voor natuur, water en klimaat. Toch kunnen we hier wel een aantal interessante conclusies aan verbinden.

### **4.3.1 Natuuropgave**

De natuuropgave, vastgelegd in de VHR, richt zich met name op de bescherming van soorten en habitattypen, welke in gunstige staat van instandhouding moeten verkeren. Het gaat hierbij om beschermde natuurgebieden, maar ook een 'basiskwaliteit' natuur daarbuiten.

Wat betreft de natuuropgave zijn in deze studie de diensten bestuiving en plaagonderdrukking meegenomen. Dit zijn diensten die kijken naar de functionele biodiversiteit voor de landbouw. Dit is daarmee niet direct relevant voor de natuuropgave, maar is wel een goede indicator voor de algemene biodiversiteit en basiskwaliteit natuur. Als er namelijk geschiktere habitats aanwezig zijn voor wilde bestuivers en natuurlijke vijanden, zal dit de algemene biodiversiteit naar alle waarschijnlijkheid ook positief beïnvloeden. Dit sluit aan bij de bevindingen in de factsheet hierover.

Kijkend naar de specifieke bescherming van habitattypes, Natura 2000-gebieden en het voorkomen van doelsoorten, kan hier op basis van deze studie weinig over gezegd worden. Hier kan de MetaNatuurPlanner wel relevant voor zijn, maar die is in deze aanpak niet meegenomen, omdat deze niet kijkt naar de toevoeging van elementen buiten de natuurgebieden. Tegelijkertijd is in de factsheet al beschreven dat de verwachte effecten van agroforestry en landschapselementen op doelsoorten en N2000 niet heel groot zijn.

### **4.3.2 Wateropgave**

De nationale doelstellingen rond het thema water zijn vastgelegd in de Kaderrichtlijn Water (KRW), met als doel dat alle wateren een goed leefgebied kunnen vormen voor planten en dieren die daar thuishoren. Hierbij wordt met name gekeken naar waterkwaliteit, maar ook naar waterkwantiteit, met name in het geval van grondwater.

Voor waterkwaliteit zijn geen relevante diensten doorgerekend in deze studie. De dienst waterinfiltratie zou iets kunnen zeggen over de aanvulling van grondwater en daarmee de kwantitatieve toestand, maar hiervan is in paragraaf 4.1 al beschreven dat dit betreffende sub-model hier geen goede indicator voor is.

De in de factsheet beschreven verwachte positieve effecten van agroforestry en landschapselementen kunnen daarmee niet bevestigd worden met deze studie.

---

#### 4.3.3 Klimaatopgave

De klimaatopgave voor de landbouw richt zich op emissiereductie van methaan in de veehouderij, emissiereductie van CO<sub>2</sub> uit veenweidegebieden en koolstofvastlegging in landbouwbodems en 'bomen, bos en natuur'. Met name aan dat laatste kunnen agroforestry en landschapselementen een bijdrage leveren, zoals beschreven in de factsheet (Fuchs et al., 2023).

De berekende dienst koolstofvastlegging uit het NKM is daarmee een goede indicator van hoeveel koolstof er vastgelegd kan worden. De berekende vastlegging van 0,22 Mton CO<sub>2</sub>/jr. zou hiermee een bijdrage van 25-50% vormen aan de opgave van 0,4-0,8 Mton CO<sub>2</sub>/jr., zoals vastgelegd in het Klimaatakkoord en de Nationale Bossenstrategie.

---

## 5 Conclusies

### 5.1 Aanpak

Nadat we in 2023 hebben gekeken hoe het inpassen van bomen en struiken potentieel kan bijdragen aan de door het beleid gestelde water-, klimaat- en natuurdoelen (factsheet 13, Fuchs et al., 2023), hebben we in deze verkenning gekeken hoe we de potentiële impact beter kunnen onderbouwen ondanks het gebrek aan concrete en harde (veld)data en cijfers. We hebben gekozen voor een modelmatige verkenning aan de hand van een integrerend ecosysteemmodel, het Natuurlijk Kapitaal Model en de verwante Natuurlijk Kapitaalrekening. Binnen deze modellen hebben we een selectie gemaakt van de voor de doelen relevantste bestaande categorieën: bestuiving, plaagbestrijding, koolstofvastlegging en waterinfiltratie. De categorie recreatie hebben we toegevoegd omdat we verwachtten dat meer opgaand groen een grote impact zou hebben en het een economische drager kan zijn.

We zijn voor de doorrekening naast lijnvormige landschapselementen uitgegaan van drie typen agroforestry, namelijk: voedselbossen en agroforestry in rijen op bouwland en op grasland. We hebben deze 'bouwstenen' een definitie gegeven en ze op bestaande agrarische gronden geprojecteerd. Hierbij hebben we voor een willekeurige verdeling over Nederland gekozen op een vooraf bepaald zoekgebied (landbouwgrond, veenweiden uitgezonderd). We hebben twee scenario's uitgewerkt en die vergeleken met de huidige situatie (0-scenario).

### 5.2 Uitkomsten van de modelberekening

In de twee toekomstscenario's die zijn doorgerekend, zijn respectievelijk 68.975 ha en 66.502 hectare bomen en struiken toegevoegd. Dit is dus met recht een grootschalige inpassing van agroforestry en landschapselementen te noemen. In scenario 1 bestaat dit grotendeels uit landschapselementen, en in scenario 2 is dit meer verdeeld over de categorieën agroforestry op gras- en bouwland, voedselbossen en landschapselementen.

Kijkend naar de uitkomsten van de modelberekeningen van de vijf ecosysteemdiensten zien we positieve effecten en liggen de scenario-uitkomsten dicht bij elkaar. De toename van habitat voor plaag- onderdrukkende insecten is hoog, met name voor vliegende insecten, wat leidt tot een 30% hogere aanwezigheid van natuurlijke vijanden. Een toename van meer bestuivende insecten leidt tot een productietoename in bestuivingsgevoelige gewassen van 5%. De introductie van de houtige systemen leidt tot een 10% hogere koolstofvastlegging, wat neerkomt op een jaarlijkse extra vastlegging van 0,22 Mton CO<sub>2</sub>. Voor waterinfiltratie en recreatie zijn op basis van deze rekenmodellen geen grote toenames te verwachten.

### 5.3 Doelbereik

Deze modelmatige aanpak bevestigt dat een grootschalige inpassing van agroforestry en landschapselementen in het landelijk gebied kan bijdragen aan de algemene biodiversiteit (basiskwaliteit natuur) en koolstofvastlegging.

Bomen en struiken in het landelijk gebied hebben echter de potentie om aan meer voor het beleid relevante ecosysteemdiensten een positieve bijdrage te leveren. Die diensten konden binnen deze aanpak niet meegenomen worden. Denk hierbij o.a. aan bijdragen aan waterkwaliteit, klimaatadaptatie, bodemkwaliteit en luchtkwaliteit.

---

## 5.4 Kennishiaten en onderzoeksvragen

De uitkomsten van deze verkenning maken duidelijk dat de introductie van agroforestry op gras- en bouwland, voedselbossen en landschapselementen perspectieven biedt om in grotere of kleinere mate bij te dragen aan de geselecteerde ecosysteemdiensten. Dit inzicht is nu vanwege een gebrek aan data gebaseerd op de resultaten van afgeleide rekenmodellen. De gevonden resultaten geven aanleiding voor verdiepend onderzoek. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de volgende punten:

### 5.4.1 Dataverzameling voor betere toekomstverkenningen

Om de impact van bomen en struiken in de landbouw beter te kunnen specificeren in het NKM en NKR, is goede parametrisatie essentieel. Om verder te komen dan compilaties van bestaande rekenregels zullen we van anekdotische data tot betrouwbare datasets moeten komen. Om de modelberekeningen ten behoeve van het verkennen van toekomstscenario's nauwkeuriger te maken, is het belangrijk voor integrerende modellen als het NKM om data-gebaseerde categorieën van de drie onderscheiden agroforestrysystemen te ontwikkelen. Dit zal voor sommige ecosysteemdiensten eenvoudiger zijn dan voor andere diensten. Het verzamelen van betrouwbare data wordt ingewikkelder met een toenemende complexiteit van de agroforestrysystemen en hun contextuele factoren.

