



Planbureau voor de Leefomgeving

LANDBOUW- EN NATUURVERKENNING

Op zoek naar een nieuwe balans
tussen landbouw en natuur in 2050



Colofon

Landbouw- en Natuurverkenning

Op zoek naar een nieuwe balans tussen landbouw en natuur in 2050

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving
in samenwerking met Wageningen University & Research (WUR) en Deltares
Den Haag, 2025
PBL-publicatienummer: 5076-3
Versie 29 oktober 2025

Contact

mieke.berkers@pbl.nl

Auteurs

Stefan van der Esch, Martijn Vink, Emma van der Zanden, Arjen van Hinsberg, Rogier Pouwels (WUR), Daan Boezeman, Lenny van Bussel, Edo Gies (WUR), Joost van den Roovaart (Deltares), Daniel Rutledge, Lena Schulte-Uebbing

Met bijdragen van

Perry de Louw, Eva Schoonderwoerd, Philip Visman (allen Deltares), Frank van der Bolt, Willem van Geel, Piet Groenendijk, Bart de Knegt, Finn Speijer (allen WUR), Mae Glaese, Sebastiaan Hazelhorst, Wouter Marra (allen RIVM), Corine de Zeeuw (destijds PBL, nu ministerie van BZK), Michel Bakkenes, Barbara de Boed, Jolijn Bonnet, William van Dijk, Paul Giesen, Finn Groten, Karlijn Muiderman, Mascha Rubach, Aaldrik Tiktak, Sandy van Tol, Allard Warrink (allen PBL)

Met dank aan

Onze dank gaat uit naar Bram Bregman, Jeannette Beck, Koen Overmars, Marjolein van Asselt, Olav-Jan van Gerwen en Marko Hekkert als leden van de stuurgroep en naar Ton Dassen en Hiddo Huitzing als programmaleiders. We danken Petra Berkhout, Alfons Beldman, Robert Hoste, Bert Smit, Wim Nieuwenhuizen, Bas Breman, Irene Bouwma, Herman Agricola (allen WUR), en Joke ter Stege voor hun bijdrage tijdens verschillende sessies. En we danken Koos Biesmeijer (Naturalis) voor zijn constructieve review en Pierre Berntsen (ABN Amro) en Hans de Kroon (Radboud Universiteit) voor hun referaat tijdens het seminar.

Redactie figuren

Beeldredactie PBL

Omslagfoto

ANP/Sander Koning

Eindredactie en productie

Uitgeverij PBL en Simone Langeweg Tekst en Communicatieadvies

Toegankelijkheid

Het PBL hecht veel waarde aan de toegankelijkheid van zijn producten. Mocht u problemen ervaren bij het lezen ervan, dan kunt u contact opnemen via info@pbl.nl. Vermeld daarbij s.v.p. de naam van de publicatie en het probleem waar u tegenaan loopt.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: PBL (2025), *Landbouw- en Natuurverkenning: Zoeken naar een nieuwe balans tussen landbouw en natuur in 2050*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (in samenwerking met WUR en Deltares).

Het PBL doet onderzoek naar de leefomgeving en het leefomgevingsbeleid in Nederland en daarbuiten. Denk aan milieu, natuur en ruimtelijke inrichting. Met onze verkenningen, analyses en evaluaties leveren we strategische kennis voor beleid, politiek, maatschappelijke organisaties en het bredere publiek. We geven daarbij niet alleen feiten en inzichten over het hier en nu, maar kijken ook vooruit naar de nabije en verdere toekomst. We doen ons onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk onderbouwd.

Inhoud

Voorwoord	5
Samenvatting	6
Bevindingen: Landbouw- en Natuurverkenning	12
Twee voorkeursrichtingen uit het debat vertaald in twee scenario's	15
Resultaten: in beide scenario's komen de doelen binnen bereik	17
Een staatscommissie voor landbouw, natuur en leefomgeving?	36
Zeven kernkeuzes voor de politiek-maatschappelijke koersbepaling	39
Belang van een eerlijk verhaal over de omvang van de opgave, en de tijd die daarvoor nodig is	44
1 Introductie	46
1.1 Landbouw en natuur in Nederland: politiek verhit, technisch complex	46
1.2 Ontwikkelingen in landbouw en natuur: een historisch samenspel	47
1.3 Doel en relevantie van de verkenning	54
1.4 Van politisering naar polarisatie? Het risico van denken in eenzijdige oplossingen	56
1.5 IJkpunt van de verkenning: Europese doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat	58
2 Aanpak en methode	62
2.1 Aanpak op hoofdlijnen	62
2.2 Methode: de scenarioanalyse	65
3 Scenario's	85
3.1 De invulling van de scenario's	85
3.2 Resultaten van de scenario's	101
3.3 Conclusies uit de scenario's	129
4 Reflectie op keuzes voor de toekomst	139
4.1 Wat opvalt aan de scenario's	139
4.2 Plausibiliteit: voorwaarden en vermogens	145
4.3 Robuustheid: afhankelijkheden en onzekerheden	160
5 Naar een politieke koersbepaling	168
Referenties	174
Bijlagen	191
Bijlage 1: Gedetailleerde beschrijving van het referentiescenario	191
Bijlage 2: Toelichting modelberekeningen	197
Bijlage 3: Uitgangspunten bij de kwantificering van de scenario's	210

Voorwoord

In de laatste twee decennia stagneerden veel van de verbeteringen van de landbouw en natuur. Tegelijkertijd werden de dwingende Europese doelen voor natuur (de Vogel- en Habitatrichtlijn), waterkwaliteit (Kaderrichtlijn Water) en klimaat politiek urgenter. Zonder aanscherpingen van het huidige beleid zullen deze doelen niet gehaald worden.

De politiek heeft in de afgelopen jaren niet laten zien het complexe vraagstuk van landbouw en natuur te kunnen temmen, en om te komen tot een breed gedragen, toekomstbestendige politieke koers. Dit is begrijpelijk door de technische complexiteit van het vraagstuk, het huidige gepolitiseerde karakter van landbouw en natuur en de vele deelbelangen die meespelen.

In deze Landbouw- en Natuurverkenning kijkt het PBL, over de politieke urgentie van de dag, ruim één generatie de toekomst in. Dit is de eerste integrale kwantificering van wat er nodig is vanuit de landbouw en het natuur- en waterbeleid om de doelen te halen voor klimaat, waterkwaliteit en natuur. Twee verschillende scenario's zijn in deze verkenning uitgewerkt. In het eerste scenario gaan we uit van de maximale inzet van technologie. Het tweede scenario heeft natuurinclusief als uitgangspunt. In beide uitgewerkte scenario's komen de doelen binnen bereik. De uiteindelijke koers die wordt gekozen zal zeer bepalend zijn voor het aanzicht het landelijk gebied, voor de positie van de Nederlandse natuur en voor de rol van de landbouw in Nederland.

Uit de scenario's blijkt dat Nederland linksom of rechtsom in 25 jaar tijd veel groener kan. Maar de omvang van de opgave is historisch groot. Die opgave betekent dat er enorme stappen moeten worden gezet voor nieuwe natuur, extensivering, de uitrol van techniek en het sturende vermogen uit markt, maatschappij en overheid om dat te implementeren. 25 jaar is echter een periode die ruimte biedt voor innovatie, gebiedsgericht maatwerk en een aanpak waarin de overheid rekening houdt met natuurlijk verloop in de landbouwsector.

Een onderbouwde en breed gedragen politieke visie kan het fundament worden van een landbouwsector én een natuur die voldoen aan de doelen van de KRW, de VHR en de klimaatdoelstellingen. De verschillende scenario's bevatten belangrijke ingrediënten voor zo'n visie op de landbouw en natuur op de lange termijn. Ze laten in deze publicatie een heel ander Nederland zien; een groen Nederland, maar bovenal laten ze zien dat er op de weg daarnaartoe veel te kiezen valt.

Met deze verkenning biedt het PBL de handvatten om uit de impasse te raken en te komen tot politiek bestendige koers voor landbouw en natuur. Het nieuw te vormen kabinet kan hier zijn voordeel mee doen.

Marko Hekkert
Directeur PBL

Samenvatting

De Nederlandse landbouw en natuur zijn uit balans

De Nederlandse landbouw en natuur delen hun geschiedenis. De vroege ontwikkeling van de landbouw zorgde voor stuifzanden, heidevelden en de omstandigheden waarin veel weidevogels konden floreren. Sinds de Tweede Wereldoorlog is het samenspel tussen landbouw- en natuurontwikkeling uit balans geraakt. De naoorlogse nationale ambities om de landbouw te moderniseren en exportgericht te maken, zorgden voor een grootschalige transformatie in de landbouw. Een transformatie die zijn sporen in het landschap en in de natuur heeft nagelaten. Houtwallen verdwenen, weidegebieden werden homogener en veel soorten en habitattypen gingen sterk achteruit in aantallen en omvang.

Onder druk van maatschappelijke zorgen werd de landbouw vanaf de jaren '70 gaandeweg veel schoner. Gewasbeschermingsmiddelen als DDT werden verboden, en vanaf de jaren '90 werd de veestapel gemaximeerd. Bovendien zorgden innovatie, betere kennis bij boeren en scherpere normering voor een reductie in ammoniakuitstoot van bijna 70 procent. Door de aanleg van de Ecologische Hoofdstructuur nam het areaal Nederlandse natuur toe. Ook gingen boeren aan de slag met agrarisch natuurbeheer. Deze ontwikkelingen hebben geholpen de achteruitgang van diersoorten in bossen en moerassen gemiddeld genomen te stabiliseren en de populaties soms zelfs wat te laten groeien. Dat heeft echter niet kunnen voorkomen dat soorten zijn verdwenen, en dat een groot deel van de natuur nog steeds achteruitgaat, met name in landbouwgebieden.

Vanaf de jaren '90 was Nederland pionier en voortrekker van internationaal natuur- en milieu-beleid. In diezelfde periode formuleerde de Europese Commissie (EU) doelstellingen voor natuur- en waterkwaliteit. Later volgden ook doelstellingen voor klimaat. De afgelopen decennia stagneerden veel van de verbeteringen in de landbouw. De afstand tot de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat bleef groot. Dit leidde tot maatschappelijke zorgen. Zonder aanscherpingen van het huidige beleid zullen de doelen bij lange na niet op tijd gehaald worden, wat al tot rechtszaken leidde. De onzekerheid over of, en welk aanvullend beleid er komt, of welke rechtszaken nog gevoerd gaan worden, maakt dat ondernemers vaak niet kunnen investeren in de landbouw. Zorgen over natuur en leefomgeving kwamen zo tegenover de zorgen van boerengezinnen te staan. De politieke turbulentie en de dreiging van rechtszaken raken daarbij in toenemende mate ook aan andere sectoren, zoals woningbouw en industrie. Tot slot lijkt de soms grote politieke urgentie een consistente inzet van betrokken overheden in de weg te staan.

In 2050 kan Nederland veel groener en schoner zijn, maar de opgave is historisch in omvang

In deze verkenning kijkt het PBL over de politieke urgentie heen, ruim één generatie de toekomst in. Met deze verkenning beoogt het PBL het maatschappelijk debat te structureren en de politieke keuzeruimte op te spannen voor een toekomstige balans tussen landbouw en natuur. We gaan daarbij uit van drie harde Europese doelen die een belangrijke rol spelen in het politiek-maatschappelijke debat. De verkenning laat zien dat deze drie doelen voor natuur (VHR), waterkwaliteit (KRW) en klimaat in 25 jaar tijd in samenhang binnen bereik te brengen zijn. In 2050 kan Nederland veel groener en schoner zijn.

En er zijn meerdere routes naar dat groenere Nederland. Routes die elk een eigen uitwerking zullen hebben op welk type natuur zal profiteren, wat het aangezicht zal zijn van het landelijk gebied, en de rol die de landbouw zal spelen in Nederland. Kortom, er valt dus wat te kiezen.

We constateren echter ook dat de opgave om die routes waar te kunnen maken van een historische omvang is. De omvang zal niet alleen ongekeerd groot zijn in termen van de arealen agrarische grond die anders gebruikt zullen moeten worden om de doelen binnen bereik te brengen. Ook de mate waarin er aanpassingen zullen moeten worden doorgevoerd in de structuur van de landbouw zal groot zijn. Bovendien zijn de institutionele voorwaarden bij lange na niet op orde om ook daadwerkelijk toe te bewegen naar een groener en schoner Nederland in 2050. Budgetten schieten te kort, maar ook de uitvoeringscapaciteit van de overheid zal moeten worden versterkt om de benodigde aanpassingen te kunnen waarmaken. Om effectief koers te kunnen zetten richting de doelen in 2050, is er op korte termijn dus in ieder geval institutioneel werk aan de winkel.

Landbouw, natuur en leefomgeving in twee scenario's

Aan de hand van twee scenario's spannen we in deze verkenning de keuzeruimte op voor hoe de doelen voor natuur, water en klimaat binnen bereik gebracht kunnen worden. Deze twee scenario's zijn concretisering van twee voorkeursrichtingen uit het politieke en maatschappelijke debat over de toekomst van landbouw en natuur. Deze voorkeursrichtingen worden vaak tegenover elkaar gesteld. Het zijn daarmee ook twee hoekpunten; de uiteindelijke keuze voor een route kan heel goed ergens tussen deze twee scenario's in vallen. Om het effect van de scenario's te duiden, vergelijken we ze met een referentiescenario. Dit referentiescenario omvat de effecten van het ingezette beleid en autonome ontwikkelingen tot 2050.

In het **intensief-technologische scenario** gaan we uit van de brede toepassing van techniek voor een zo schoon mogelijke landbouw. De landbouwproductie blijft in dit scenario zoveel mogelijk in stand. Dit wordt gecombineerd met omvangrijke uitbreiding, beheer en herstel van natuurgebieden. Ruimtelijke ordening wordt geoptimaliseerd naar landbouw en natuur. In het **natuurinclusieve scenario** ligt de nadruk op extensievere vormen van landbouw die verweven zijn met natuur door een brede toepassing van agrarisch natuurbeheer en groen-blauwe dooradering. Er zal een grotere mate zijn van circulariteit van nutriënten.

De scenario's zijn zo vormgegeven dat ze beide in vergelijkbare mate de doelen voor klimaat, waterkwaliteit en natuur binnen bereik brengen. In beide scenario's ziet Nederland er daarom over 25 jaar veel groener uit. Er zal meer natuur zijn, er zullen veel meer soorten duurzaam voorkomen, het water zal schoner zijn en er zijn meer extensief beheerde overgangsgebieden tussen landbouw en natuur. Maar per scenario verschilt de weg daarnaartoe aanzienlijk.

Daarbij hoeft de politieke keuze nadrukkelijk niet óf het ene óf voor het andere scenario te zijn. Er kan voor een combinatie van maatregelen uit beide scenario's worden gekozen. De politiek kan zoeken naar een middenweg die de doelstellingen recht doet, die tegemoet komt aan een breed palet maatschappelijke wensen en die op draagvlak kan rekenen. Maakt Nederland geen keuze, dan zal dat leiden tot terugkerende incidenten: het telkens niet halen van wettelijke doelen, mogelijk meer rechtszaken, maar bovenal het ontbreken van stabiel en betrouwbaar beleid. En dat is juist zo cruciaal voor de natuur én het toekomstperspectief voor agrarische ondernemers.

Tussen behoud van de Nederlandse agro-positie ...

De grote verschillen tussen beide scenario's zitten in het aanzicht van het landelijk gebied, de effecten op de verschillende typen natuur en de rol die de agrosector zal spelen in Nederland. In het intensief-technologische scenario blijft een groot deel van de primaire landbouwproductie bestaan. Ongeveer een derde van het huidige landbouwareaal zal geheel of gedeeltelijk voor natuurdoeleinden worden gebruikt. Op 15 procent van dit areaal zal nog extensieve landbouw met

een productiefunctie plaatsvinden. Met de rest van dit areaal zal – meer dan in het natuurinclusieve scenario – het netwerk van Nederlandse natuurgebieden aanzienlijk worden vergroot en versterkt. Natuurgebieden worden groter, en rond deze gebieden komen brede overgangszones met zeer extensieve landbouw. Grootschalige uitrol van staltechniek zal een groot deel van de stikstofemissies reduceren. Melkvee zal hoofdzakelijk binnen staan. In dit scenario leidt de grote nadruk op de toepassing van techniek er naar verwachting toe dat alleen de meest concurrerende landbouwbedrijven de extra kosten voor die techniek kunnen terugverdienen. Dat zal leiden tot een versnelde schaalvergroting.

... en het verweven van landbouw en natuur

Het natuurinclusieve scenario leidt tot een Nederland waarin landbouw en natuur veel meer met elkaar verweven zijn dan nu. De landbouwsector zal in omvang grofweg halveren. Er komt natuurgebied bij – maar een derde minder dan in het intensief-technologische scenario. Daar staat tegenover dat er, meer dan in het intensief-technologische scenario, ruimte zal zijn voor groen-blauwe dooradering, landschappelijke waarden en cultuurhistorie. De landbouw profiteert meer dan in het intensief-technologische scenario van versterkte natuurlijke bestuiving. Naast de door Europa beschermde natuurtypen en soorten, zal dit scenario meer dan het intensief-technologische scenario tot herstel leiden van veel algemene soorten zoals zangvogels, insecten en vlinders. Doordat er ook meer natuurlijke plaagbestrijding zal zijn, worden boeren minder afhankelijk van gewasbeschermingsmiddelen. Meer dan in het intensief-technologische scenario zullen Nederlanders makkelijk recreatiemogelijkheden vinden in het buitengebied. De veestapel halveert en ruim de helft van het huidige landbouwareaal zal geheel of gedeeltelijk voor natuurdoeleinden worden gebruikt. Op circa de helft van dit areaal zal extensieve landbouw plaatsvinden met een productiefunctie. Grote delen van de Nederlandse landbouw zullen gaan lijken op de extensieve landbouw in Oostenrijk of in delen van Engeland. Voor de meeste boeren zal de bedrijfsvoering ver af staan van de huidige praktijk. Aanvullende inkomsten zullen noodzakelijk zijn om een bedrijf te kunnen blijven runnen, bijvoorbeeld uit het leveren van groene diensten als agrarisch natuurbeheer, uit verbreding van het bedrijf met bijvoorbeeld een natuurcamping, of door zich te richten op het verkopen van streekproducten of producten met een keurmerk waarvoor een hogere prijs wordt betaald.

Grondbeleid is de grootste opgave en illustreert het huidige gebrek aan uitvoeringscapaciteit

Als de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat binnen bereik moeten komen, dan zal dus – ongeacht het scenario – agrarische grond anders moeten worden gebruikt. Het areaal natuurgebied zal met 20 tot 30 procent moeten toenemen. Dat betekent dat in het intensief-technologische scenario – boven op de reeds 50.000 hectare geplande natuuruitbreiding – nog 150.000 hectare landbouwgrond een volledig andere (natuur)functie zal moeten krijgen. In het natuurinclusieve scenario is dit 100.000 hectare landbouwgrond. Om dat in 25 jaar tijd voor elkaar te krijgen, zal de snelheid waarmee de overheid nu grond aankoopt voor natuur met een factor 2 tot 4 moeten toenemen. Op dit moment mist de overheid daarvoor de uitvoeringscapaciteit. Daarnaast zal in het intensief-technologische scenario – boven op de reeds geplande 100.000 hectare extensivering van landbouwgrond – 100.000 hectare extra aan landbouwgrond worden geëxtensiveerd. In het natuur-inclusieve scenario zal boven op de geplande extensivering 650.000 hectare landbouwgrond worden geëxtensiveerd.

De beleidsinstrumenten om deze grond af te waarderen staan momenteel nog in de kinderschoenen. Slechts enkele honderden hectaren aan agrarische grond zijn tot op heden via een dergelijke route afgewaardeerd. De beperktere grondopgave in het intensief-technologische

scenario laat weliswaar meer ruimte voor primaire productie in de landbouw, maar vereist ook dat de natuuruitbreiding en extensivering ruimtelijk geoptimaliseerd moet worden. Dit vraagt een strakkere ruimtelijke planvorming. Het natuurinclusieve scenario gaat uit van veel meer extensivering waardoor de uitvoeringsopgave groter is. Overgangszones zullen veel smaller zijn, en er zal meer ruimtelijke flexibiliteit ontstaan in waar die geëxtensiveerde gebieden moeten komen.

Het perspectief voor de melkveehouderij wordt met de huidige stand van de techniek sterk bepaald door het klimaatdoel

Met de huidige stand van de techniek zijn niet stikstofemissies maar methaanemissies de meest bepalende factor voor de toekomstige omvang van de melkveehouderij. Het restemissiedoel (klimaatdoel) voor landbouw en landgebruik is nog niet politiek vastgesteld. Dit hangt ook af van Europese besluitvorming. Uit eerder onderzoek blijkt dat de restemissies uit de landbouw in 2050 tussen de 8,5 en 11 megaton CO₂-equivalenten kunnen liggen. In deze verkenning gaan we uit van een restemissiedoel voor de landbouw van 8,5 megaton CO₂-equivalenten in 2050. Zonder nieuwe techniek dwingt dit in beide scenario's tot sterke reducties in de omvang van de melkveestapel. De reden is het beperkte potentieel van huidige in de praktijk bewezen technieken voor de reductie van methaanemissies uit de melkveehouderij. Een restemissiedoel van 11 megaton CO₂-equivalenten in 2050 voor landbouw betekent dat andere sectoren meer emissie zouden moeten reduceren om als Nederland in 2050 klimaatneutraal te kunnen zijn. In beide scenario's zou 11 megaton restemissie tot minder krimp van de melkveestapel leiden. Ook reeds bestaande innovaties in methaanzuivering van stallucht zouden de vereiste krimp kunnen beperken. Bij een volledig effectieve inzet van deze innovaties zou de Nederlandse melkproductie zelfs op peil kunnen blijven. Maar omdat ook het bemeste landbouwareaal afneemt, leidt minder krimp ook tot veel hogere mestoverschotten dan nu, en bovendien tot een schaarste aan ruwvoer.

Om de doelen te halen is op veel vlakken een breuk nodig met het verleden

Uit de scenario's blijkt dat Nederland linksom of rechtsom in 25 jaar tijd veel groener kan worden, maar ze laten ook de historisch grote omvang van de opgave zien. Het toewerken naar de verschillende doelen vraagt dan ook om een trendbreuk ten opzichte van de afgelopen 25 jaar. Het tempo van natuuruitbreiding moet met een factor 2 tot 4 omhoog. Het extensiveren van delen van de landbouw zal in beide scenario's sterk moeten worden opgeschaald. In het intensief-technologische scenario zullen technische aanpassingen grootschalig moeten worden uitgerold om de milieu-efficiëntie in de landbouw weer te laten verbeteren. Er zijn veel meer natuurinvesteringen nodig, terwijl Nederland in de afgelopen jaren juist een kleiner deel van het nationaal inkomen aan natuur heeft uitgegeven. Dit betekent ook dat er gewerkt zal moeten worden aan de uitvoeringscapaciteit van het landbouw- en natuurbeleid. Veel uitvoeringscapaciteit rond het landbouwbeleid is in de afgelopen decennia juist afgebouwd. De productschappen zijn verdwenen, en landbouwvoorlichting is hoofdzakelijk iets geworden van de toeleverende industrie. Daarbij signaleerde de OECD dat ook de innovatie in de Nederlandse landbouw de laatste decennia is teruggelopen (OECD 2024). Met andere woorden: de opgave is ongekend groot, maar de capaciteit om die waar te maken is alleen maar afgenomen.

Koersbepaling door een staatscommissie landbouw, natuur en leefomgeving?

De omvang van de opgave en de trendbreuken die daarvoor nodig zijn, maken dat er goede redenen zijn om tijdig politieke keuzes te maken. Die keuzes gaan in elk geval over de gewenste rol van landbouw en van natuur in de toekomst. Maar ook over het klimaatdoel voor landbouw en landgebruik, ruimtelijke ordening, en de institutionele voorwaarden voor het kunnen toewerken naar doelbereik. Het gaat hierbij niet alleen om voorwaarden als voldoende budget en uitvoerings-

capaciteit, maar ook om kaders die marktpartijen in staat stellen innovaties te ontwikkelen. De politiek heeft de laatste jaren niet laten zien het complexe vraagstuk van landbouw en natuur te kunnen temmen tot een breed gedragen toekomstbestendige politieke koers. De technische complexiteit van het vraagstuk, het huidige gepolitiseerde karakter van landbouw en natuur, en de vele deelbelangen maken dit begrijpelijk. Groepen in de samenleving zullen zich geconfronteerd zien met pijnlijke consequenties. Het maakt dat het PBL zich afvraagt of deze koersbepaling niet zou moeten worden voorbereid door een staatscommissie voor landbouw, natuur en leefomgeving. Staatscommissies zijn vaak geworteld in nationale politiek, wetenschap en de praktijk en zijn in het verleden in staat geweest om te adviseren over een uitvoerbare en breed gedragen koersbepaling. Daarbij is de centrale vraag wat de gewenste rol is van landbouw en van natuur in het Nederland van 2050.

BEVINDINGEN
BEVINDINGEN

Bevindingen:

Landbouw- en Natuurverkenning

Landbouw en natuur uit balans

De Nederlandse landbouw en natuur hebben een lange gedeelde geschiedenis. De aanwezigheid van grote heidevelden op de Veluwe of de grutto's in Friesland zijn niet te begrijpen zonder de eeuwen aan agrarisch grondgebruik in Nederland (De Rijk 2015). Uitbreiding van de landbouw, inpoldering, en ontginning van de woeste gronden is een proces van eeuwen geweest. De oorspronkelijke natuur werd langzaam teruggedrongen, maar het nieuwe landschap bood nieuwe plekken voor vele soorten.

Sinds de Tweede Wereldoorlog heeft de landbouw echter een schaa sprong gemaakt. De balans met de natuur is hierdoor verstoord geraakt. Nieuwe landbouwmethoden, technieken en instituties maakten het mogelijk Nederland in de loop van de 20ste eeuw in te richten langs de lijnen van de dominante toekomstbeelden van die tijd: na de oorlog domineerde de vraag naar betaalbaar voedsel en zette de Nederlandse overheid in op het produceren voor de wereldmarkt (De Haas 2012). Onder druk van overheidssturing is de landbouw daarmee het samenspel tussen natuur en landbouw gaan domineren. Veel natuur is onder druk komen te staan en verslechterd. Soorten zijn soms zelfs uit Nederland verdwenen. Het is een ontwikkeling die tot nieuwe woorden leidde als landschapspijn en grasfalt. In toenemende mate leidt dit ook tot maatschappelijke discussie over de vraag waar de balans tussen landbouw en natuur dan wél zou moeten liggen, en hoe daar te komen. Eind vorige eeuw vonden forse uitbreidingen van natuurgebied plaats, namen de emissies uit de landbouw af en stabiliseerde de neerwaartse trend van de kwaliteit van de natuur. Maar dat doet niet veel af aan de grote opgave die er nog steeds ligt om de natuur in Nederland duurzaam te behouden en herstellen.

De vraag wat er precies gedaan zou moeten worden om de natuur voldoende te herstellen, is echter complex. Recente rechtszaken hebben de politieke discussie over wat er zou moeten gebeuren op scherp gezet. De vraag waar een nieuwe balans tussen landbouw en natuur zou moeten liggen, is daarmee politiek verhit geraakt. Het is daarbij lastig gebleken om te komen tot een concrete en afdoende beleidsaanpak. Er bestaat dan ook geen eenvoudige oplossing om landbouw en natuur beter in balans te brengen (PBL 2018; PBL 2021; PBL 2024).

Naast natuurherstel spelen ook grote opgaven rond waterkwaliteit en klimaat. De puzzel aan mogelijke maatregelen voor deze drie grote opgaven samen is technisch complex en daardoor lastig te leggen. Dit komt omdat het milieueffect van voorgestelde beleidsmaatregelen vaak onderling moeilijk te vergelijken is, en omdat maatregelen altijd in samenhang bekeken moeten worden. Wat levert een omslag naar natuurinclusieve landbouw op voor de natuur? Zijn emissiearme stallen dan niet veel effectiever? En wat doet een dergelijke maatregel voor de andere opgaven zoals waterkwaliteit of klimaat? Voor hoeveel boeren is een dergelijke aanpassing financieel haalbaar, en onder welke condities dan? En kan de overheid die eigenlijk wel creëren? Nog afgezien van de mogelijke pijn en onzekerheid die dergelijke aanpassingen zouden kunnen betekenen voor boerengezinnen, maakt de complexe puzzel achter het vraagstuk een politieke afweging op z'n zachtst gezegd lastig.

Met deze Landbouw- en Natuurverkenning beoogt het PBL de technische complexiteit te structureren. We willen daarmee bijdragen aan een geïnformeerde en gestructureerde politieke afweging over landbouwbeleid, en het beleid dat gericht is op het verbeteren van natuur- en waterkwaliteit, en de reductie van broeikasgasemissies uit de landbouw. We bakenen onze gekwantificeerde analyse af rond het Nederlandse landbouwsysteem, en het Nederlandse landbouw-, natuur-, en waterkwaliteitsbeleid. We kijken niet naar effecten van een veranderende consumptie op het Nederlandse landbouwsysteem. Denk hierbij aan een verschuiving in de consumptie van dierlijke naar plantaardige eiwitten. De Nederlandse landbouw produceert hoofdzakelijk voor de Europese markt. Dit betekent dat veranderingen in consumptiepatronen of dieet pas substantieel effect zullen hebben op het Nederlandse landbouwsysteem, als deze consumptieverandering op zijn minst Europees breed plaatsvindt.

We richten ons in deze verkenning op de mogelijkheden van het *Nederlandse* beleid om de *Nederlandse* landbouw en natuur in balans te brengen. We reflecteren daarbij kort op het mogelijke effect van aanpassingen in het landbouwsysteem op de leefomgeving in het buitenland (de voetafdruk), maar centraal staan de Nederlandse landbouw, natuur en leefomgeving. Om te beginnen brengen we daarom de mogelijke oplossingsrichtingen in kaart in het Nederlandse landbouwsysteem en in het Nederlandse landbouw-, natuur- en waterkwaliteitsbeleid. Vervolgens kwantificeren we de effecten van een voorgestelde oplossing op de Nederlandse leefomgeving. Daarmee maken we inzichtelijk wat er nodig is om aan de opgaven te voldoen. We reflecteren uitgebreid op de implicaties van wat er nodig is. Het gaat daarbij om de implicaties voor de sturingscapaciteit van de Nederlandse overheid, markt en samenleving. Ook schetsen we de consequenties voor specifieke groepen of sectoren uit de samenleving. Uiteindelijk kan dit bijdragen aan een geïnformeerde politieke afweging.