Daarvoor is het nodig meer aan data verzameling te doen. Dat zou kunnen in de vorm van een landelijk monitoringsprogramma<sup>7</sup> voor agroforestry. Tegelijkertijd zou binnen het NKM gekeken kunnen worden hoe de inpassing van agroforestry en landschapselementen in meerdere relevante ecosysteemdiensten meegenomen kan worden.

Wel moet hierbij ook kritisch gekeken worden wanneer een model als het NKM geschikt is. Voor grove berekeningen op landelijke schaal lijkt het goed te werken, maar voor lokale inpassingen met veel details en nuances lijkt dit minder geschikt.

### 5.4.2 Hotspots

Deze verkenning, die volgens een willekeurige selectie de beoogde elementen over agrarische percelen verspreidde, laat zien waar de beoogde elementen de grootste toegevoegde waarde kunnen hebben (hotspots). In dit licht zou het interessant zijn in een vervolg te onderzoeken wat een specifieke keuze van positioneren zou kunnen betekenen voor de levering van diensten. Denk aan gerichte positionering rondom kwetsbare natuurgebieden of rondom stedelijk gebied.

---

<sup>7</sup> Het Kennisdesk Project, Meetsystematiek impact agroforestry BO-43-126-027, werkte in 2024 aan een advies voor de opzet van zo'n provinciaal meetnet.

---

# Literatuur

Breman, B., et al. (2022) Natuurverkenning 2050–Scenario Natuurinclusief. WOt-rapport 136. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen.

Bussel, L. van, A. van Hinsberg (2024) Verwachte effecten van voorgenomen natuur-en stikstofbronmaatregelen op de toestand van de natuur: Monitoring en evaluatie van het Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering. PBL rapport. 5292. PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.

CBS & WUR (2022), Natural Capital Accounting in the Netherlands – Technical report. Statistics Netherlands (CBS) and Wageningen University & Research (WUR) (<https://www.cbs.nl/-/media/pdf/2022/20/nca-nl-technical-report-2022.pdf>)

CBS, n.d. CBS vierkantstatistieken <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/nederland-regionaal/geografische-data/kaart-van-100-meter-bij-100-meter-met-statistieken>

CLO. (2023). Oppervlakte bos in Nederland, 1970-2021 (indicator 1620, versie 01, 13 februari 2023), [www.clo.nl](http://www.clo.nl). Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University & Research, Wageningen.

Dekker, A., Lageschaar, L., Gommer, R. (2022). Beoordelingskader Groenblauwe dooradering. CLM

Fuchs, L. M., van Leeuwen, S., Kruit, J., Vijn, M. P., & Schoutsen, M. A. (2023). Agroforestry & landschapselementen voor de natuur-, water- en klimaatdoelen: Effecten van de inpassing van bomen en struiken in de landbouw en ontwerpkeuzes om hierop te sturen. Wageningen University & Research. <https://edepot.wur.nl/640442>

Fuchs, L. M., Selin Norén, I. L. M., Vijn, M. P., Schoutsen, M. A., Keur, J. T., & Pardon, P. (2023). Wat zijn de mogelijkheden voor koolstofvastlegging door agroforestry? Wageningen University & Research. <https://edepot.wur.nl/501459>

Kennedy, C.M., Lonsdorf, E., Neel, M.C., Williams, N.M., Ricketts, T.H., Winfree, R., Bommarco, R., Brittain, C., Burley, A.L., Cariveau, D., Carvalho, L.G., Chacoff, N.P., Cunningham, S.A., Danforth, B.N., Dudenhofer, J.H., Elle, E., Gaines, H.R., Garibaldi, L.A., Gratton, C., Holzschuh, A., Isaacs, R., Javorek, S.K., Jha, S., Klein, A.M., Kremen, K., Mandelik, Y., Mayfield, M.M., Morandin, L., Neame, L.A., Otieno, M., Park, M., Potts, S.G., Rundlof, M., Saez, A., Steffan-Dewenter, I., Taki, H., Viana, B.F., Westphal, C., Wilson, J.K., Greenleaf, S.S., Kremen, C. (2013). A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems Ecology Letters 16, pp. 584-599

Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society B 274, 303-313.

Knegt, B. de. et al. (2016). Kansenskaarten voor duurzaam benutten Natuurlijk Kapitaal. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WUR, Wageningen. WOt-technical report 75. [Kansenskaarten voor duurzaam benutten van Natuurlijk Kapitaal \(wur.nl\)](http://wur.nl)

- 
- Knegt, B. de, L. Biersteker, M. van Eupen, J.G.M. van der Graft, A.H. Heidema, R. Koopman, R. Jochem, M.E. Lof, H.M. Mulder, P. van Rijn, H.D. Roelofsen, S. de Vries, I. Woltjer (2022). Natural Capital Model. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-technical report 236. (<https://edepot.wur.nl/583796>)
- Prins, E., Fuchs, L. M., Vijn, M. P., Schoutsen, M. A., van Kernebeek, H. R. J., Kruit, J., & Zijlstra, R. (2024). Typing agroforestry in Nederland. Wageningen University & Research. <https://edepot.wur.nl/660923>
- Ricketts, T.H., Regetz, J., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Bogdanski, A., Gemmill-Herren, B., Greenleaf, S.S., Klein, A.M., Mayfield, M.M., Morandin, L.A., Ochieng, A., Viana, B.F. (2008). Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns Ecology letters, 11(5), 499-515.
- RIVM a, 2022. Groenkaart van Nederland enkel bomen. Verkregen op:  
[https://data.rivm.nl/data/ank/rivm\\_20231221\\_bomenkaart\\_2022.zip](https://data.rivm.nl/data/ank/rivm_20231221_bomenkaart_2022.zip)
- RIVM b, 2022. Groenkaart van Nederland enkel struiken. Verkregen op:  
[https://data.rivm.nl/data/ank/rivm\\_20231221\\_struikenkaart\\_2022.zip](https://data.rivm.nl/data/ank/rivm_20231221_struikenkaart_2022.zip)
- RIVM c, 2022. Groenkaart van Nederland enkel lage vegetatie buiten landbouwgebied. Verkregen op:  
[https://data.rivm.nl/data/ank/rivm\\_20231221\\_graskaart\\_2022\\_zonderlandbouw.zip](https://data.rivm.nl/data/ank/rivm_20231221_graskaart_2022_zonderlandbouw.zip)
- Selin Norén, I., Vijn, M. P., Schoutsen, M. A., Verstand, D., & van Gestel, S. P. J. (2022). Hoe kan agroforestry bijdragen aan klimaatadaptatie van de landbouw? Wageningen University & Research. <https://edepot.wur.nl/580732>
- Vries, S. de & I.G. Staritsky (2016). Recreatiemodel AVANAR 2.0 nader beschreven en toegelicht; Achtergronddocumentatie voor Status A. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WUR. WOt-technical report 80 (<https://edepot.wur.nl/401398>)

---

# Bijlage 1    Berekening scenario hectares

## **Scenario – Beleidsambities met agroforestry & groenblauwe dooradering**

Dit scenario neemt als uitgangspunt de beleidsambities uit de Bossenstrategie (2020) en het Aanvalsplan landschap (2022).