Doel van deze verkenning: de politieke keuzeruimte opspannen voor de Nederlandse landbouw en natuur in 2050

Anders dan de politiek verhitte discussies soms wellicht suggereren, zijn het duurzaam herstel van natuur- en waterkwaliteit, en het reduceren van broeikasgasemissies uit de landbouw geen opgaven die in enkele jaren tijd kunnen worden volbracht (zie bijvoorbeeld: PBL et al. 2024, PBL, Deltares, RIVM & WUR 2025). Daarom richten we in deze Landbouw- en Natuurverkenning de blik over de politieke urgentie heen, ruim één generatie vooruit – op 2050. Dit jaartal vertegenwoordigt de richtdatum van de EU-ambitie tot klimaatneutraliteit, van de Natuurherstelverordening, en de 2050-Goals onder het Kunming-Montreal-biodiversiteitsraamwerk. Bovendien is zekerheid op de lange termijn van belang voor een effectief beleid op natuur- en waterkwaliteit, en past een focus op 25 jaar vooruit bij de investeringsbeslissingen van een agrarische bedrijfsvoering. En tot slot, deze tijdshorizon biedt de kans om oplossingsrichtingen te verkennen die in het huidige debat van hoge urgentie rond bijvoorbeeld stikstof ondersneeuwen. We verkennen – waar mogelijk in kwantitatieve termen – wat de mogelijkheden zijn om landbouw en natuur beter in balans te brengen. En we reflecteren op de beleidsmatige implicaties en maatschappelijke consequenties. Daarbij nemen we twee uitgangspunten.

Ons eerste uitgangspunt is dat de te verkennen mogelijkheden om landbouw en natuur in balans te brengen op zijn minst een reflectie dienen te zijn van het politiek-maatschappelijke debat. Dit debat is turbulent en op punten gepolariseerd (Aarts & Leeuwis 2024). In onze aanpak sluiten we aan bij veel wetenschappelijke analyses dat enige politieke polarisatie niet slecht hoeft te zijn (zie

bijvoorbeeld: Dewulf & Bouwen 2012; De Graaf 2025; Van Alstein 2022;). Polariserende reflecteert de maatschappelijke relevantie van het onderwerp en expliciteert standpunten, belangen en maatschappelijke zorgen. Het stelt de samenleving in staat te leren en standpunten bij te stellen. Met andere woorden, dat in het debat over landbouw en natuur de voorgestelde oplossingsrichtingen vaak ver uit elkaar liggen, biedt ook een veelzijdig palet aan mogelijke deeloplossingen. Oplossingen die mogelijk juist in onderlinge combinaties tot een maatschappelijk betere uitkomst kunnen leiden. Bij te veel polarisatie verdwijnt echter de uitwisseling van argumenten en wordt het politieke proces explosief. Het sluiten van een compromis wordt dan lastig. Juist die uitwisseling van argumenten is daarom belangrijk bij het vinden van politieke oplossingen voor de technisch complexe vraagstukken rond landbouw en natuur. Deze verkenning sluit daarom aan bij de argumenten die aan de verschillende zijden van het maatschappelijk debat geuit worden. We nemen de argumenten als uitgangspunt bij het kwantificeren van mogelijke oplossingsrichtingen.

We doen dit ook omdat er in beleidsmatige termen niet alleen *gepuzzeld* moeten worden over wat de juiste oplossing is, er zal tegelijkertijd ook naar meerderheden gezocht moeten worden om voldoende *doorzettingsmacht* te organiseren om uit beleidsimpasses te komen (Heclo 1974; Schulz et al. 2024). Het ligt niet voor de hand dat de puzzel goed gelegd kan worden, laat staan dat er voldoende doorzettingsmacht georganiseerd kan worden op basis van een eenzijdige keuze van argumenten uit het debat. Om beleidsmatig verder te komen zal het dus de kunst zijn de argumenten van beide polen serieus te nemen, de perspectieven achter de oplossingsrichtingen te erkennen, en transparant te zijn over de consequenties van keuzes. Het ligt in de lijn der verwachting dat er alleen dan voldoende draagvlak gecreëerd kan worden voor een oplossing die de opgaven ook waar weet te maken. Door de effecten en implicaties van verschillende oplossingsrichtingen uit het maatschappelijk debat te structureren en kwantificeren beoogt het PBL hier een bijdrage aan te leveren.

De kapstok: Europese doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat

Ons tweede uitgangspunt zijn de Europese doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat. In de discussie over een nieuwe balans tussen landbouw, natuur, water en klimaat wordt vaak gerefereerd aan beleidsdoelen, of zelfs aan wettelijke doelen. Sinds enkele jaren worden er hierover ook rechtszaken gevoerd. Immers, doet de overheid wel genoeg om de doelen te halen? Het gaat dan vaak over de beleidsinspanning van de overheid in relatie tot het doel dat de overheid zelf gesteld heeft, maar ook over de nationale wettelijke invulling van in Europees verband afgesproken doelen.

Vanwege de nadruk die is komen te liggen bij dit type doelen, gaan we in deze verkenning uit van de nationale invulling van doelen uit de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR), de Europese Kaderrichtlijn Waterkwaliteit (KRW), en de Europese doelstelling voor klimaatneutraliteit in 2050. We noemen dit de doelen voor natuur, water en klimaat. Ondanks dat voor het VHR-doel geen jaartal is vastgesteld, en dat de doelstelling voor de KRW in 2027 ligt, werken we vanuit de aanname dat het behalen van deze doelen in 2050 een indicator is van een nieuwe balans tussen

landbouw en natuur.¹ Nationale stikstofdoelen nemen we in deze verkenning niet als uitgangspunt. Ze zijn instrumenteel voor het halen van de VHR-doelen (Wet natuurbescherming). Wel reflecteren we op het doelbereik voor deze stikstofdoelen.

Daarnaast is het relevant dat in 2024 in de EU de Natuurherstelverordening is aangenomen. De Natuurherstelverordening legt een tijdlijn vast voor natuurherstel in de EU-lidstaten. Specifiek gaat het daarbij om het nemen van maatregelen die voor 90 procent van de aangewezen natuurgebieden de VHR-doelen in 2050 binnen bereik brengen. De beleidsinspanning die door een lidstaat geleverd moet worden voor de VHR-doelen is daarmee dus dwingender geworden.

De wettelijke Europese doelstelling om in 2050 klimaatneutraal te zijn is door het kabinet nog niet doorvertaald naar een sectordoel voor landbouw en landgebruik. Ook is het nog een open vraag of Nederland wel of niet emissies zal mogen uitruilen met andere Europese lidstaten die veel CO₂ vastleggen in bijvoorbeeld bossen. Als enige van de drie doelen is de klimaatopgave voor landbouw en landgebruik in Nederland dus nog open voor discussie. Een klimaatneutrale landbouw is technisch zeer complex, ook zonder veehouderij. Daarom gaat het klimaatdoel voor landbouw en landgebruik over restemissie; hoeveel emissie er nog uit deze sector mag komen. We gaan er in deze verkenning van uit dat er vraag zal blijven naar landbouwproducten, ook naar dierlijke producten. Op basis van de Toekomstverkenning Klimaatneutraal Nederland van het PBL (Westhoek et al. 2024) kiezen we als concreet werkdoel voor 2050 een restemissie van 8,5 megaton CO₂-equivalenten voor de landbouw, zonder de mogelijkheid van het uitruilen van emissies met andere EU-lidstaten. Daarnaast bespreken we wat een restemissiedoel van 11 megaton CO₂-equivalenten zou betekenen voor de uitkomsten van de scenario's. Voor landgebruik gebruiken we een werkdoel van 0,3 megaton CO₂-equivalenten aan restemissie, met een alternatief restemissiedoel van 1,2 megaton CO₂-equivalenten.

Twee voorkeursrichtingen uit het debat vertaald in twee scenario's

Uit de mix van maatschappelijke uitingen, visies en voorkeuren in het debat over landbouw in relatie tot natuur- en waterkwaliteit en broeikasgasemissies kunnen twee voorkeursrichtingen worden afgeleid voor landbouw en natuur in Nederland. Om de opgave en de keuzeruimte concreet te maken, vertalen we de twee voorkeursrichtingen uit het politiek-maatschappelijke debat in twee concrete scenario's. In vakjargon heten dit *normatieve scenario's*. Ook maken we een referentiescenario dat uitgaat van het staande beleid en autonome ontwikkelingen tot 2050. Dit referentiescenario gebruiken we om de twee normatieve scenario's tegen af te zetten.²

¹ Voor waterkwaliteit kijken we naar de ecologische waterkwaliteit en de bijbehorende kwaliteits-elementen biologie en nutriënten, waarbij deze laatste binnen de KRW onderdeel uitmaken van een bredere set aan fysisch-chemische elementen. We kijken niet naar de chemische kwaliteit en de grondwaterkwaliteit. Voor natuur kijken we naar het realiseren van de juiste condities voor duurzaam voorkomen van Vogel- en Habitatrichtlijnsoorten voor de Nederlandse landnatuur. We kijken niet naar het verslechteringsverbod uit de VHR dat geldt voor de individuele Natura 2000-gebieden.

² We spreken van 'de scenario's' als het gaat over de twee scenario's die zijn gebaseerd op de twee voorkeursrichtingen. Dit zijn de normatieve, of doelzoekende, scenario's. Het referentiescenario wordt altijd apart benoemd.

Het referentiescenario

Met het referentiescenario laten we zien wat het effect is van autonome ontwikkelingen in de maatschappij en de economie, plus het huidige ingezette beleid op natuur, water, landbouw en klimaat. Zelfs met de aanname dat het huidige, bestaande beleid volledig wordt uitgevoerd, blijft de opgave groot om de drie doelen te halen. Voor natuur leidt huidig beleid tot twee derde van het doelbereik, voor waterkwaliteit tot net over de helft. Voor broeikasgasemissies van de landbouw en landgebruik leidt het huidige beleid tot twee à drie keer zoveel uitstoot als nodig is om de door ons gehanteerde sectordoelstelling van 8,5 megaton CO₂-equivalenten te behalen (zie tabel B.1).

Tabel B.1 Doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat

Doel	Natuur (VHR) (percentage van de gemodelleerde VHR-soorten met duurzame condities voor voortbestaan)	Waterkwaliteit (KRW) (percentage KRW-waterlichamen met goede staat, waarbij biologie alleen betrekking heeft op regionale waterlichamen)		Klimaat (broeikasgasemissies in Mt CO ₂ -eq/jaar)	
		Nutriënten (N & P)	Biologie ¹	Landbouw ²	Landgebruik
Doelstelling 2050	100%	100%	100%	8,5-11 Mt	0,3-1,2 Mt
Situatie rond 2022 ³	50%	50 & 50% ⁴	36-55%	24,4 Mt	5,1 Mt
Referentie-scenario 2050	60-65%	62 & 57%	45-65%	15 Mt	4,5 Mt
Afstand tot doelbereik 2050	35-40%	38 & 43%	35-55 %	4,0-6,5 Mt	3,3-4,2 Mt

¹Er zijn vier kwaliteitselementen voor KRW-doelbereik voor biologie: vissen, macrofauna, fytoplankton en overige waterflora. De percentages in deze kolom geven de score voor de laagste en de hoogste van deze vier elementen.

²Inclusief emissies uit energiegebruik in de landbouw (met name glastuinbouw). Deze bedroegen 6,2 megaton CO₂-equivalenten in 2022. De procesemissies uit veehouderij en akkerbouw bedroegen in 2022 18,2 megaton CO₂-equivalenten. In het referentiescenario 2050 is verondersteld dat er géén emissies meer uit energiegebruik in de landbouw plaatsvinden. De resterende emissies (en daarmee ook de doelstelling) hebben dus alleen betrekking op de proces-emissies uit veehouderij en akkerbouw.

³Situatie natuur 2024, klimaat 2022 en waterkwaliteit 2021.

⁴Uitgaande van gemodelleerde waarden bij gemiddeld weerjaar.

Twee normatieve scenario's

Uit de mix van maatschappelijke uitingen, visies en voorkeuren in het debat over landbouw in relatie tot natuur- en waterkwaliteit en broeikasgasemissies zijn twee voorkeursrichtingen afgeleid voor landbouw en natuur in Nederland:

- **Een voorkeur voor intensief-technologische oplossingen en ruimtelijke optimalisatie.** De nadruk in de landbouw ligt hierbij op het intensiveren van de inzet van techniek en innovatie voor een hoogproductieve landbouw, die tegelijkertijd zo schoon mogelijk is. In het natuurbeleid ligt de nadruk op uitbreiding, herstel en beheer van natuurgebieden waar de ecologische kansen het grootst zijn. Daarbij zal een geoptimaliseerde, maar ook strikte, ruimtelijke ordening een belangrijke rol spelen.
- **Een voorkeur voor natuurinclusieve oplossingen.** De nadruk ligt hierbij op natuurinclusieve vormen van landbouw. Die gaan gepaard met het extensiveren van landbouwproductie, het verweven van landbouw met natuur via brede toepassing van agrarisch natuurbeheer en groen-blauwe dooradering, en minder externe input van nutriënten. Brede extensivering en het verweven van landbouw en natuur maken dat er voor het halen van de natuur en waterdoelen minder strikte ruimtelijke planvorming nodig zal zijn.

We maken beide voorkeursrichtingen concreet aan de hand van aanpassingen in de structuur van de landbouw en het natuur- en waterbeheer. Aanpassingen zijn bijvoorbeeld dat er voor de veehouderij andere staltypen gebruikt worden, uitbreiding van het areaal natuurgebieden, of het toepassen van zwaardere pakketten agrarisch natuurbeheer in grote delen van het landbouwareaal. Deze concretisering levert ons twee scenario's op: een **intensief-technologisch scenario** en een **natuurinclusief scenario**. We richten de scenario's beide zo in dat de drie doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat binnen bereik komen.

De scenario's reflecteren geen keuze, maar spannen de keuzeruimte op

Zoals hierboven benoemd gaan we ervan uit dat een nieuwe balans tussen landbouw en natuur in Nederland betekent dat minimaal de Europese doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat worden gehaald. De scenario's vormen daarmee hoekpunten waartussen gezocht kan worden naar een toekomstige balans tussen landbouw en natuur. Uit de scenario's blijkt dat er wat te kiezen valt, en ze schetsen de ruimte waarbinnen gekozen kan worden. Een belangrijk uitgangspunt daarbij is dat deze keuze niet zwart of wit zal hoeven te zijn; elementen uit de scenario's kunnen gecombineerd worden. Het zal daarbij wel de kunst zijn dit zo te doen dat deze elementen in combinatie weer optellen tot doelbereik.

Resultaten: in beide scenario's komen de doelen binnen bereik

Uit de scenario's blijkt dat de doelen voor natuur, water en klimaat binnen bereik kunnen komen door verschillende aanpassingen in landbouw, natuur- en waterbeheer te combineren. Aanpassingen kunnen plaatsvinden op het gebied van grondgebruik, technologie, management, natuurbeheer, natuurareaal, agrarisch natuurbeheer en waterbeheer voor de waterkwaliteit. De berekende aanpassingen verschillen sterk tussen de twee normatieve scenario's. Een belangrijk

uitgangspunt in de scenario's is dan wel dat het bestaande beleid onverkort wordt uitgevoerd zoals het is gepland. Daar bovenop komen per scenario de verschillende aanpassingen in grondgebruik, aanpassingen in technologie en management, in natuurbeheer, natuurareaal, agrarisch natuurbeheer, en aanpassingen in het waterbeheer voor de waterkwaliteit. In tabel B.2 brengen we de benodigde aanpassingen per scenario in kaart – boven die op het staande beleid – om de doelen binnen bereik te brengen. In figuur B.1 is in beeld gebracht wat de scenario's ruimtelijk betekenen voor Nederland. We bespreken de meest opvallende resultaten.