Uitgangspunt:

- In het Aanvalsplan Landschap wordt gesproken over 10% groenblauwe dooradering van 2.237.000 ha landelijk gebied.
- Zoals gezegd, gaan wij in deze verkenning uit van 1.700.000 landbouwgrond waarop we de zaken willen realiseren. Dit vraagt om een correctiefactor van 0,8.
- Uitgangspunt in het aanvalsplan landschap is dat er circa 3% van de GBDA al bestaat. Dus er moet nog 7% gerealiseerd worden.
- Van de groenblauwe dooradering bestaat ongeveer de helft uit houtige elementen. Dat betekent dat het te realiseren areaal gedeeld moeten worden door een factor 2.

Dat leidt tot de volgende rekensom:

- Tien procent groenblauwe dooradering landelijk gebied |  $0,1 \times 2.237.000 = 223.700$  ha
- Correctie landbouwgrond |  $0,8 \times 223.700 = 178.960$  ha
- Correctie voor te realiseren groenblauwe dooradering |  $0,7 \times 178.960 = 125.272$  ha
- Correctie voor houtige elementen |  $0,5 \times 125.272 = 62.636$  ha

## **Scenario – De helft van de groenblauwe dooradering realiseren met agroforestry**

In dit tweede scenario verkennen wij wat het zou betekenen voor de realisatie van de beleidsdoelen ten aanzien van natuur, water en klimaat als we de helft van de groenblauwe dooradering realiseren met agroforestry.

Uitgangspunt:

- In deze berekening wordt rekening gehouden met het gegeven dat VB vlakdekkend zijn en dat de andere agroforestrysystemen dat maar voor 20% zijn. Dus een voedselbos kan de groenblauwe dooradering ambitie een-op-een afdekken, maar een agroforestrysysteem (zoals door ons gedefinieerd) kan dat maar voor een vijfde. Hier tellen alleen de daadwerkelijke strips met bomen mee. We hebben ervoor gekozen om 1/6 van het areaal in te vullen met voedselbos.

Dat leidt tot de volgende rekensom:

- De helft van de groenblauwe dooradering |  $0,5 \times 62.636 = 31.318$  ha
- Aandeel voedselbossen |  $1/6 \times 31.318 = 5.220$  ha
- Aandeel andere vormen van agroforestry (stripniveau) |  $5/6 \times 31.318 = 26.098$  ha
- Correctie voor hectares agroforestry op perceelsniveau |  $5 \times 26.098 = 130.490$  ha
- Aandeel agroforestry op bouwland |  $0,5 \times 130.490 = 65.245$  ha
- Aandeel agroforestry op grasland |  $0,5 \times 130.490 = 65.245$  ha

## Bijlage 2 Details scenariokaarten

De scenariokaarten zijn tot stand gekomen door bestaande en een aantal speciaal gemaakte landgebruikskarten te 'stapelen'. Binnen deze stapel van karten werd vervolgens gezocht naar specifieke combinaties van landgebruikscategorieën. Op plekken waar de gezochte combinatie zich voordeed, werd de nieuwe categorie (voedselbos, landschapselement agroforestry-grasland, of agroforestry-bouland) geplaatst. Voor dit proces gebruikten we de door WENR ontwikkelde Combine Tool<sup>8</sup> en Multi-Reclass Tool.<sup>9</sup>

Hieronder beschrijven we de stapel van acht bronkaten. Alle bronkaten zijn opgewerkt naar een geospatial raster (geotiff) met integer pixelwaardes, waarbij elke pixelwaarde codeert voor een landgebruikscategorie. Alle rasters zijn op 10 m resolutie.

### 1. Ecosysteemtypenkaart 2021 [CBS, bewerking WENR]<sup>10</sup>

Dit is de kaart die het CBS gebruikt in de Natuurlijk Kapitaal Rekeningen. De originele kaart bevat 22 landgebruikscategorieën, deze zijn binnen WENR aangevuld en verduidelijkt door o.a. onderscheid te maken tussen loof-, naald- en gemengd bos. Deze kaart werd gebruikt als 'opvulling' op plekken waar geen nieuw element werd neergelegd.

### 2. Basisregistratie gewaspercelen 2023 – gewascode [RVO]

Deze kaart bevat de gewascode<sup>11</sup> waarmee het geteelde gewas wordt geïdentificeerd.

### 3. Basisregistratie percelen 2023 – willekeurig getal [RVO, bewerking WENR]

In deze kaart hebben we elk BRP perceel gelabeld met een willekeurig getal tussen 1 – 1000. Hiermee konden we later een willekeurige selectie van BRP percelen maken.

### 4. Basisregistratie percelen 2023 – perceelsgrootte [RVO, bewerking WENR]

In deze kaart hebben we alle BRP percelen gecodeerd naar de grote van het perceel.

### 5. Basisregistratie percelen 2023 – perceelsrand [RVO, bewerking WENR]

In deze kaart hebben we de buitenrand van elk perceel geïdentificeerd en aangegeven met code 1.

### 6. Landschappelijke Bodemkaart (LBK) versie 2023 beta<sup>12</sup> – fysisch-geografische regio's [WENR]

De LBK is de nieuwe fysisch-geografische kaart van Nederland. Deze kaart gebruikten we om veengebieden te identificeren waar geen nieuwe agroforestry en landschapselementen geplaatst mochten worden.

### 7. Noord-zuid strepensjabloon [WENR]

Dit is een zelf gemaakt kaart met 10 m brede verticale strepen, gecodeerd 1 t/m 10. Deze kaart is gebruikt om de agroforestry-elementen te kunnen plaatsen.

### 8. Natura2000 [Nationaal Georegister]

Omdat sommige BRP-percelen binnen Natura2000-gebieden liggen, is deze kaart gebruikt om Natura2000-gebieden uit te sluiten van conversie naar voedselbos, landschapselement of agroforestry.

In de tabel hieronder staan de gezochte combinaties van categorieën uit de stapeling van bronkaten. De bouland- en grasland BRP codes staan apart vermeld. Een "-" indiceert dat die kaart niet sturend was voor het betreffende element. Bijvoorbeeld, voor plaatsing van voedselbossen was de perceelsrand-kaart niet

<sup>8</sup> <https://git.wur.nl/roelo008/combiner/>

<sup>9</sup> <https://git.wur.nl/roelo008/mrtplus/>

<sup>10</sup> <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2024/21/ecosysteemtypenkaarten-2013-2022#:~:text=De%20ecosysteemtypenkaarten%20zijn%20de%20basis,2013%20tot%20en%20met%202022.>

<sup>11</sup> <https://www.rvo.nl/onderwerpen/percelen-registreren/alles-over/stappenplan/gewascode lijst>

<sup>12</sup> Van Delft, S. P. J. & Maas, G. J., 2023. De Landschappelijke Bodemkaart van Nederland; versie 2023 Beta. Wageningen, Wageningen Environmental Research. <https://bodemdata.nl/themakaarten>.



relevant. Het areaalverschil tussen scenario 1 en 2 wordt duidelijk door te kijken naar de geselecteerde random codes per categorie; hoe meer random codes geselecteerd zijn voor de betreffende categorie, hoe groter het resulterende areaal.