Tabel B.2 Benodigde aanpassingen per scenario

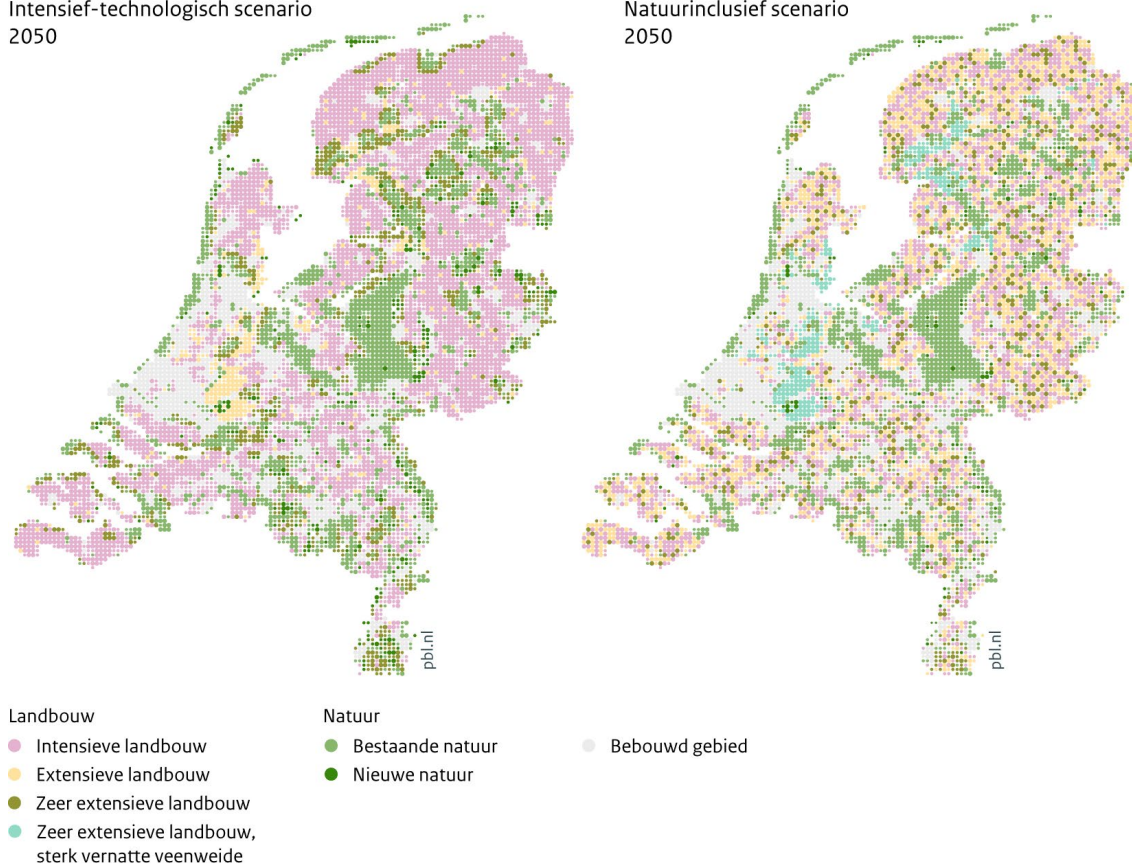
Intensief-technologisch scenario, ten opzichte van 2022	Natuurinclusief scenario, ten opzichte van 2022
- Uitbreiding van natuurgebied: 150.000 hectare boven op 50.000 ha die reeds gepland is. - Extensivering op circa 200.000 ha in een mate van extensivering waarbij de productiefunctie niet meer leidend is. Het grootste deel van deze extensivering vindt plaats in overgangszones van 2.000 meter breed rond Natura 2000-gebieden. - In de akkerbouw is precisielandbouw de norm; gewasbeschermingsmiddelen worden precies en minimaal ingezet. Robuustere gewassen door veredeling. - Integraal emissiearme stallen zijn de norm. Beperkte uitloop van melkvee en geen toename in uitloop voor varkens en pluimvee. - Melkproductie neemt af met een derde. - Melkproductie per koe neemt toe, beperkte afname van het aantal varkens en kippen - Afname in gebruik van kunstmest. Mestoverschot blijft gelijk met 2022. - Groen-blaauwe dooradering rond natuurgebieden en KRW-wateren. - De mate waarin aan de vraag naar ecosysteemdiensten wordt voldaan stijgt licht. Algemene soorten komen in de overgangszones vaker voor. - Sterke vernatting (tot 20 cm onder maaiveld) van veenweiden rond Natura 2000-gebieden en nieuwe natuurgebieden. Daarbuiten enige vernatting (tot 40 cm onder maaiveld). - Waar nodig inrichtingsmaatregelen (zoals vistrappen bij stuwen) en hydrologische isolatie van natuurgebieden.	- Uitbreiding van natuurgebied: 100.000 hectare boven op 50.000 hectare die reeds gepland is. - Extensivering van de landbouw op in totaal ruim 650.000 ha van het landbouwareaal, boven op bestaand beleid. Voor circa de helft van dit areaal is dit een mate van extensivering waarbij de productiefunctie niet meer leidend is. Een deel van deze extensivering vindt plaats in overgangszones van 500 meter breed rond Natura 2000-gebieden. - In de akkerbouw wordt gebruik gemaakt van robuuste gewassen en natuurlijke plaagonderdrukking. Gewasbeschermingsmiddelen worden minimaal ingezet. - Melkvee wordt permanent beweid. Er komt uitloop voor alle varkens en pluimvee. De melkproductie per koe neemt nauwelijks toe. - De melkproductie halveert nagenoeg, en ook het aantal varkens en pluimvee halveert. - Sterke afname in gebruik van kunstmest, mestoverschot blijft gelijk met 2022. - Groen-blaauwe dooradering verweven door alle landbouwarealen. - De mate waarin aan de vraag naar ecosysteemdiensten wordt voldaan stijgt. Algemene soorten zijn in het merendeel van het landelijk gebied weer aanwezig.. - Sterke vernatting in alle veenweidegebieden tot 20 cm onder maaiveld. - Hermeandering in brede beekdalen en inrichting van natuurvriendelijke oevers.

Figuur B.1

Impressie van ruimtelijke patronen in scenario's

Intensief-technologisch scenario
2050

Natuurinclusief scenario
2050



Bron: PBL

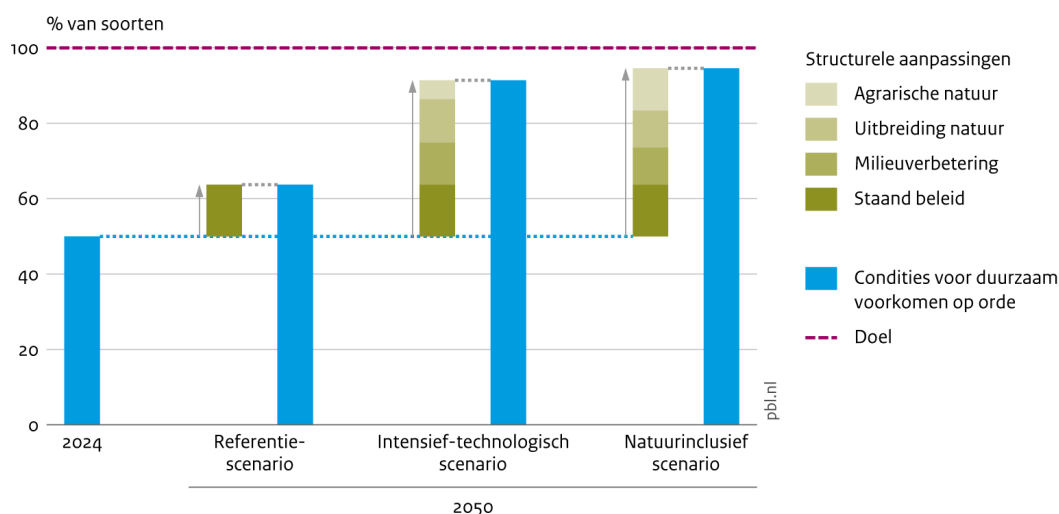
Het doel voor natuur komt binnen bereik in beide scenario's

Doelbereik voor natuur vraagt zowel de uitbreiding van agrarisch leefgebied, milieuverbetering (stikstofemissies en hydrologie), en uitbreiding van natuur. Daarbij wordt het reguliere natuurbeheer doorgezet en vinden herstelmaatregelen plaats. Het staande beleid tot 2050 dicht circa een kwart van de afstand tot de doelstelling. Deze verbetering komt door al geplande natuuruitbreiding en het natuur- en stikstofbeleid dat gericht is op de verbetering van condities binnen natuurgebieden. Buiten natuurgebieden wordt in het Referentiescenario een verdere achteruitgang van veel soorten verwacht. Zo zullen de aantallen vogels van open boerenland waarschijnlijk verder gaan dalen. Omdat deze soorten vaak wel beschermd zijn in de VHR is het voor het binnen bereik brengen van de VHR-doelen van belang deze achteruitgang te voorkomen. In beide scenario's leiden de aanpassingen in het natuur- en landbouwsysteem tot een verdere verbetering van de omgevingscondities. Hiermee komt het doel voor natuur binnen bereik (zie figuur B.2).

In beide scenario's is uitbreiding van beschermde natuurgebieden nodig. Daarnaast zal ook de uitbreiding van extensief gebruikt landbouwareaal nodig zijn met agrarisch natuurbeheer.

Figuur B.2

Aandeel Vogel- en Habitatrichtlijnsoorten van landnatuur waarvoor condities voor duurzaam voorkomen op orde zijn in scenario's

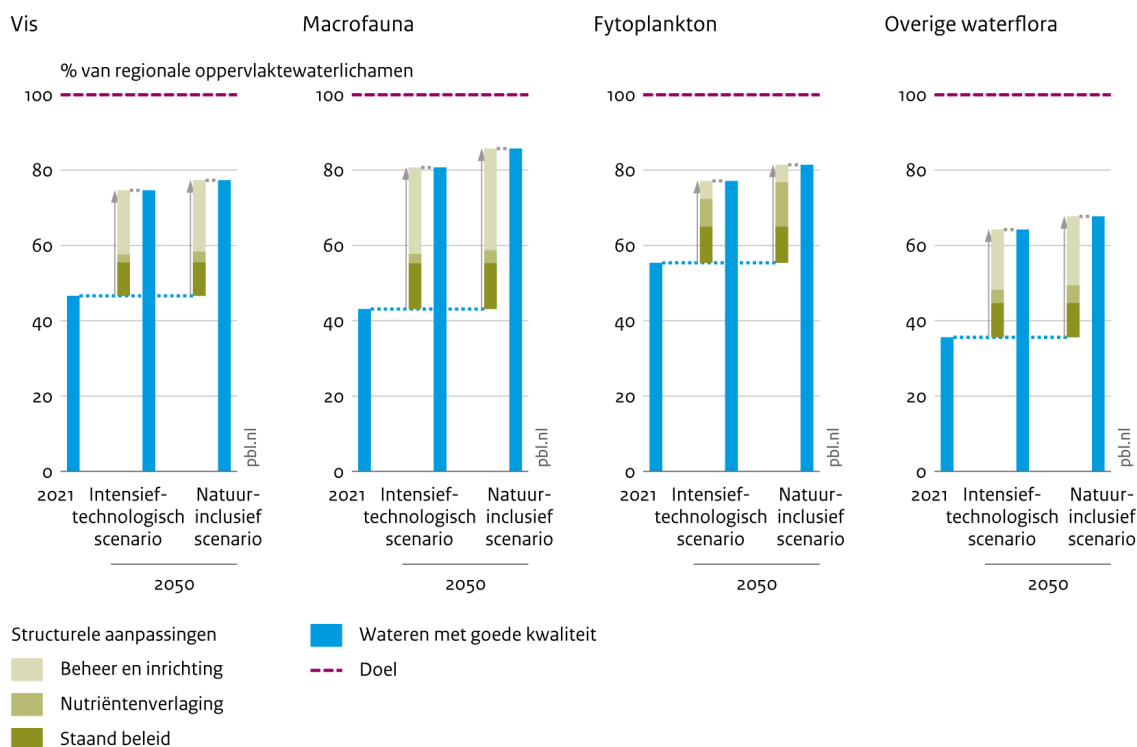


Bron: PBL, WUR 2025

Dit type gebieden is erg belangrijk voor specifieke beschermde soorten. Als deze extensief gebruikte landbouwgebieden rond natuurgebieden liggen bufferen ze bovendien de drukfactoren die onder meer uit de intensievere landbouwgebieden komen. Het natuurinclusieve scenario leunt voor doelbereik op een aanzienlijk groter areaal extensieve landbouw met lichter en zwaarder agrarisch natuurbeheer. Ook zijn in beide scenario's extensief gebruikte overgangsgebieden nodig rondom Natura 2000-gebieden (zonering). In het intensief-technologische scenario vindt het grootste deel van de extensivering plaats in deze overgangsgebieden van 2.000 meter breed. Doordat in het natuurinclusieve scenario zeer veel extensivering plaatsvindt, verspreid over het totale agrarische gebied, zijn extensief gebruikte overgangsgebieden van 500 meter breed in dit scenario voldoende.

Doelen voor waterkwaliteit binnen bereik, inrichting wordt belangrijk

Voor de ecologische waterkwaliteit geldt dat het staande beleid voor het terugdringen van nutriënten in het oppervlaktewater in 2050 circa een kwart van de opgave oplost. In beide scenario's neemt de biologische waterkwaliteit (hier gebruikt als indicator voor de ecologische waterkwaliteit) van de regionale wateren verder toe door de verdere verlaging van de nutriëntenconcentraties en de verbetering van beheer en inrichting rond de wateren (figuur B.3). De aanpak in de scenario's verschilt fors. In het intensief-technologische scenario worden aanpassingen geconcentreerd rond Natura 2000-gebieden, terwijl de aanpassingen in het natuurinclusieve scenario meer verspreid plaatsvinden over het totale agrarische gebied. Toch leiden beide scenario's tot een in orde grootte vergelijkbaar doelbereik. Dit suggereert dat voor het totaalbeeld van ecologische waterkwaliteit een geconcentreerde inzet van waterinrichting en -beheer in en rond natuurgebieden niet veel verschilt van een meer verspreide aanpak.