**Tabel 5-1.1**

| element               | BRP-gewascode             | Perceelsgrootte | Perceelsrand | LBK-regio                               | Verticale streep | Natura 2000            | random codes scenario 01 | random codes scenario 02 |
|-----------------------|---------------------------|-----------------|--------------|-----------------------------------------|------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Voedselbos            | alle m.u.v. exclusielijst | 0.5-7 ha        | -            | alle regio's behalve 'laagveengebieden' | -                | geen natura2000 gebied | 1                        | 1-5                      |
| Landschapselement     | alle m.u.v. exclusielijst | > 2 ha          | ja           |                                         |                  |                        | 100-425                  | 100-279                  |
| Agroforestry bouwland | bouwlandcodes             | > 2 ha          | -            |                                         | 1, 6             |                        | 500-519                  | 400-507                  |
| Agroforestry grasland | graslandcodes             | > 2 ha          | -            |                                         | 2, 7             |                        | 700-717                  | 700-795                  |

De exclusielijst van BRP-gewascodes staat in Tabel 2.5-3. De grasland codes staan in Tabel 2.5-4. De bouwlandcodes bestaan zijn de resterende BRP-gewascodes na aftrek van de exclusielijst en de graslandcodes.

**Tabel 5-2** Doelarealen en gerealiseerde arealen van de twee scenario's, waarin voor agroforestry een onderscheid gemaakt wordt in het areaal van het hele perceel (som van areaal bouwland/grasland en areaal bomenrijen binnen het perceel) of van de elementen zelf (alleen het areaal bomenrij binnen het perceel).

|                                             | Scenario 1    |                   |              | Scenario 2    |                   |              |
|---------------------------------------------|---------------|-------------------|--------------|---------------|-------------------|--------------|
|                                             | doel [ha]     | gerealiseerd [ha] | verschil [%] | doel [ha]     | gerealiseerd [ha] | verschil [%] |
| Voedselbos                                  | 1.000         | 1.198             | 19.8         | 5.674         | 5.594             | 1.4          |
| Landschapselement                           | 62.636        | 62.918            | 0.45         | 31.450        | 34.732            | -10.4        |
| Agroforestry – bouwland [percelen]          | 12.000        | 11.972            | -0.23        | 65.245        | 65.649            | -0.62        |
| Agroforestry – grasland [percelen]          | 12.000        | 12.338            | 2.8          | 65.245        | 65.188            | 0.09         |
| Agroforestry – bouwland [elementen]         | 2.400         | 2.394             | -0.25        | 13.050        | 13.137            | -0.67        |
| Agroforestry – grasland [elementen]         | 2.400         | 2.465             | 2.7          | 13.050        | 13.039            | -0.08        |
| <b>totaal [excl. agroforestry percelen]</b> | <b>68.436</b> | <b>68.975</b>     | <b>0.78</b>  | <b>63.224</b> | <b>66.502</b>     | <b>5.19</b>  |

**Tabel 2.5-3** BRP Gewascodes exclusielijst

| Gewascode | Gewas                                                                        |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1095      | Appels. Aangeplant lopende seizoen                                           |
| 1096      | Appels. Aangeplant voorafgaande aan lopende seizoen                          |
| 1097      | Peren. Aangeplant lopende seizoen                                            |
| 1098      | Peren. Aangeplant voorafgaande aan lopende seizoen                           |
| 1869      | Bessen, blauwe                                                               |
| 1872      | Kersen, zuur (opbrengst bestemd voor verwerkende industrie)                  |
| 1873      | Bessen, zwarte (opbrengst verwerkt voor verwerkende industrie)               |
| 2325      | Bessen, rode                                                                 |
| 2328      | Kersen, zoet                                                                 |
| 2645      | Notenbomen                                                                   |
| 343       | Sloot                                                                        |
| 2617      | Boomgroep                                                                    |
| 2618      | Windhaag, in een perceel fruitteelt                                          |
| 2619      | Bossingel                                                                    |
| 2620      | Poel en klein historisch water                                               |
| 2621      | Houtwal en houtsingel                                                        |
| 2622      | Elzensingel                                                                  |
| 2624      | Knip- of scheerheg                                                           |
| 2625      | Struweelhaag                                                                 |
| 2626      | Laan                                                                         |
| 2628      | Hoogstamboomgaard                                                            |
| 2629      | Struweelrand                                                                 |
| 2630      | Hakhoutbosje                                                                 |
| 2631      | Griendje                                                                     |
| 2633      | Rietzoom en klein rietperceel                                                |
| 2634      | Natuurvriendelijke oever                                                     |
| 2636      | Leibomen                                                                     |
| 2637      | Schurvelingen en zandwallen                                                  |
| 2638      | Landschapselement, overig                                                    |
| 2639      | Water, overig                                                                |
| 2642      | Bosje                                                                        |
| 6793      | Graften                                                                      |
| 6800      | Ruigtes op landbouwpercelen                                                  |
| 6801      | Schouwpad                                                                    |
| 6807      | Stroken wild gras                                                            |
| 6808      | Tuunwallen                                                                   |
| 6809      | Voederhaag                                                                   |
| 335       | Natuurterreinen (incl. heide)                                                |
| 338       | Rand, liggend op bouwland en direct grenzend aan bos. Geen landbouwproductie |
| 662       | Bos (SBL-regeling)                                                           |
| 794       | Woudbomen met korte omlooptijd (excl. Wilgenhakhout)                         |
| 795       | Wilgenhakhout                                                                |
| 1936      | Bos, blijvend, met herplantplicht                                            |
| 1940      | Voedselbos                                                                   |
| 3055      | Lisdodde                                                                     |
| 6522      | Riet                                                                         |

**Tabel 2.5-4** Grasland BRP Gewascodes

| Gewascode | Gewas                                                       |
|-----------|-------------------------------------------------------------|
| 265       | Grasland, blijvend                                          |
| 266       | Grasland, tijdelijk                                         |
| 331       | Grasland, natuurlijk. Met landbouwactiviteiten              |
| 332       | Grasland, natuurlijk. Hoofdfunctie natuur                   |
| 1926      | Agrarisch natuurmengsel                                     |
| 2300      | Onbeteelde grond vanwege een teeltverbod/ontheffing         |
| 3801      | Tijdelijk onbeteelde grond, i.v.m. publieke werken          |
| 3802      | Tijdelijk onbeteelde grond, anders dan voor publieke werken |
| 3805      | Rietzwenkgras, industrie gras                               |

In Tabel 2 staat de doorvertaling van voedselbos, landschapselement en agroforestry naar specifiekere categorieën die relevant zijn voor de verschillende modellen.

**Tabel 2.5-5** Doorvertaling van de vier nieuwe elementen naar categorieën voor de model-invoerkaarten.

|                          | plaagbestrijding |     |          |           |          | recreatie |             |          |
|--------------------------|------------------|-----|----------|-----------|----------|-----------|-------------|----------|
|                          | landgebruik      | bos | bomenrij | bloemrijk | bloemarm | akker     | landgebruik | openheid |
| voedselbos               | bos              | ja  | nee      | nee       | nee      | nee       | agrarisch   | dicht    |
| landschapselement        | bos              | ja  | nee      | nee       | nee      | nee       | agrarisch   | dicht    |
| agroforestry<br>bouwland | bomenrij         | nee | ja       | nee       | nee      | nee       | agrarisch   | dicht    |
| agroforestry<br>grasland | bomenrij         | nee | ja       | nee       | nee      | nee       | agrarisch   | dicht    |

## Bijlage 3 Details modellen

In deze bijlage worden de invoerkaarten en parameterwaarden beschreven zoals gebruikt in de modellen en de parameterwaarden die gebruikt zijn voor de toegevoegde voedselbossen, landschapselementen en agroforestry op grasland of bouwland.

In principe zijn alle modellen gedraaid met de standaard parameterwaarden behorend bij de modellen, alleen aangevuld voor de toegevoegde klassen in de scenario's, waarbij gekeken is welk origineel ecosysteemtype het passendst is voor de nieuw toegevoegde klassen (voedselbos, landschapselement en agroforestry op bouwland of op grasland).