Figuur B.3**Biologische waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water in scenario's**

Bron: Deltares 2025

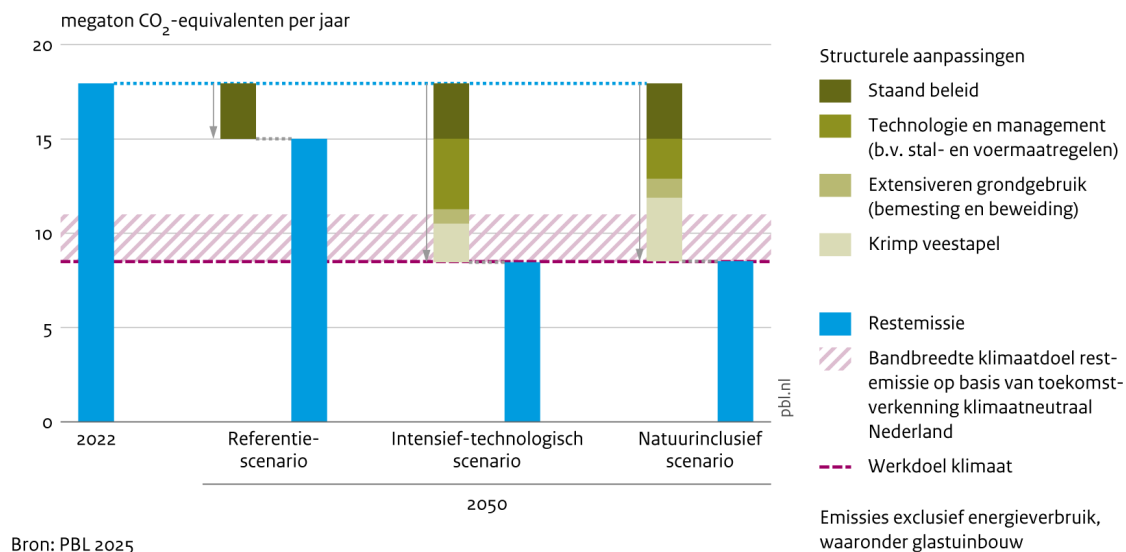
Echter, regionaal kunnen er wel grote verschillen zijn. In het intensief-technologische scenario is de waterkwaliteit buiten de natuurgebieden en overgangsgebieden duidelijk lager dan in het natuurinclusieve scenario. Wat tevens opvalt is dat aanpassingen in de inrichting rond wateren een relatief grote bijdrage leveren aan het totale doelbereik voor biologie.

Klimaatdoelen worden in beide scenario's gehaald

In beide scenario's worden de werkdoelen voor broeikasgasemissies voor landbouw en landgebruik gehaald. De broeikasgasemissies in de landbouw omvatten CO₂- en methaanemissies uit energiegebruik, met name van de glastuinbouw, en methaan- en lachgasemissies uit de veehouderij en akkerbouw. De aanname in het referentiescenario is dat de glastuinbouw in 2050 energieneutraal is. Door staand beleid verminderen de overige emissies in 2050 met ongeveer 3 megaton CO₂-equivalenten per jaar, voornamelijk door krimp van de veestapel als gevolg van het vervallen van de derogatie op de Nitraatrichtlijn (figuur B.4).

Ook hier verschilt de aanpak in de scenario's. Zo leunt het intensief-technologische scenario voor 40 procent van de emissiereductie op aanpassingen in technologie en management, en moet 50 procent uit een krimp van de veestapel komen (het staande beleid is voornamelijk krimp). In het natuurinclusieve scenario komt twee derde van de emissiereductie uit krimp. In beide scenario's draagt het extensiveren van het grondgebruik beperkt bij aan de broeikasgasreductie (circa 10 tot 15 procent).

Figuur B.4
Emissie broeikasgassen door landbouw in scenario's



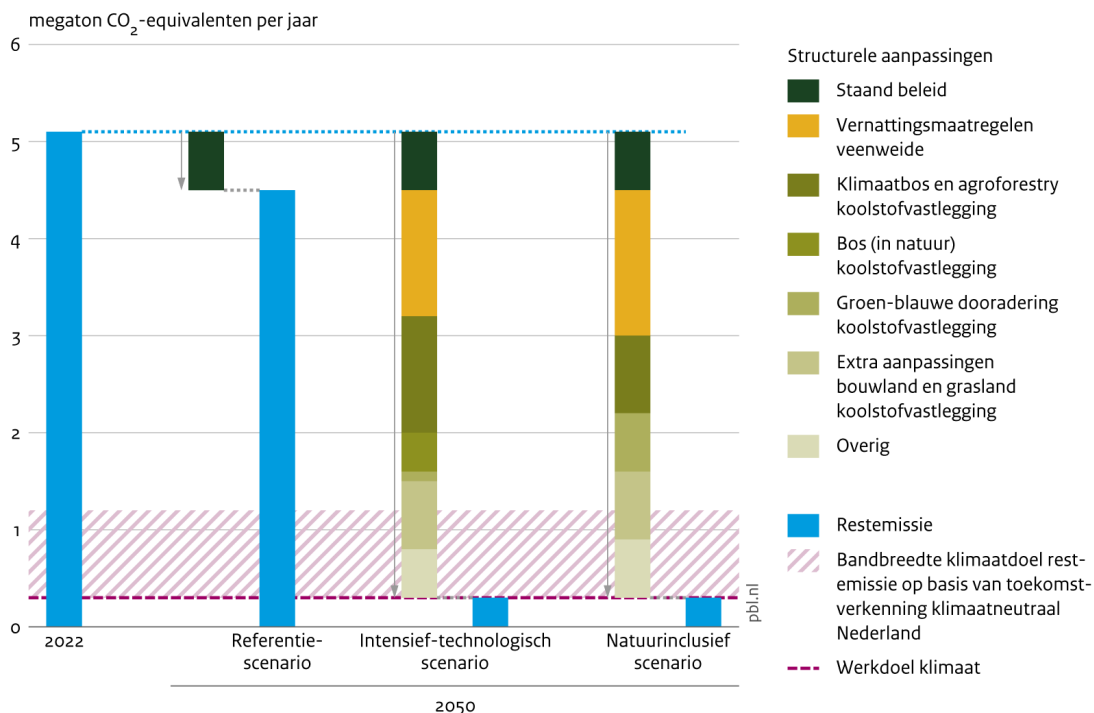
Het krimpen van de veestapel is geen uitgangspunt in de scenario's maar volgt uit het beperkte maximale effect van andere aanpassingen, zoals techniek en management in het intensief-technologische scenario, of uit andere uitgangspunten, zoals circulariteit van nutriënten in het natuurinclusieve scenario. Het intensief-technologische scenario laat dan ook zien dat met in de praktijk bewezen technieken de potentie voor emissiereductie van broeikasgassen in de landbouw nog beperkt is. Verderop in deze bevindingen gaan we dieper in op de mogelijke effecten van innovatieve technieken rond methaanzuivering uit stallucht.

Ook voor de broeikasgasemissies door landgebruik geldt dat de scenario's verschillen in hun aanpak. Het intensief-technologische scenario leunt meer op koolstofvastlegging in nieuwe natuur, bossen en agroforestry. Het natuurinclusieve scenario leunt meer op koolstofvastlegging in groenblauwe dooradering en het mitigeren van broeikasgasemissies uit veenweiden door vernatting (figuur B.5). Hierbij zijn de verschillen wel minder groot. In beide scenario's zijn veel van de mogelijke maatregelen nodig om het doel binnen bereik te brengen. Voor zowel de emissies van landbouw als van landgebruik geldt dat het restemissiedoel zeer bepalend is voor het eindbeeld van de melkveehouderij en landgebruik (zie de bandbreedtes in figuren B.4 en B.5). We gaan hier in de volgende twee paragrafen dieper op in.

Het is onontkoombaar om maatregelen uit beide voorkeursrichtingen te combineren

Wat opvalt, is dat voor de doelen in de scenario's soms specifieke aanpassingen nodig zijn die eigenlijk beter passen bij het andere scenario. Bijvoorbeeld: in het intensief-technologische scenario moet ook een deel van de landbouw extensiveren en natuurinclusief worden ingericht. Dit komt vooral omdat overgangszones tussen landbouw en natuur nodig zijn om de effecten van stikstof en wateronttrekking op de natuur te beperken.

Figuur B.5
Emissie broeikasgassen door landgebruik in scenario's



Bron: PBL 2025

In het natuurinclusieve scenario zijn enkel extensivering en natuurinclusieve landbouw onvoldoende om de doelen binnen bereik te brengen. Uitbreiding en beheer van natuurgebieden zijn vereisten voor het bereiken van het natuurdoel. Dit komt doordat veel VHR-soorten afhankelijk zijn van voldoende natuur zoals die voorkomt in natuurgebieden. Daarbij maakt enige toepassing van techniek, bijvoorbeeld het gebruik van natuurlijke toevoegingen aan het veevoer in de melkveehouderij, het eenvoudiger om het klimaatdoel te halen in dit natuurinclusieve scenario. De doelen zijn dus niet te halen door uitsluitend van één voorkeursrichting uit te gaan. Om de doelen binnen bereik te brengen, moesten we op sommige onderdelen in de scenario's combinaties maken van de voorkeursrichtingen.

Een tweede punt dat opvalt is dat de volledige 100 procent doelbereik lastig te halen is met de aanpassingen in de scenario's. We spreken daarom over het 'binnen bereik brengen' van de doelen. Volledig doelbereik lukt enkel voor het klimaatdoel. Het doelbereik voor natuur komt uit op 90 tot 95 procent. Voor volledig doelbereik voor natuur zijn ook aanpassingen nodig in het buitenland. Zo is in Nederland voor sommige soorten niet genoeg leefgebied te creëren en is uitbreiding en/of beter beheer van grensoverschrijdende natuur een voorwaarde. Het doelbereik voor de ecologische waterkwaliteit komt, afhankelijk van de indicator, uit tussen de 65 en de 80 procent. Voor volledig doelbereik voor de ecologische waterkwaliteit zijn ook aanpassingen nodig in andere sectoren dan de landbouw, zoals het schoner maken van rioolwaterzuiveringsinstallaties, en in het buitenland.

Scenario-analyse in vogelvucht: er valt wat te kiezen, maar de opgave is historisch in omvang

In beide scenario's lukt het om de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat binnen bereik te brengen. Wel verschillen de scenario's soms aanzienlijk in hun aanpak. In deze paragraaf duiden we

de belangrijkste technische, beleidsmatige, en maatschappelijke implicaties van de scenario's. Ook hierin zijn grote verschillen te zien tussen de scenario's.

Anders omgaan met agrarische grond is de grootste opgave om de natuur- en waterkwaliteit te kunnen verbeteren

Om de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat binnen bereik te brengen, zal boven op het bestaande beleid³ hoe dan ook een grote hoeveelheid extra agrarische grond anders moeten worden gebruikt. Waar het om nieuw natuurgebied gaat zal deze grond ook echt een andere functie moeten krijgen (figuur B.6). Dit heeft grote implicaties, zowel maatschappelijk als beleidsmatig. Het is daarmee ook de opgave waar ongeacht de keuze voor het type aanpak spoedig een begin mee gemaakt zou kunnen worden om richting de doelen te bewegen.

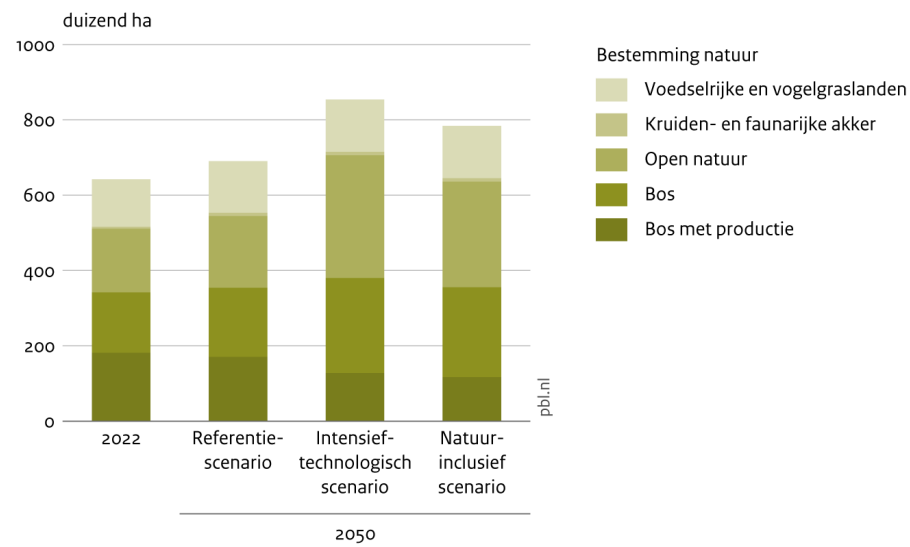
In het intensief-technologische scenario krijgt circa 350.000 hectare agrarische grond een ander gebruik, boven op het bestaande beleid. Dit is ongeveer de oppervlakte van de provincie Flevoland, 20 procent van het huidige landbouwareaal. Hiervan zal, om de soorten en habitats van de Vogel- en Habitatrichtlijn in 2050 in voldoende mate duurzaam te kunnen laten voorkomen circa 150.000 hectare huidige landbouwgrond de functie natuurgebied moeten krijgen. Op de helft van de overige 200.000 hectare zal het agrarisch gebruik vergaand geëxtensiveerd moeten worden voor vernatting en overgangszones, in die mate dat er geen serieuze landbouwproductiefunctie meer van te verwachten is. De andere helft is nodig voor koolstofvastlegging in bos en *agroforestry* voor het klimaatdoel. Bij een hoger restemissiedoel (zie figuur B.5 voor de bandbreedte) – eventueel in combinatie met het uitruilen van landgebruiksemissies tussen EU-lidstaten – zou 75.000 hectare van deze 100.000 hectare landbouwgrond kunnen blijven. In dit scenario is het voor doelbereik voor de VHR-doelen essentieel dat de geëxtensiverde arealen landbouwgrond en overgangszones op de *juiste plek* zullen liggen; de extensivering moet vooral in overgangszones rond Natura 2000-gebieden, die tot 2.000 meter breed zijn. Hectares grond lukraak extensiveren of een andere functie geven zal bij deze omvang niet tot voldoende doelbereik leiden.

In het natuurinclusieve scenario wordt, boven op het bestaande beleid, in totaal circa 750.000 hectare landbouwgrond anders gebruikt. Dit komt overeen met de oppervlakte van de provincies Noord-Brabant en Limburg samen; ruim 40 procent van het huidige landbouwareaal. Om de soorten en habitats van de Vogel- en Habitatrichtlijn in 2050 in voldoende mate duurzaam te kunnen laten voorkomen wordt van deze 750.000 hectare circa 100.000 omgevormd tot natuurgebied. Op de overige 650.000 hectare wordt het agrarisch gebruik geëxtensiveerd. Ruim de helft hiervan wordt in die mate geëxtensiveerd dat er geen serieuze landbouwproductiefunctie meer plaatsvindt. In dit scenario koppelt de klimaatopgave voor landgebruik al meer mee met de andere aanpassingen, zoals groen-blauwe dooradering. Een minder strikt restemissiedoel voor klimaat zou betekenen dat er op circa 50.000 hectare ruimte is voor bijvoorbeeld meer landbouw, of dat er iets minder vernatting van veenweiden nodig is. In dit scenario is de precieze locatie van de geëxtensiverde arealen landbouwgrond minder van belang dan in het intensief-technologische scenario. Dat neemt niet weg dat overgangszones van 500 meter breed rond Natura 2000-gebieden nodig zijn om in een natuurinclusief scenario een hoog doelbereik te realiseren.