### B3.1 Bestuiving

Gebruikte inputkaarten voor het bestuivingsmodel zijn:

#### 1. Ecosysteemtypenkaart 2021 [CBS, bewerking WENR]<sup>13</sup>

Dit is de kaart die het CBS gebruikt in de Natuurlijk Kapitaal Rekeningen. De originele kaart bevat 22 landgebruikcategorïeën, deze zijn binnen WENR aangevuld en verduidelijkt door o.a. onderscheid te maken tussen loof-, naald- en gemengd bos. Deze kaart wordt gebruikt voor de huidige situatie. Daarnaast zijn voor de scenario's vier nieuwe klassen toegevoegd: voedselbos, landschapselementen, agroforestry in grasland en agroforestry in bouwland.

#### 2. Basisregistratie gewaspercelen 2023 – gewascode [RVO]

Deze kaart bevat de gewascode<sup>14</sup> waarmee het geteelde gewas wordt geïdentificeerd. Voor de scenario's zijn de in de ecosysteemtype kaart extra toegevoegde arealen met voedselbos, landschapselementen, agroforestry in grasland en agroforestry in bouwland verwijderd.

#### 3. Gewasproductie 2021 [CBS]

Dit is een kaart die het CBS produceert in de Natuurlijk Kapitaal Rekeningen. In deze kaart wordt de ecosysteemdienst gewasproductie in ton/ha weergegeven.

#### Gebruik van de kaarten in model

In het bestuivingsmodel wordt op basis van hoe geschikt de ecosysteemtypen in de ecosysteemtypekaart zijn voor bestuivers (voor de beschikbaarheid van nestgelegenheid en wilde bloemen) de ruimtelijke verdeling van wilde bestuivers in het landschap bepaald. In de originele scenario's krijgen voedselbos en landschapselementen de habitatgeschiktheidswaarden voor loofbos en AF of bouwland of grasland de geschiktheidswaarden van bomenrijen (de helft van loofbos). In de scenario's waarbij AF ondergroei hebben worden de waarden van AF op bouwland en grasland aangepast naar loofbos (Tabel 3.1). Tabel 3.2 bevat de algemene tabel tussen de ecosysteemtypen en de potentiële geschiktheid van de ecosysteemtype voor bestuivers zoals gebruikt om de habitatgeschiktheid van ecosysteemtypen te bepalen (CBS & WUR, 2022).

De kaart met de ligging van de gewaspercelen wordt gebruikt om de afhankelijkheid van gewassen van bestuiving door wilde bestuivers te bepalen. De mate van afhankelijk is te vinden in Tabel 3.3. Om bijdrage van bestuivers aan de gewasopbrengst in euro per hectare te berekenen, wordt alleen voor de bestuivingsafhankelijke gewassen de gewaspercelen kaart via de gewascode gekoppeld aan de productie in euro/ha (Tabel 3.3), terwijl voor de bijdrage aan de opbrengst in ton gewas per hectare de gewasproductiekaart van CBS gebruikt wordt. Voor de verspreiding van de bestuivers in het landschap wordt de standaardparametrisatie van het model gebruikt (zie CBS & WUR (2022)).

<sup>13</sup> <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2024/21/ecosysteemtypenkaarten-2013-2022#:~:text=De%20ecosysteemtypenkaarten%20zijn%20de%20basis,2013%20tot%20en%20met%202022.>

<sup>14</sup> <https://www.rvo.nl/onderwerpen/percelen-registreren/alles-over/stappenplan/gewascode lijst>.

**Tabel 5-6** Doorvertaling van de vier nieuwe klassen naar categorieën voor bestuivingsmodel, voor de scenario's met bomenrijen zonder (originele scenario's) en met ondergroei (aangepast scenario).

|                              | Originele scenario | Scenario + ondergroei |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|
| <b>voedselbos</b>            | loofbos            | loofbos               |
| <b>landschapselement</b>     | loofbos            | loofbos               |
| <b>agroforestry bouwland</b> | bomenrij           | loofbos               |
| <b>agroforestry grasland</b> | bomenrij           | loofbos               |

**Tabel 5-7** Algemene tabel voor de geschiktheid van ecosysteemttypen voor bestuivers, gebaseerd op nestgelegenheid en aanwezigheid van bloemen (Kennedy et al. (2013)).

| Beschrijving ecosysteemttypen                  | Totale geschiktheid ecosysteem (nestgelegenheid en bloemen) |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>Heide</b>                                   | 100                                                         |
| <b>Loofbos</b>                                 | 89                                                          |
| <b>Natuurlijk grassland en faunaland</b>       | 80                                                          |
| <b>Gemengd bos</b>                             | 66                                                          |
| <b>Meerjarig gewas, extensief</b>              | 58                                                          |
| <b>Grasland, extensief</b>                     | 53                                                          |
| <b>Ruigte</b>                                  | 48                                                          |
| <b>Naaldbos</b>                                | 44                                                          |
| <b>Eenjarig gewas, natuurlijk of extensief</b> | 41                                                          |
| <b>Bomenrij</b>                                | 44                                                          |
| <b>Kwelder, hoog- en laagveen</b>              | 36                                                          |
| <b>Grasland</b>                                | 26                                                          |
| <b>Strand, zand en actieve duinen</b>          | 26                                                          |
| <b>Braakland</b>                               | 26                                                          |
| <b>Infrastructuur</b>                          | 0                                                           |
| <b>Water</b>                                   | 0                                                           |

**Tabel 5-8** Koppeltabel voor de bestuivingsafhankelijkheid (%) en productie (euro/ha) van gewassen in de Basisregistratie Gewaspercelen, gebaseerd op de classificatie van Klein et al. (2007) voor mate waarin de productie afhangt van bestuiving door insecten. Overige gewassen (gewascode) zijn niet afhankelijk van bestuiving door wilde bestuivers en dus niet opgenomen in de tabel.

| Gewascode                                      | Naam gewas                                                                              | Afhankelijkheid van bestuiving (%) | Productie (euro/ha) |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| 242                                            | Bruine bonen                                                                            | 5                                  | 2000                |
| 311                                            | Veldbonen                                                                               | 25                                 | 815                 |
| 258                                            | Luzerne                                                                                 | 5                                  | 980                 |
| 515                                            | Zonnebloem                                                                              | 25                                 | 1150                |
| 663                                            | Lupine                                                                                  | 5                                  | 1540                |
| 664                                            | Raapzaad                                                                                | 65                                 | 1270                |
| 665                                            | Sojabonen                                                                               | 5                                  | 1360                |
| 666                                            | Lijnzaad                                                                                | 5                                  | 2070                |
| 853                                            | Tuinbonen, droog                                                                        | 5                                  | 2590                |
| 854                                            | Tuinbonen, groen                                                                        | 5                                  | 1540                |
| 1095-1096                                      | Appel                                                                                   | 65                                 | 14000               |
| 1097-1098                                      | Peer                                                                                    | 65                                 | 38700               |
| 1100                                           | Steenfruit                                                                              | 65                                 | 31500               |
| 1869                                           | Blauwe bes                                                                              | 65                                 | 64400               |
| 1870                                           | Pruim                                                                                   | 65                                 | 12600               |
| 1872                                           | Kers, zuur                                                                              | 65                                 | 5710                |
| 1873                                           | Zwarte bes                                                                              | 25                                 | 3100                |
| 1874                                           | Overig klein fruit                                                                      | 25                                 | 34500               |
| 1922                                           | Koolzaad, winter                                                                        | 25                                 | 1320                |
| 1923                                           | Koolzaad, zomer                                                                         | 25                                 | 3240                |
| 2325                                           | Rode bes                                                                                | 25                                 | 61300               |
| 2326                                           | Framboos                                                                                | 65                                 | 155000              |
| 2327                                           | Bramen                                                                                  | 65                                 | 184500              |
| 2328                                           | Kers, zoet                                                                              | 65                                 | 31500               |
| 2700 & 2703                                    | Aardbei, open veld, vermenigvuldiging en zaad                                           | 25                                 | 107000              |
| 2701                                           | Aardbei, open veld, wachtbed                                                            | 25                                 | 42600               |
| 2702                                           | Aardbei, open veld, productie                                                           | 25                                 | 49100               |
| 2704 & 2707                                    | Aardbei, op stellingen, vermenigvuldiging en zaad                                       | 25                                 | 148000              |
| 2705                                           | Aardbei, op stellingen, wachtbed                                                        | 25                                 | 55500               |
| 2706                                           | Aardbei, op stellingen, productie                                                       | 25                                 | 83300               |
| 2731                                           | Augurk                                                                                  | 65                                 | 19100               |
| 2723                                           | Courgette                                                                               | 95                                 | 38200               |
| 2729                                           | Komkommer                                                                               | 65                                 | 38200               |
| 2733                                           | Meloen                                                                                  | 95                                 | 13700               |
| 2735                                           | Pompoen                                                                                 | 95                                 | 5800                |
| 2779                                           | Stamsperziebonen                                                                        | 5                                  | 2230                |
| 2781                                           | Stoksnijbonen                                                                           | 5                                  | 14300               |
| 2732 & 2724 & 2730 & 2734 & 2736 & 2780 & 2782 | Zaad van augurk, courgette, komkommer, meloen, pompoen, stamsperziebonen, stoksnijbonen | Zie boven                          | 41600               |

## B3.2    Natuurlijke plaagonderdrukking

Gebruikte inputkaart voor het natuurlijke plaagonderdrukking model is:

### 1. Ecosysteemtypenkaart 2021 [CBS, bewerking WENR]<sup>15</sup>

Dit is de kaart die het CBS gebruikt in de Natuurlijk Kapitaal Rekeningen. De originele kaart bevat 22 landgebruikcategorïeën, deze zijn binnen WENR aangevuld en verduidelijkt door o.a. onderscheid te maken tussen loof-, naald- en gemengd bos. Deze kaart wordt gebruikt voor de huidige situatie. Daarnaast zijn voor de scenario's zijn vier nieuwe klassen toegevoegd: voedselbos, landschapselementen, agroforestry in grasland en agroforestry in bouwland.

#### Gebruik van de kaart in het model

De ecosysteemtipekaart wordt in het natuurlijk plaagonderdrukkingsmodel gebruikt om de ruimtelijke verdeling van het brongebied van natuurlijke plaagonderdrukkers in het landschap te bepalen op basis van hoe geschikt de ecosysteemtipes in de ecosysteemtipekaart zijn voor de drie groepen natuurlijke plaagonderdrukkers. Daarnaast wordt voor de vliegende nectivoren ook nog een koppeling gemaakt tussen de ecosysteemtipekaart en de geschiktheid van de ecosysteemtipes als nectarbron. In de originele scenario's krijgen voedselbos en landschapselementen de habitatgeschiktheidswaarden voor bos en AF of bouwland of grasland de geschiktheidswaarden van bomenrijen. In de scenario's waarbij AF ondergroei hebben, worden de waarden van AF op bouwland en grasland aangepast naar bos (Tabel 3.4). Tabel 3.5 bevat de koppeltabel tussen de ecosysteemtipes in de CBS ecosysteemtipekaart en de vijf landgebruikskaarten die als invoer voor het model gebruikt worden (bos, bomenrij, bloemrijk en bloemarm en akker). Deze kaarten worden vervolgens met Tabel 3.6 gekoppeld aan de voor potentiële geschiktheid van de ecosysteemtipe als brongebied voor de drie groepen natuurlijke plaagonderdrukkers en met de geschiktheid als nectarbron voor vliegende plaagonderdrukkers die nectar nodig hebben als extra voedselbron. Voor de geschiktheid van de ecosysteemtipes als bronhabitat of nectarbron en de verspreiding van de predatorengroepen is de standaard parametrisatie van het NKM gebruikt, zie De Knecht et al. (2022).

**Tabel 5-9** Doorvertaling van de vier nieuwe klassen naar categorieën voor plaagonderdrukking model, voor de scenario's met bomenrijen zonder (originele scenario's) en met ondergroei (aangepast scenario).

|                       | Algemeen |             | Originele scenario |          |           |          | Aanpassing voor scenario met ondergroei |          |
|-----------------------|----------|-------------|--------------------|----------|-----------|----------|-----------------------------------------|----------|
|                       | akker    | landgebruik | bos                | bomenrij | bloemrijk | bloemarm | bos                                     | bomenrij |
| voedselbos            | nee      | bos         | ja                 | nee      | nee       | nee      | ja                                      | nee      |
| landschapselement     | nee      | bos         | ja                 | nee      | nee       | nee      | ja                                      | nee      |
| agroforestry bouwland | nee      | bomenrij    | nee                | ja       | nee       | nee      | ja                                      | nee      |
| agroforestry grasland | nee      | bomenrij    | nee                | ja       | nee       | nee      | ja                                      | nee      |

<sup>15</sup> <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2024/21/ecosysteemtipekaarten-2013-2022#:~:text=De%20ecosysteemtipekaarten%20zijn%20de%20basis,2013%20tot%20en%20met%202022.>

**Tabel 5-10** Toekenning van ecosysteemtipes CBS-kaart en nieuw toegevoegde klassen aan de vijf invoerkaarten (bos, bomenrij, bloemrijk, bloemarm en akker) voor het plaagonderdrukkingsmodel, en toekenning aan de landgebruikscategorieën en de categorieën voor openheid van het landschap zoals gebruikt wordt in het recreatiemodel.