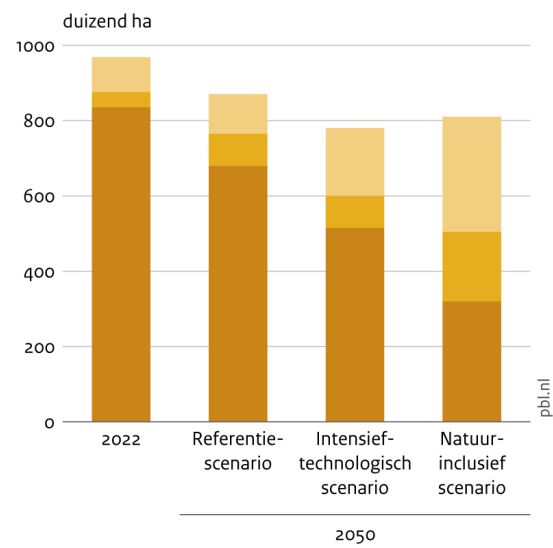
³ Het bestaande beleid betekent een uitbreiding van natuur van circa 50.000 hectare in het kader van onder andere het Natuurpact en de Bossenstrategie. Ook wordt rekening gehouden met circa 80.000 hectare aan omzetting van landbouwgrond voor bebouwing.

Figuur B.6
Landgebruik van natuur en landbouw in scenario's

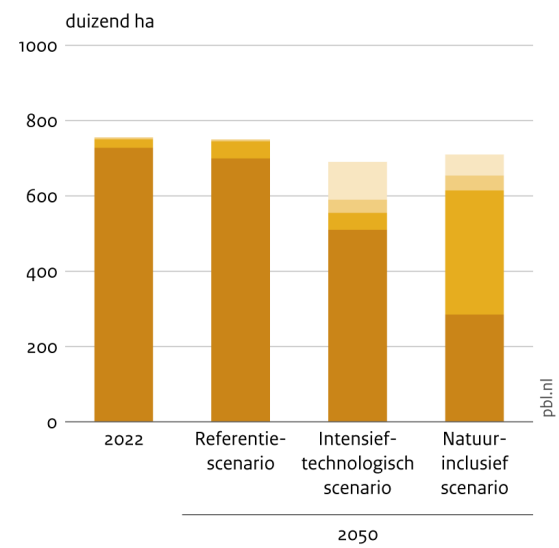
Natuur



Agrarisch grasland



Agrarisch bouwland



Bron: PBL 2025

Dit is om de stikstofdepositie in de aangrenzende Natura 2000-gebieden te reduceren en de verdroging terug te dringen in deze gebieden.

In beide scenario's is het nodig de veenweidegebieden te vernatten door het waterpeil er te verhogen. Dit om broeikasgasuitstoot door landbouw terug te dringen en de kwaliteit van de natuur te verbeteren. In het natuurinclusieve scenario gaat het om alle Nederlandse veenweidegebieden. Ook vindt vernatting plaats in de overgangszones rond natuurgebieden. Dit areaal valt samen met de geëxtensiverde arealen. Omdat er in de nieuwe natuurgebieden geen bemesting meer plaatsvindt, en doordat er op extensief gebruikte grond veel minder mest wordt uitgereden, zal – op voorwaarde dat deze locaties geografisch goed worden gekozen – de andere omgang met agrarische grond niet alleen relatief veel kunnen bijdragen aan natuurkwaliteit, maar ook aan de verbetering van waterkwaliteit.

Nog afgezien van vragen over maatschappelijke aanvaardbaarheid van een andere omgang met grond op deze schaal, roept de snelheid waarmee dit zal moeten gebeuren vragen op wat betreft de huidige uitvoeringscapaciteit van de verantwoordelijke overheden. In de afgelopen jaren kwam er gemiddeld 2.000 tot 3.000 hectare nieuwe natuur bij per jaar (CLO 2024). Als we uitgaan van de 100.000 - 150.000 hectare nieuw natuurgebied, plus het bestaande beleid, dat nodig is voor volledig doelbereik in 2050 zal dat tempo met minimaal een factor 2 tot 4 moeten toenemen, nog afgezien van de duizenden hectaren ruilgrond die nodig zullen zijn voor het kunnen verkrijgen van grond op de juiste locatie. Daarnaast ligt het voor de hand dat, afhankelijk van het scenario en het te kiezen klimaatdoel, en bovenop het bestaande beleid, tussen de 100.000 hectare en 650.000 hectare grond moeten worden afgewaardeerd om in voldoende mate te kunnen extensiveren. Op dit moment zijn voor extensivering slechts enkele honderden hectaren landbouwgrond afgewaardeerd. Ook agrarisch natuurbeheer zal veel verder moeten worden opgeschaald, waarbij met name het aandeel zware pakketten toe moet nemen. Het gebruik van beleidsinstrumenten voor agrarisch natuurbeheer zal fors moeten worden opgeschaald.

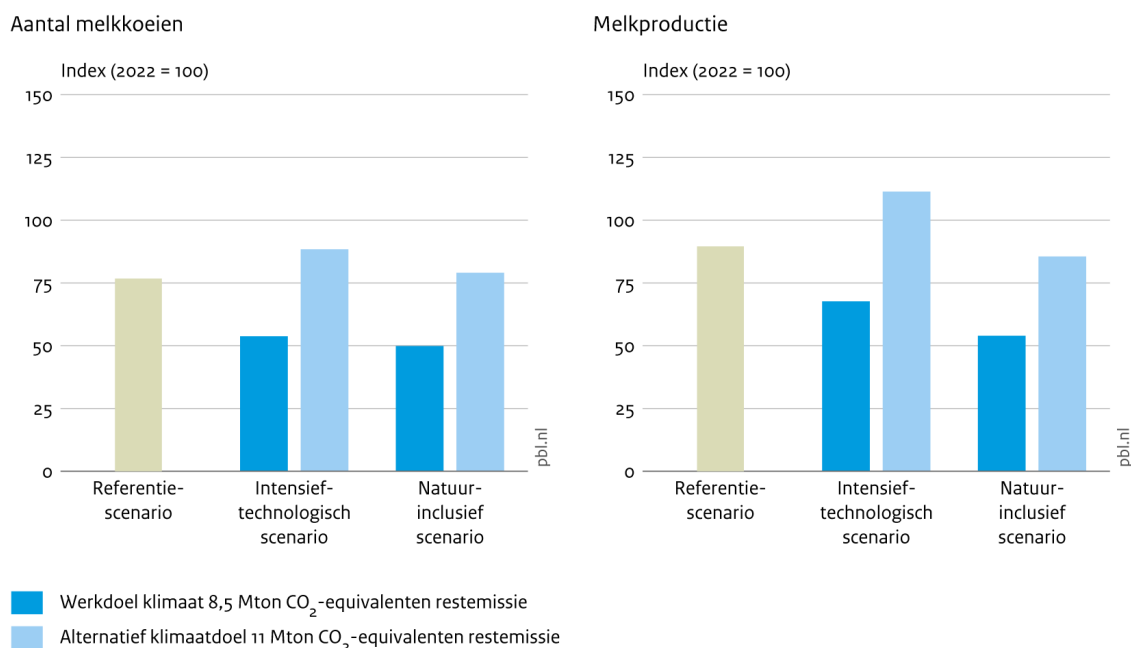
Het perspectief voor de melkveehouderij wordt met de huidige stand van de techniek sterk bepaald door het klimaatdoel

Net als dat de grondopgave wordt beïnvloed door het klimaatdoel, geldt dat ook voor de veehouderij, en in het bijzonder voor de melkveehouderij. In het Intensief-technologische scenario krimpt de melkproductie met een derde, en in het natuurinclusieve scenario met de helft. De scenario's laten zien dat bij een klimaatdoel van 8,5 megaton CO₂-equivalenten, en met de huidige stand van de techniek, de emissie van het broeikasgas methaan uit pensfermentatie – en niet ammoniakemissies – richting 2050 de meest beperkende factor kan worden voor de omvang van de melkveehouderij. Zoals hierboven al genoemd, is er nog geen politiek vastgesteld klimaatdoel voor landbouw en landgebruik in 2050. Wij gebruiken in deze verkenning een restemissie van 8,5 megaton CO₂-equivalenten als *werkd*oel. Voor de omvang van de melkveestapel spelen onze uitgangspunten voor zowel het (werk)doel voor de landbouw, als de beschikbare techniek om methaanuitstoot te mitigeren een belangrijke rol bij de geschetste krimp cijfers.

Minder krimp van de melkveestapel zou in beide scenario's mogelijk zijn door voor een minder strikt restemissiedoel voor de landbouw te kiezen. In dat geval zouden andere sectoren meer broeikasgasemissies moeten reduceren om als Nederland in 2050 netto klimaatneutraal te kunnen zijn.

Figuur B.7

Aantal melkkoeien en melkproductie in scenario's bij verschillende klimaatdoelen, 2050



Bron: PBL 2025

Een restemissiedoel van 11 megaton CO₂-equivalenten betekent in het natuurinclusieve scenario een krimp van ongeveer 20 procent in melkvee ten opzichte van 2022, en in het intensief-technologische scenario een krimp van ruim 10 procent, met nog wat grotere verschillen in melkproductie (zie figuur B.7).

Naast het restemissiedoel is het voor de melkveehouderij van belang dat we bij de doorrekening van de twee scenario's zijn uitgegaan van *in de praktijk bewezen technieken*. Dit zijn voornamelijk de additieven die worden toegevoegd aan het veevoer om methaan uit pensfermentatie tegen te gaan, en het afvangen van methaan uit mestkelders. Wanneer we verder kijken dan bewezen technieken, kan er in het intensief-technologische scenario ook gedacht worden aan techniek voor het zuiveren van methaan uit de stallucht. Deze innovaties zijn wetenschappelijk beschreven, en worden momenteel in testopstellingen toegepast in de landbouw. Als deze innovaties ook in de praktijk werken én de klimaatdoelen voor de landbouw tot normering voor melkveehouders leiden, is het aannemelijk dat de innovaties van nu in 25 jaar tijd een serieuze betekenis kunnen krijgen in de melkveehouderij. Als de methaan uit deze stallucht kan worden verwijderd met een efficiëntie van 70 procent (iets lager dan wetenschappelijk bewezen), zal methaan niet meer beperkend zijn voor de omvang van de melkveestapel. Het met de EU overeengekomen mestproductieplafond dat vanaf 2025 geldt, zal in dat geval de omvang van de melkveestapel beperken. Ook hoeven er dan geen additieven te worden toegevoegd aan het veevoer. Wél zullen koeien minder vaak in de wei kunnen staan. Bovendien zal de afname in landbouwareaal ervoor zorgen dat de plaatsingsruimte voor mest zal afnemen, en dat de beschikbaarheid van Nederlands ruwvoer (gras) een beperkende factor kan worden. Dit impliceert dat het mestoverschot bij een gelijkblijvende melkveestapel het huidige mestoverschot met 80 procent zal overstijgen. Dat zal dus zal leiden tot forse extra mestverwerkingskosten voor veehouders.

De stikstofdoelen voor 2035 worden in beide scenario's niet (op tijd) gehaald

In beide scenario's vindt een forse reductie plaats van de ammoniakemissie door de landbouw. In beide scenario's blijft in 2050 een restemissie uit de landbouw over van rond de 47 kiloton ammoniak. Dat betekent dat de ammoniakuitstoot uit de landbouw grofweg 55 procent daalt ten opzichte van de situatie in 2022. In de modellering van het PBL en de WUR is deze reductie voldoende om grofweg voor 90-95 procent de milieucondities op orde te krijgen voor een gunstige staat van instandhouding van de Nederlandse landnatuur als geheel.

Naast dit Europese VHR-doel bestaan er ook nationale stikstofdoelen. Deze doelen zijn in 2020 politiek afgesproken en wettelijk vastgelegd als reactie op het uitbreken van de stikstofcrisis in 2019. Stikstofdoelen moeten bijdragen aan de verbetering van de natuurkwaliteit van stikstofgevoelige natuur. Ze zijn uitgedrukt in hectares stikstofgevoelige natuur waarbij de kritische depositiewaarde (KDW) niet is overschreden. Het striktste stikstofdoel geeft aan dat dit in 2035 op 74 procent van alle hectares stikstofgevoelige natuur het geval moet zijn. In 2022 werd op 28 procent van de hectares gevoelige natuur de KDW niet overschreden. Doordat de stikstofdoelen geen Europese doelen zijn, maken ze geen onderdeel uit van de uitgangspunten van deze verkenning. Wel reflecteren we op het effect van de scenario's op de stikstofdoelen.

Voor deze verkenning heeft het RIVM een inschatting gemaakt van de stikstofneerslag bij een restemissie uit de landbouw van 47 kiloton ammoniak. Op basis van de ruimtelijke invulling van de twee scenario's, en op basis van de emissieramingen voor alle andere sectoren, komt de stikstofneerslag op stikstofgevoelige natuur in 2050 in de buurt van de stikstofdoelen voor 2035. Zo zou bij het natuurinclusieve scenario de stikstofneerslag in circa 60 procent van het areaal natuur onder de KDW komen. In het intensief-technologische scenario is dit 77 procent. In het intensief-technologische scenario wordt daarmee in 2050 het stikstofdoel voor 2035 gehaald. Dat de doelen voor 2035 in het intensief-technologische scenario wel worden gehaald en in het natuurinclusieve scenario niet, komt door de ruimtelijke optimalisatie in het intensief-technologische scenario. In dat scenario zorgen de relatief grote geëxtensiveerde overgangszones van 2.000 meter breed rond Natura 2000-gebieden voor een optimaal effect van de emissiereductie op de stikstofneerslag. In het natuurinclusieve scenario zijn deze stroken maar 500 meter breed en is de emissiereductie dus minder geoptimaliseerd voor de Natura 2000-gebieden.

Het roept vragen op dat het niet halen van de stikstofdoelen in 2035, en de bredere natuuropgave voor het bereik brengen van de gunstige staat van instandhouding in 2050 niet gelijk oplopen. Dat verschil komt voort uit de aard van de doelen. In deze verkenning modelleren we dat bij een breed palet aan aanpassingen in de landbouw, een brede natuuraanpak, en een restemissie van 47 kiloton ammoniak uit de landbouw, de gunstige staat van instandhouding voor de Nederlandse natuur als geheel grofweg voor 90-95 procent gehaald kan worden. Dat de nationale stikstofdoelen niet (op tijd) worden gehaald, laat zien dat het voor consistent langetermijnbeleid van belang kan zijn dat de nationale stikstofdoelen meer in lijn worden gebracht met de achterliggende Europese natuurdoelen.

Opgave intensieve veehouderij afhankelijk van gewenste mate van circulariteit

Voor de intensieve sectoren, zoals de varkens- en pluimveehouderij, geldt dat emissieopgaven een minder grote rol spelen in het eindbeeld. In deze sectoren staan de dieren over het algemeen nu al het hele jaar binnen. Hierdoor kunnen emissies beter worden gecontroleerd. In het intensief-technologische scenario krimpen deze sectoren daardoor niet verder dan in het referentiescenario in 2050. Anders dan in het intensief-technologische scenario worden in het natuurinclusieve

scenario de principes van natuurinclusieve landbouw rond het sluiten van kringlopen zo goed als mogelijk gevolgd. Dit betekent dat er voor veevoer uitgegaan wordt van circulariteit op de schaal van Noordwest-Europa. In deze verkenning definiëren we circulariteit op een Noordwest-Europese schaal. Dit impliceert dat de veevoerimport uit Zuid-Amerika wegvalt. Daarmee halveert de omvang van de intensieve sectoren. Voer zal bestaan uit reststromen uit andere sectoren en uit eiwitrijk veevoer dat geproduceerd wordt in Noordwest-Europa. Vanwege het belang van hoogwaardig eiwitrijk veevoer voor jonge biggen is het hierbij de vraag of bedrijven die biggen produceren kunnen blijven concurreren met die uit andere Europese landen.