| newvalue | Ecotype               | Subklasse | Type in<br>plaagonder-<br>drukkingsmodel | Landgebruik in<br>recreatiemodel | Openheid voor<br>recreatiemodel |
|----------|-----------------------|-----------|------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 4        | Voedselbos            | -         | bos                                      | bos                              | dicht                           |
| 5        | nieuw LE              | -         | bos                                      | bos                              | dicht                           |
| 8        | agroforestry grasland | -         | bomenrij                                 | agraris                          | dicht                           |
| 9        | agroforestry bouwland | -         | bomenrij                                 | agraris                          | dicht                           |
| 114      | Ruigte                | -         | bloemarm                                 | droog natuurlijk                 | halfopen                        |
| 115      | Heide                 | -         | bloemrijk                                | droog natuurlijk                 | halfopen                        |
| 116      | Stuifzand             | -         | bloemarm                                 | droog natuurlijk                 | open                            |
| 117      | Natuurgras            | -         | bloemrijk                                | droog natuurlijk                 | open                            |
| 118      | Akkerland_nat         | -         | bloemarm                                 | agraris                          | open                            |
| 119      | Uiterwaard            | -         | bloemarm                                 | nat natuurlijk                   | open                            |
| 122      | Hoogveen              | -         | bloemrijk                                | nat natuurlijk                   | halfopen                        |
| 123      | Laagveen              | -         | bloemrijk                                | nat natuurlijk                   | open                            |
| 131      | Waterloop             | -         | overig                                   | nat natuurlijk                   | open                            |
| 132      | Meer, plas            | -         | overig                                   | overig                           | open                            |
| 133      | Brakwater             | -         | overig                                   | overig                           | open                            |
| 141      | Kustduinen            | -         | bloemarm                                 | droog natuurlijk                 | open                            |
| 142      | Kwelder               | -         | bloemrijk                                | nat natuurlijk                   | open                            |
| 143      | Strand                | -         | overig                                   | droog natuurlijk                 | open                            |
| 144      | Intertidal            | -         | overig                                   | overig                           | open                            |
| 145      | Zandplaat             | -         | overig                                   | overig                           | open                            |
| 146      | Estuarium             | -         | overig                                   | overig                           | open                            |
| 147      | Noordzee              | -         | overig                                   | overig                           | open                            |
| 148      | Waddenzee             | -         | overig                                   | overig                           | open                            |
| 211      | Akkerbouw_reg         | -         | akker                                    | agraris                          | open                            |
| 212      | Akkerbouw_ext         | -         | akker                                    | agraris                          | open                            |
| 213      | Meerjarig_reg         | -         | akker                                    | agraris                          | dicht                           |
| 214      | Meerjarig_ext         | -         | akker                                    | agraris                          | dicht                           |
| 221      | Grasland_blv          | -         | overig                                   | agraris                          | open                            |
| 222      | Grasland_tijd         | -         | overig                                   | agraris                          | open                            |
| 223      | Grasland_ext          | -         | overig                                   | agraris                          | open                            |
| 224      | ov_agr_grasland       | -         | overig                                   | agraris                          | open                            |
| 231      | Glastuinbouw          | -         | overig                                   | bebouwd gebied                   | dicht                           |
| 232      | Pot_Container         | -         | overig                                   | agraris                          | dicht                           |
| 241      | Braakliggend          | -         | bloemarm                                 | agraris                          | open                            |
| 242      | Faunarand             | -         | bloemrijk                                | agraris                          | halfopen                        |
| 311      | Built-up (urban)      | -         | bloemarm                                 | bebouwd gebied                   | dicht                           |
| 312      | Built-up (rural)      | -         | bloemarm                                 | bebouwd gebied                   | dicht                           |
| 331      | Infrastructuur        | -         | overig                                   | overig                           | open                            |
| 411      | Zee, overig           | -         | overig                                   | overig                           | open                            |
| 423      | Overig terrein        | -         | overig                                   | overig                           | halfopen                        |
| 431      | Overig, anders        | -         | overig                                   | overig                           | halfopen                        |
| 442      | ov_nat_grasland       | -         | bloemrijk                                | droog natuurlijk                 | open                            |
| 1111     | Natuurbos             | loof bos  | bos                                      | bos                              | dicht                           |
| 1112     | Houtsingel            | loof bos  | bomenrij                                 | agraris                          | dicht                           |
| 1113     | Productiebos          | loof bos  | bos                                      | bos                              | dicht                           |
| 1121     | Moerasbos             | loof bos  | bos                                      | bos                              | dicht                           |
| 1321     | Bedrijfsterrein       | loof bos  | bos                                      | bos                              | dicht                           |
| 1322     | Grondgebonden         | loof bos  | bos                                      | bos                              | dicht                           |
| 1332     | Infra_groen           | loof bos  | bos                                      | bos                              | dicht                           |



| newvalue | Ecotype            | Subklasse   | Type in<br>plaagonder-<br>drukingsmodel | Landgebruik in<br>recreatiemodel | Openheid voor<br>recreatiemodel |
|----------|--------------------|-------------|-----------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 1341     | Landschapstuin     | loof bos    | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 1342     | Park               | loof bos    | bos                                     | park en plantsoen                | dicht                           |
| 1343     | Plantsoen          | loof bos    | bos                                     | park en plantsoen                | dicht                           |
| 1344     | Groenvoorziening   | loof bos    | bos                                     | park en plantsoen                | dicht                           |
| 1345     | Semi-op. groen     | loof bos    | bos                                     | park en plantsoen                | dicht                           |
| 1351     | Sportterrein       | loof bos    | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 1352     | Verblijfsrecreatie | loof bos    | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 1421     | Overig bos         | loof bos    | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 2111     | Natuurbos          | naald bos   | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 2112     | Houtsingel         | naald bos   | bomenrij                                | agrarisch                        | dicht                           |
| 2113     | Productiebos       | naald bos   | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 2121     | Moerasbos          | naald bos   | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 2321     | Bedrijfsterrein    | naald bos   | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 2322     | Grondgebonden      | naald bos   | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 2332     | Infra_groen        | naald bos   | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 2341     | Landschapstuin     | naald bos   | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 2342     | Park               | naald bos   | bos                                     | park en plantsoen                | dicht                           |
| 2343     | Plantsoen          | naald bos   | bos                                     | park en plantsoen                | dicht                           |
| 2344     | Groenvoorziening   | naald bos   | bos                                     | park en plantsoen                | dicht                           |
| 2345     | Semi-op. groen     | naald bos   | bos                                     | park en plantsoen                | dicht                           |
| 2351     | Sportterrein       | naald bos   | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 2352     | Verblijfsrecreatie | naald bos   | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 2421     | Overig bos         | naald bos   | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 3111     | Natuurbos          | gemengd bos | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 3112     | Houtsingel         | gemengd bos | bomenrij                                | agrarisch                        | dicht                           |
| 3113     | Productiebos       | gemengd bos | bos                                     |                                  | dicht                           |
| 3121     | Moerasbos          | gemengd bos | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 3321     | Bedrijfsterrein    | gemengd bos | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 3322     | Grondgebonden      | gemengd bos | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 3332     | Infra_groen        | gemengd bos | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 3341     | Landschapstuin     | gemengd bos | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 3342     | Park               | gemengd bos | bos                                     | park en plantsoen                | dicht                           |
| 3343     | Plantsoen          | gemengd bos | bos                                     | park en plantsoen                | dicht                           |
| 3344     | Groenvoorziening   | gemengd bos | bos                                     | park en plantsoen                | dicht                           |
| 3345     | Semi-op. groen     | gemengd bos | bos                                     | park en plantsoen                | dicht                           |
| 3351     | Sportterrein       | gemengd bos | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 3352     | Verblijfsrecreatie | gemengd bos | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 3421     | Overig bos         | gemengd bos | bos                                     | bos                              | dicht                           |
| 4321     | Bedrijfsterrein    | grasland    | bloemarm                                | bebouwd gebied                   | open                            |
| 4322     | Grondgebonden      | grasland    | bloemarm                                | bebouwd gebied                   | open                            |
| 4332     | Infra_groen        | grasland    | bloemarm                                | overig                           | open                            |
| 4341     | Landschapstuin     | grasland    | bloemarm                                | overig                           | open                            |
| 4342     | Park               | grasland    | bloemarm                                | overig                           | open                            |
| 4343     | Plantsoen          | grasland    | bloemarm                                | overig                           | open                            |
| 4344     | Groenvoorziening   | grasland    | bloemarm                                | overig                           | open                            |
| 4345     | Semi-op. groen     | grasland    | bloemarm                                | overig                           | open                            |
| 4351     | Sportterrein       | grasland    | bloemarm                                | bebouwd gebied                   | open                            |
| 4352     | Verblijfsrecreatie | grasland    | bloemarm                                | bebouwd gebied                   | open                            |
| 5321     | Bedrijfsterrein    | overig      | overig                                  | bebouwd gebied                   | dicht                           |
| 5322     | Grondgebonden      | overig      | overig                                  | overig                           | dicht                           |
| 5332     | Infra_groen        | overig      | overig                                  | overig                           | open                            |
| 5351     | Sportterrein       | overig      | overig                                  | bebouwd gebied                   | dicht                           |
| 5352     | Verblijfsrecreatie | overig      | overig                                  | bebouwd gebied                   | dicht                           |

## B3.3 Recreatie – wandelen

Gebruikte inputkaarten voor het recreatie model zijn:

### 1. Ecosysteemtypenkaart 2021 [CBS, bewerking WENR]

Dit is de kaart die het CBS gebruikt in de Natuurlijk Kapitaal Rekeningen. De originele kaart bevat 22 landgebruikcategorïeën, deze zijn binnen WENR aangevuld en verduidelijkt door o.a. onderscheid te maken tussen loof-, naald- en gemengd bos. Deze kaart wordt gebruikt voor de huidige situatie. Daarnaast zijn voor de scenario's vier nieuwe klassen toegevoegd: voedselbos, landschapselementen, agroforestry in grasland en agroforestry in bouwland.