In meer algemene zin zal de manier waarop er gekozen wordt voor circulariteit, en vooral hoe dat gedefinieerd wordt, bepalend zijn voor hoe de landbouw er uit kan zien. Dit is nog iets anders dan de vraag hoe de druk verandert die gelegd wordt op natuur en leefomgeving buiten Nederland (de 'voetafdruk'). Zolang het dieet in Europa niet verandert, kunnen vooral efficiëntieverbeteringen door techniek voor een kleinere voetafdruk zorgen. Extensivering van productie in Nederland zal bij een gelijkblijvend gemiddeld dieet voor een productietoename elders leiden. Daarbij bestaat de kans dat dit voedsel minder efficiënt geproduceerd wordt dan in Nederland. Dit kan dan zelfs tot een grotere voetafdruk leiden.

Opgave voor de akkerbouw bestaat uit extensivering, gewasbescherming blijft punt van zorg

Voor de akkerbouw is het beeld gemixt. Door de beperktere emissies van nutriënten naar de natuur speelt de akkerbouw een beperktere rol in de druk op de natuur dan de veehouderij. Maar in beide scenario's blijft de druk van gewasbeschermingsmiddelen op de natuur en waterkwaliteit naar verwachting een punt van zorg.

In het intensief-technologische scenario gaan we er in principe van uit dat precisielandbouw de norm is. Hierdoor verminderen de emissies aanzienlijk. In dit scenario krimpt het akkerbouwarreaal beperkt, waarbij de productie misschien grotendeels op peil zou kunnen blijven. In het natuurinclusieve scenario wordt de teelt van gewassen op bijna de helft van het bouwland geëxtensiverd (zie figuur B.6). Dit betekent dat het aandeel intensieve gewassen afneemt. Voor intensieve gewassen, zoals aardappel, peen, ui en suikerbiet, is veel grondbewerking nodig en er worden relatief veel gewasbeschermingsmiddelen voor gebruikt. In dit scenario worden deze gewassen deels vervangen door zogenoemde maai- of rustgewassen. Die gewassen zijn relatief gunstig voor de bodemstructuur en het organische stofgehalte, en ze vergen minder gewasbescherming. Hiernaast worden vanggewassen en groenbemesters zoveel mogelijk ingezet, om stikstofuitspoeling na het teeltseizoen te beperken. De akkerbouw leunt in dit scenario voor gewasbescherming op geïntegreerd gewasbeheer, waarbij de aandacht zich richt op robuustere teelten door middel van een gezonde bodem, hoge gewasdiversiteit, robuustere rassen, mengteelten, ruime gewasrotaties en de aanwezigheid van natuurlijke plaagbestrijders en bestuivers. Daarnaast worden er meer alternatieve rustgewassen, zoals eiwitgewassen (voor humane consumptie en veevoer) en vezelgewassen, zoals vezelvlas en hennep geteeld.

De geschetste aanpassingen zorgen in beide scenario's voor afname in het gebruik en de emissies van gewasbeschermingsmiddelen. Door het gebruik van robuustere gewassen en teelten zal het gebruik in het natuurinclusieve scenario naar verwachting iets verder afnemen. In deze verkenning kijken we naar de ecologische waterkwaliteit uit de KRW. Een onderdeel daarvan is de biologische kwaliteit, en daar hebben gewasbeschermingsmiddelen een effect op. Daarnaast bestaan er KRW-doelen rond verontreinigende stoffen, waar gewasbeschermingsmiddelen ook effecten op hebben. Door de verwachte afname in gebruik van gewasbeschermingsmiddelen zullen de KRW-doelen

naar verwachting dichterbij komen. Echter, enig blijvend gebruik van de huidige gewasbeschermingsmiddelen zal een reden zijn dat het volledig halen van de doelen naar verwachting niet zal lukken.

Om de KRW-doelen wél -in 2050- binnen bereik te brengen is ook aanpassing nodig van het toelatingsbeleid voor gewasbeschermingsmiddelen. Het huidige toelatingsbeleid hanteert namelijk minder strenge waterkwaliteitsnormen dan de KRW. Ook wordt de ontwikkeling van alternatieve laagrisicomiddelen en biopesticiden gehinderd door grote onzekerheden rond de huidige Europese toelatingseisen en langdurige toelatingstrajecten. Omdat de werkzaamheid van zulke alternatieven tegelijkertijd vaak specifieker of lager is dan bij chemische middelen is het voor de gewasbeschermingsindustrie vaak niet aantrekkelijk om dergelijke middelen voor Europa te ontwikkelen en hier op de markt te brengen. Ten slotte wordt in het toelatingsbeleid geen rekening gehouden met de *gecombineerde* blootstelling aan meerdere (chemische) middelen tegelijk. Dit kan leiden tot negatieve effecten op waterorganismen, zelfs als de norm van individuele stoffen niet wordt overschreden. Dit kan het KRW-doelbereik onder druk zetten.

Natuurbeheer blijft een voorwaarde voor doelbereik

Natuurbeheer blijft in beide scenario's nodig. De beperkte omvang van natuurgebieden in Nederland, de potentiële verdringing van beschermde soorten door natuurlijke successie, menselijke verstoring en doorgaande (milieu)druk vanuit het buitenland, zorgen ervoor dat zelfs in het natuurinclusieve scenario een technische oplossing als regulier natuurbeheer noodzakelijk blijft. Hoe wordt omgegaan met dit beheer verschilt per scenario, maar de verschillen zijn beperkt.

Zo ligt er in het intensief-technologische scenario meer nadruk op het beschermen van specifieke soorten op specifieke plekken. Op die plekken wordt de milieudruk verlaagd met technische maatregelen. Ook worden er geschikte omgevingscondities gecreëerd met technische maatregelen zoals plaggen en bekalken en terugkerend beheer zoals maaien. Ingrepen zoals boomkap in natuurgebieden zijn in dit scenario meer nodig dan in het natuurinclusieve scenario. In het natuurinclusieve scenario ligt de nadruk op het zo breed mogelijk verbeteren van de omgevingscondities voor soorten. De beheerfilosofie is om zoveel mogelijk natuurlijke condities te herstellen en zo ruimte te bieden aan natuurlijke processen en dynamiek, waardoor minder regulier beheer nodig is.

De twee scenario's presenteren een keuze tussen aan de ene kant systeemherstel als middel, en aan de andere kant systeemherstel als primair doel. In het intensief-technologische scenario zijn soorten leidend, en in het natuurinclusieve scenario zijn de soorten volgend aan de verbetering van condities. In deze verkenning zijn de scenario's gericht op het duurzaam voorkomen van soorten die voor de VHR voorwaardelijk zijn. Daardoor zal de keuze in de praktijk weinig verschil maken: specifieke soorten vereisen specifieke condities, en dus systeemherstel. De scenario's leiden wel tot een groot verschil in het voorkomen van algemene soorten. In het natuurinclusieve scenario leidt de nadruk op systeemherstel in combinatie met groen-blauwe dooradering tot een groter herstel van algemene, of niet-VHR-soorten.

Er bestaat geen 'silver bullet'; doelbereik vraagt vaak heel specifieke aanpassingen

Uit de scenario's blijkt dat er geen *silver bullet* bestaat; één aanpassing waarmee de doelen voor een groot deel gehaald kunnen worden. De reden is dat bij alle doelen drukfactoren en emissiebronnen meespelen die vaak heel specifieke aanpassingen vereisen. Voor het doel voor waterkwaliteit zijn zowel inzet op de reductie van nutriënten in oppervlaktewateren nodig als verbetering van de

inrichting, als een reductie van gewasbeschermingsmiddelen – en daarmee naast allerlei fysieke aanpassingen in landbouw- en waterbeleid ook aanpassing van het toelatingsbeleid voor gewasbeschermingsmiddelen. Deels is er synergie te vinden tussen aanpassingen. Zo is zonering (het creëren van overgangszones tussen landbouw- en natuurgebieden) een aanpassing die juist meerdere factoren van meerdere doelstellingen tegelijkertijd kan ondervangen. En er is uitruil tussen aanpassingen mogelijk: voor klimaat kan de doelstelling op restemissies uit landgebruik bijvoorbeeld worden behaald door meer veenvernatting óf meer herbebossing.

De scenario's bieden ook een *reality-check* voor de (beperkte) potentie van aanpassingen die in het maatschappelijk debat regelmatig de revue passeren. Een grootschalige omschakeling naar natuurinclusieve vormen van landbouw kan veel maatschappelijke belangen dienen, maar is niet de meest effectieve manier om de VHR-doelen te bereiken. Daarvoor is natuuruitbreiding nodig, en dat vraagt hoe dan ook ruimte, onafhankelijk van of er voor een natuurinclusieve aanpak wordt gekozen. Ook louter technische oplossingen kunnen nooit tot volledig doelbereik leiden. Hooguit kunnen ze een bijdrage leveren aan de oplossing van specifieke problemen, bijvoorbeeld voor de emissies van stallen. Hetzelfde geldt voor krimp van de veestapel: dat leidt in isolement niet tot het binnen bereik brengen van het natuurdoel. Veel maatschappelijk voorgestelde ideeën kunnen dus puzzelstukjes zijn, maar het binnen bereik brengen van de doelen vraagt het leggen van een grote complexe puzzel waarbij veel deelproblemen om specifieke deeloplossingen vragen.

Samenvattend: toewerken naar een nieuwe balans tussen landbouw en natuur vraagt een breuk met het verleden

Samengenomen is de opgave om de drie doelen binnen bereik te brengen historisch in omvang te noemen. Beide scenario's impliceren op verschillende vlakken een breuk met de ontwikkelingen van de afgelopen 25 jaar. In de scenario's zal het tempo van natuuruitbreiding met een factor 2 tot 4 moeten toenemen. De milieuefficiëntie – de uitstoot per eenheid product – dient vooral in het intensief-technologische scenario sneller te verbeteren, terwijl dat tempo in de laatste kwarteeuw juist vertraagde. Afhankelijk van het te kiezen klimaatdoel, en de mate waarin innovatieve technieken effectief worden ingezet zal de veestapel met percentages krimpen die Nederland na de Tweede Wereldoorlog nog niet meemaakte. Het oppervlak aan extensieve landbouw vraagt om een enorme opschaling. Dat vergt een afwaardering van die landbouwgrond, maar ook een maatschappij die bereid is om, via de markt of via de overheid, voor die diensten te betalen. En linksom of rechtsom zal na jaren van daling het percentage van het bbp dat Nederland uitgeeft aan natuur en landelijk gebied fors moeten stijgen.

Het realiseren van de eindbeelden uit de scenario's vraagt daarom om 'sturend vermogen' van overheid, marktparijen én samenleving. En juist op dat vlak zal de belangrijkste trendbreuk moeten worden gerealiseerd. Ondanks verwoede pogingen in de afgelopen jaren om weer opnieuw richting te geven aan het landelijk gebied – denk bijvoorbeeld aan de term kringlooplandbouw of aan het Nationaal Programma Landelijk Gebied – kenmerkt de afgelopen kwarteeuw zich vooral als een tijdperk waarin publiek sturingsinstrumentarium is afgebouwd. Geïstitutionaliseerde publiek-private samenwerkingsverbanden zoals de productschappen zijn afgebouwd. Publieke uitvoeringsorganisaties zoals voor landbouwvoorlichting, of ruilverkaveling zijn op afstand geplaatst of opgeheven. In combinatie met een steeds kleiner deel van het nationaal inkomen dat aan natuur- of landbouwontwikkeling wordt uitgegeven zorgt dit niet alleen voor minder capaciteit en expertise bij de overheid om gekozen doelen tot uitvoering te brengen, maar ook voor minder vermogen om tot collectief breed gedragen en bindende afspraken te komen rondom gedeelde belangen.

De scenario's vergen elk op hun eigen manier – op het gebied van ruimtelijke ordening en inrichting, innovatiebeleid en herverdeling – prestaties van de overheid, marktpartijen, financiers, de samenleving en de agrarische sector. Het realiseren van de grootscheepse veranderingen van de scenario's vergt een lange adem. Die verandering is alleen plausibel onder voorwaarden van stabiliteit en maatschappelijke aanvaardbaarheid van de consequenties.

Maatschappelijke consequenties: tussen het behoud van de Nederlandse agropositie en meer verwevenheid met de natuur

Beide scenario's leiden tot eindbeelden van een veel groener en schoner Nederland. Zoals hiervoor geschetst zitten de grote verschillen tussen de scenario's in de aanpak, maar daarmee ook in de maatschappelijke consequenties. We bespreken hier de effecten van de scenario's op de agrarische sector, op het landschap, en op het type natuur dat baat heeft bij de aanpassingen.

Een natuurinclusief scenario biedt meer verwevenheid van landbouw en natuur, grotere populaties van algemene planten- en diersoorten, en meer ruimte voor landschap en cultuurhistorie

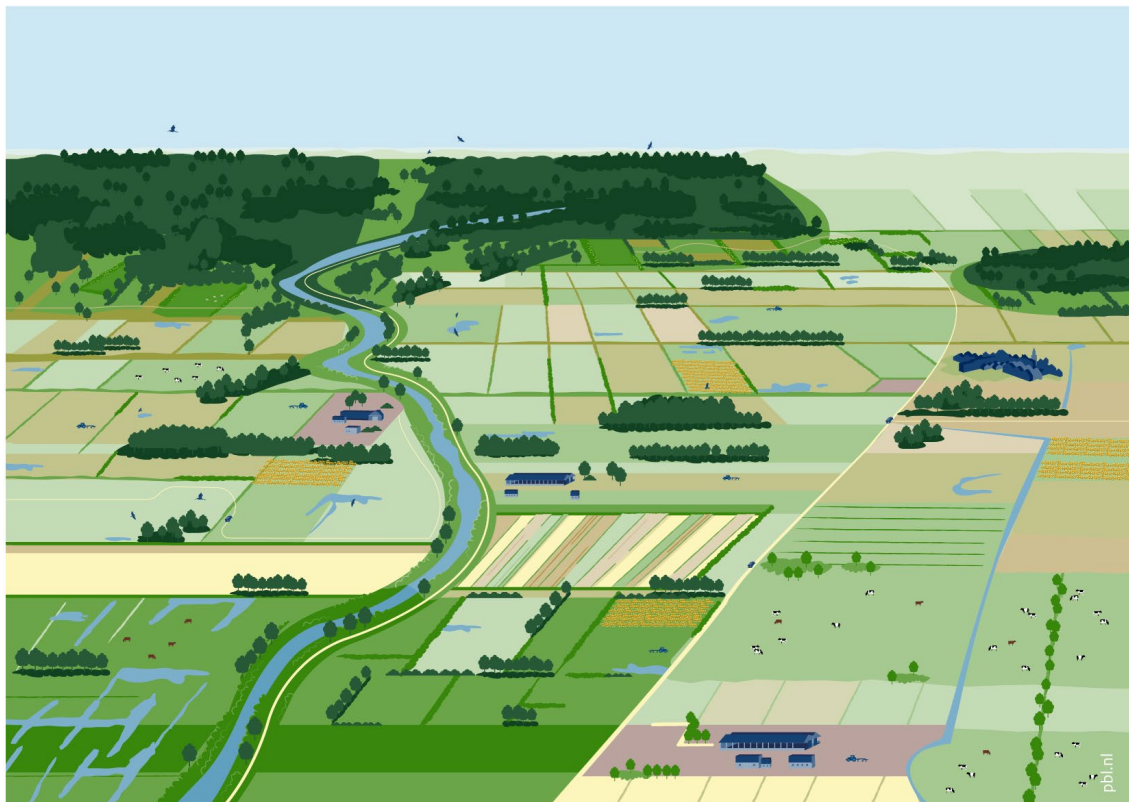
In het natuurinclusieve scenario komt er 100.000 hectare natuurgebied bij. Ruim 40 procent van het landbouwareaal zal extensiever gebruikt worden, en veel meer dan nu bijdragen aan de natuurkwaliteit. Onderdeel daarvan is een sterke uitbreiding van groen-blauwe dooradering. Het agrarisch landschap zal daardoor op veel meer plekken verrijkt worden met natuurlijk groen en landschapselementen als heggen en houtwallen. Er zal op deze arealen minder tot fors minder mest worden aangewend, en de grondwaterstand zal op veel plekken hoger zijn, waaronder in alle veenweidegebieden en rond natuurgebieden. Dit zal grote delen van het agrarisch landschap een ander, natuurlijker aanzien geven. Ter vergelijking: in het intensief-technologische scenario zal dit voor ruim 15 procent van het huidige landbouwareaal gelden. Dit betekent dat in het natuurinclusieve scenario de samenleving veel meer zogenoemde ecosystemendiensten kan verwachten van het landgebruik dan bij de intensief-technologische voorkeursrichting. Zo zal er meer natuurlijke plaagbestrijding zijn, er zal meer regenwater gebufferd kunnen worden in natte tijden. Grotere delen van Nederland zullen minder snel last hebben van droogte, en er zal meer ruimte zijn voor recreatie en groene beleving, vaak dichterbij huis.