### 2. CBS vierkant 2018 v3 – inwoners [CBS, bewerking WENR]

In deze kaart met vierkanten is Nederland ingedeeld in vierkanten van 100 x 100 m. Voor elk van deze vierkanten zijn statistische gegevens over demografie, wonen, energie, sociale zekerheid, dichtheid en nabijheid van voorzieningen samengesteld (CBS, n.d.). Voor gebruik in het model zijn de gegevens over aantal inwoners weergegeven op 10 x 10 m (met originele waarde van inwoners per 100 x 100 m in 2018).

### 3. Ontsluiting agrarisch [WENR]

Deze kaart bevat wegendichtheid in het agrarisch gebied.

### 4. Parken [WENR]

Deze kaart bevat parken en openbaar groen in steden, verkregen uit open streetmap en de BGG.

### 3. Geen toegang [WENR]

Deze kaart bevat alle gebieden die verboden zijn voor toegang door recreanten (bijvoorbeeld defensiegebieden).

### Gebruik van de kaarten

Om de juiste invoerkaarten te genereren voor het recreatiemodel zijn de ecosysteemtypen uit de kaart van het CBS gekoppeld aan de benodigde landgebruiksklassen voor het model zoals weergegeven in Tabel 3.5 en Tabel 3.6. Daarnaast bevat Tabel 3.5 een vertaling tussen de ecosysteemtypen in de CBS-ecosysteemtipekaart en de openheidsklassen zoals gebruikt in het recreatiemodel. De kaart ontsluiting agrarisch wordt gebruikt om samen met de openheid het agrarisch gebied in zes klassen onder te verdelen. De kaart parken wordt gebruikt om extra klassen toe te voegen aan het landgebruik. De kaart geen toegang wordt gebruikt om op die plekken de capaciteit op nul te zetten. De inwonerkaart wordt gebruikt om de vraag naar recreatie te bepalen.

**Tabel 5-11** Doorvertaling van de vier nieuwe elementen naar categorieën voor het recreatiemodel.

|                       | recreatie |             |          |
|-----------------------|-----------|-------------|----------|
|                       | akker     | landgebruik | openheid |
| voedselbos            | nee       | agrarisch   | dicht    |
| landschapselement     | nee       | agrarisch   | dicht    |
| agroforestry bouwland | nee       | agrarisch   | dicht    |
| agroforestry grasland | nee       | agrarisch   | dicht    |

---

## B3.4 Koolstofvastlegging

Gebruikte inputkaart voor het koolstofvastlegging model is alleen:

### 1. Ecosysteemtypenkaart 2021 [CBS, bewerking WENR]<sup>16</sup>

Dit is de kaart die het CBS gebruikt in de Natuurlijk Kapitaal Rekeningen. De originele kaart bevat 22 landgebruikcategorïeën, deze zijn binnen WENR aangevuld en verduidelijkt door o.a. onderscheid te maken tussen loof-, naald- en gemengd bos. Deze kaart wordt gebruikt voor de huidige situatie. Daarnaast zijn voor de scenario's zijn vier nieuwe klassen toegevoegd: voedselbos, landschapselementen, agroforestry in grasland en agroforestry in bouwland.

Deze wordt volgens de standaard parametrisatie in de NKR gekoppeld aan koolstofvastlegging waardes per ecosysteemtype, zie CBS & WUR (2022). Voor alle vier de nieuw toegevoegde klassen is de vastlegging van productie loofbos genomen,

## B3.5 Waterinfiltratie

Gebruikte inputkaarten voor het infiltratie van regenwater model zijn:

### 1. Ecosysteemtypenkaart 2021 [CBS, bewerking WENR]<sup>17</sup>

Dit is de kaart die het CBS gebruikt in de Natuurlijk Kapitaal Rekeningen. De originele kaart bevat 22 landgebruikcategorïeën, deze zijn binnen WENR aangevuld en verduidelijkt door o.a. onderscheid te maken tussen loof-, naald- en gemengd bos. Deze kaart wordt gebruikt voor de huidige situatie. Daarnaast zijn voor de scenario's zijn vier nieuwe klassen toegevoegd: voedselbos, landschapselementen, agroforestry in grasland en agroforestry in bouwland.

### 2. Bomenkaart Nederland [RIVM a, 2022]

Deze kaart bevat per 10 x 10 m cel in Nederland het percentage van het oppervlak bezet met het bladerdek van bomen.

### 3. Struikenkaart Nederland [RIVM a, 2022]

Deze kaart bevat per 10 x 10 m cel in Nederland het percentage van het oppervlak bezet met struiken.

### 4 Lage vegetatie-kaart Nederland [RIVM a, 2022]

Deze kaart bevat per 10 x 10 m cel in Nederland het percentage van het oppervlak bezet met lage vegetatie, met uitzondering van lage vegetatie in het agrarisch gebied.

### 5. Bodemkaart inclusief stedelijk gebied, gebaseerd op BOFEK 2012 [RIVM]

In deze kaart wordt de bodem in zeven hoofdklassen weergegeven en is ook de bodem in het stedelijk gebied ingevuld.

### 6. CBS vierkant 2018 v3 – inwoners [CBS, bewerking WEnR]

In deze kaart met vierkanten is Nederland ingedeeld in vierkanten van 100 x 100 m. Voor elk van deze vierkanten zijn statistische gegevens over demografie, wonen, energie, sociale zekerheid, dichtheid en nabijheid van voorzieningen samengesteld (CBS, n.d.). Voor gebruik in het model zijn de gegevens over aantal inwoners weergegeven op 10 x 10m (met originele waarde van inwoners per 100 x 100m in 2018).

---

<sup>16</sup> <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2024/21/ecosysteemttypenkaarten-2013-2022#:~:text=De%20ecosysteemttypenkaarten%20zijn%20de%20basis,2013%20tot%20en%20met%202022.>

<sup>17</sup> <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2024/21/ecosysteemttypenkaarten-2013-2022#:~:text=De%20ecosysteemttypenkaarten%20zijn%20de%20basis,2013%20tot%20en%20met%202022.>

---

### Gebruik van de kaarten

In het model wordt de ecosysteemtypekaart gekoppeld aan een klasse verhard of onverhard volgens de standaard koppeltabel (CBS & WUR, 2022). De extra toegevoegde klassen (voedselbos, LE en AF op grasland of bouwland) worden meegenomen als onverhard, zie verder Tabel 3.7. De overige kaarten zijn standaardinvoer van het model, zie CBS & WUR (2022) voor het gebruik van deze kaarten.

**Tabel 5-12** Doorvertaling van de vier nieuwe elementen naar categorieën voor plaagonderdrukkingsmodel, voor de scenario's met bomenrijen zonder (originele scenario's) en met ondergroei (aangepast scenario).

|                       | Algemeen    |               |
|-----------------------|-------------|---------------|
|                       | landgebruik | strooisellaag |
| voedselbos            | bos         | ja            |
| landschapselement     | bos         | ja            |
| agroforestry bouwland | bomenrij    | nee           |
| agroforestry grasland | bomenrij    | nee           |

---

Wageningen Environmental Research  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
T 0317 48 07 00  
[wur.nl/environmental-research](http://wur.nl/environmental-research)

Wageningen Environmental Research  
Rapport 3419  
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, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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 0317 48 07 00  
[wur.nl/environmental-research](http://wur.nl/environmental-research)

Rapport 3419  
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, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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.

---