Ook in het intensief-technologische scenario zullen er meer ecosystemendiensten geleverd kunnen worden, er meer natuurinclusiviteit zijn, meer extensieve overgangsgebieden bestaan, en ook meer algemene planten- en diersoorten profiteren dan in het huidige Nederland. Op punten zal dit wel beduidend minder zijn dan in het natuurinclusieve scenario.

In het natuurinclusieve scenario zal er fors minder ruimte zal zijn voor intensief agrarisch gebruik. Glastuinbouw kan als gesloten systeem zonder emissies en met een geringe ruimtevraag wel blijven bestaan. Doordat kringlopen circulair worden en veevoer dus niet meer uit Zuid-Amerika wordt geïmporteerd, halveert de intensieve veehouderij in omvang (varkens en pluimvee). Als dit niet in EU-verband plaatsvindt, is het vanuit concurrentieoogpunt de vraag of alle bedrijfstakken in de varkenshouderij kunnen blijven bestaan. Doordat bij deze voorkeursrichting in de melkveehouderij geen versnelde uitbreiding zal plaatsvinden van emissiearme stallen, zal het grootste deel van de benodigde emissiereducties plaatsvinden via krimp van de melkveestapel. Dit zal grofweg leiden tot een halvering van de melkveestapel en melkproductie.

Figuur B.8

Impressie van natuurinclusief scenario in 2050, in vogelvlucht



Bron: PBL, DPI

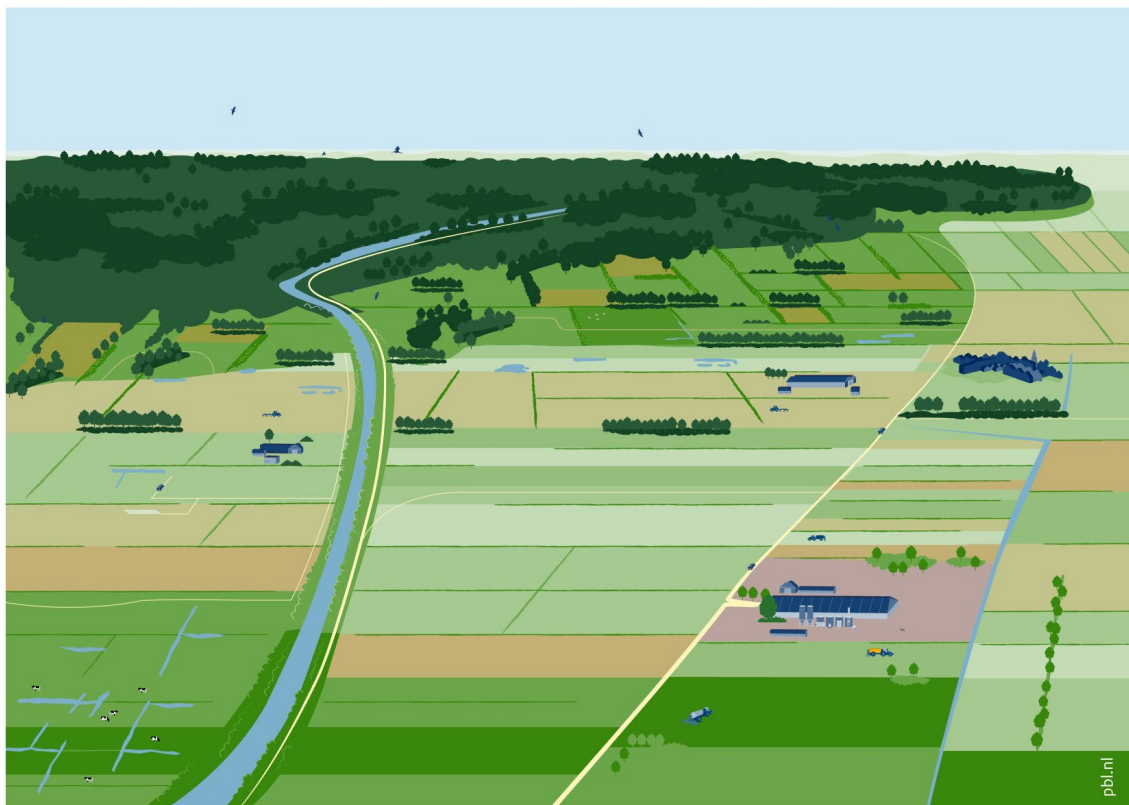
Door de ooghalen heen gezien zal de rol van de Nederlandse landbouw zich bij deze voorkeursrichting kunnen ontwikkelen richting de rol die de landbouw heeft in een land als Oostenrijk of delen van Engeland: grofweg de helft van de huidige Nederlandse veestapel, fors extensiever gebruik van landbouwgrond. Soms zal het houden van vee zoals in veel Oostenrijkse berggebieden meer een natuurbeheerfunctie hebben dan een serieuze productiefunctie, waarbij er fors meer subsidie gaat naar het platteland. Dit zal ook tot een handelsbalans leiden voor landbouwproducten die gaat lijken op die van een land als Oostenrijk, en daarmee beduidend minder positief zal zijn dan de huidige Nederlandse handelsbalans voor landbouwproducten. De export van Nederlandse landbouwproductie zal nog maar beperkt zijn. Voor specifieke sectoren is het de vraag of het agrocluster van toeleverende en afnemende bedrijven rond de primaire productie zijn omvang en internationaal toonaangevende rol kan behouden (Berkhout et al. 2025).

Intensief-technologisch scenario: productiviteit blijft grotendeels behouden; afgescheiden natuurgebieden

Bij de intensief technologische voorkeursrichting zal wat betreft areaal en het gebruik van nutriënten meer ruimte blijven voor landbouwproductie. Door productiviteitsgroei kan de landbouwproductie in algemene zin redelijk op peil blijven. Alleen voor de melkveehouderij zal een klimaatdoel van 8,5 megaton CO₂-equivalenten bij de huidige stand van de techniek leiden tot bijna een halvering van de veestapel, waarbij de melkproductie overigens beduidend minder zal krimpen. Indien de politiek kiest voor een wat ruimer klimaatdoel voor de landbouw van 11 megaton – of als innovaties in methaanzuivering uit stallucht hun belofte voor een groot deel

Figuur B.9

Impressie van intensief-technologisch scenario in 2050, in vogelvlucht



Bron: PBL, DPI

weten waar te maken – hoeft de melkveestapel maar heel beperkt te krimpen en zal de melkproductieomvang zelfs kunnen toenemen. Naast de 150.000 hectare extra natuurgebied, bovenop de nu al geplande uitbreiding, zal met name in de brede overgangszones rond natuurgebieden een sterke verwevenheid bestaan met natuur. Extensivering is dus nodig voor volledig doelbereik, op zo'n 5 tot 10 procent van het huidige landbouwareaal, afhankelijk van het klimaatdoel. De productiviteit zal doorgroeien, en bij een iets kleinere omvang van het aantal dieren en een kleiner areaal zal de exportpositie grofweg op peil kunnen blijven. Koeien zullen minder vaak in de wei staan. Voor de intensieve sectoren zal de emissiearme staltechniek verder ontwikkelen, maar vanwege het gesloten karakter van deze sectoren verandert er in het overall beeld niet heel veel. Door het kleinere areaal grasland en bouwland zal er fors minder mest kunnen worden aangewend. Dit zal tot een blijvend mestoverschot leiden, wat vanwege hoge verwerkingskosten zal blijven drukken op het inkomen van veehouders.

Perspectief voor de landbouw: tussen subsidiëren voor het leveren van maatschappelijke diensten en schaalvergroten op eigen kracht

In beide scenario's zal de druk op het verdienvermogen van boeren toenemen. Er worden investeringen gevraagd in zaken die niet direct leiden tot een groter boereninkomen of een efficiëntere bedrijfsvoering. Wanneer er in de omringende landen geen normen worden aangescherpt rond emissiereducties, extensivering, of anderszins wordt aangestuurd op het verkleinen van de veestapel, zal de concurrentiepositie van de gemiddelde Nederlandse boer ten opzichte van boeren in omringende landen verslechteren.

In het natuurinclusieve scenario betekent dit dat er met fors minder opbrengsten per hectare een bedrijf gerund moet worden dat nog altijd dezelfde vaste kosten heeft voor onder andere machines, stallen en grond. Voor grondgebonden bedrijven geldt dat wanneer opbrengsten per hectare dalen het in de rede ligt dat op termijn ook de grondprijzen zullen dalen, wat op termijn ook de vaste kosten van een bedrijf zou kunnen verlagen. Gezien de lopende leningen heeft dit op korte termijn echter weinig effect op de vaste kosten van een bedrijf. Daarbij zal de vraag naar grond in eerste instantie eerder toenemen dan afnemen – zeker gezien de hoeveelheid landbouwgrond die een natuurfunctie zal moeten krijgen. Bovendien bestaat de mogelijkheid dat speculatie met landbouwgrond de grondprijzen hoog zal houden. Het is daarom bedrijfseconomisch lastig voorstelbaar hoe de bedrijfsvoering van grondgebonden bedrijven bij een natuurinclusieve voorkeursrichting uit zal kunnen zonder het (met publieke middelen) afwaarderen van de grond.

Gezien de relatief zeer beperkte omvang van huidige nichemarkten voor (gecertificeerde) landbouwproducten met een natuurinclusieve productiemethode en de daarbij horende trends in vraag en aanbod, is het tevens lastig voor te stellen dat deze nichemarkten zich dermate zullen opschalen dat de meerkosten per kilo product uit de markt gehaald kunnen worden. Gegeven de Europese schaal van de markt, waarbij er in de rest van Europa niet dezelfde eisen gesteld worden als in de natuurinclusieve voorkeursrichting, zal het niet aannemelijk zijn dat boeren de meerkosten per kilo product zullen kunnen doorrekenen aan de consument. Om diezelfde reden is het ook niet de verwachting dat consumentenprijzen sterk zullen stijgen. Het ligt in het natuurinclusieve scenario voor de hand om boeren te subsidiëren, grond af te waarderen, of via een andere route te betalen voor de groene diensten die boeren in deze voorkeursrichting zullen leveren aan de samenleving (Berkhout et al. 2025). Wat hierbij opvalt is dat een land als Oostenrijk relatief veel extensieve landbouw heeft, maar ook relatief veel middelen daarvoor ontvangt uit de pijler voor plattelandsontwikkeling van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid in de periode 2023-2027. Oostenrijk heeft grofweg 40 procent meer landbouwgrond dan Nederland en een veestapel die de helft kleiner is, maar het jaarbudget was met 520 miljoen euro circa 7 maal hoger dan het jaarbudget van Nederland (73 miljoen euro).

Ook bij een intensief-technologisch scenario zullen er kosten gemaakt moeten worden om emissies te reduceren. Net als in het natuurinclusieve scenario is het gezien de Europese markt niet aannemelijk dat deze kosten kunnen worden doorberekend aan de consument. Echter, in dit scenario is wel aannemelijk dat het sterkste deel van de agrarische bedrijven de meerkosten kunnen terugverdienen door efficiënter te werken. Ook hier zorgt dit er voor dat consumentenprijzen niet zondermeer zullen stijgen. Het deel van de bedrijven dat niet efficiënter zal kunnen werken zal stoppen, wat de blijvers kansen biedt om hun schaal te vergroten en efficiënter te werken. Doordat landbouwgrond een natuurfunctie zal krijgen, zal landbouwgrond schaarser worden dan nu. Grondprijzen zullen sneller dan voorheen stijgen, wat de productie duurder zal maken en de schaalvergroting nog verder zal aanjagen. Zonder flankerend beleid zal deze voorkeursrichting tot een versnelde afname in bedrijven leiden, en een sprong in schaalvergroting. In veel gebieden zal de traditionele, internationaal gezien relatief kleinschalige Nederlandse veehouderij plaatsmaken voor geconcentreerde productiecentra, wat leidt tot een duidelijke herverdeling van werkgelegenheid en een concentratie van kennis en kapitaal (Berkhout et al. 2025).

Een staatscommissie voor landbouw, natuur en leefomgeving?

De scenario's laten zien dat Nederland linksom of rechtsom in 25 jaar tijd veel groener kan, maar ze laten ook de historisch grote omvang van de opgave zien. Die opgave betekent enorme stappen in nieuwe natuur, extensivering, de uitrol van techniek en het sturende vermogen van markt, maatschappij en overheid om dat te implementeren. 25 jaar is echter een tijdspanne die ruimte biedt voor innovatie, gebiedsgericht maatwerk, en een aanpak die rekening houdt met natuurlijk verloop in de landbouwsector. Bovenal biedt die tijd ruimte voor weloverwogen bedrijfskeuzes die passen bij de gebruikelijke investeringstermijnen in de landbouw. Dit maakt dat er goede redenen zijn om tijdig politieke keuzes te maken over welke route Nederland kiest. Daarbij hoeft de politieke keuze nadrukkelijk niet óf het ene scenario óf het andere scenario te zijn. Met beide scenario's schetst het PBL de hoekpunten die de politieke keuzeruimte opspannen. Er kan voor een combinatie van beide scenario's worden gekozen. De politiek kan zoeken naar een middenweg die de doelstellingen recht doet, tegemoet komt aan een breed palet van maatschappelijke wensen, en op draagvlak kan rekenen. Maakt Nederland die keuze niet, dan zal dat tot terugkerende incidenten leiden, het telkens niet halen van wettelijke doelen, mogelijk meer rechtszaken, maar bovenal het ontbreken van stabiel en betrouwbaar beleid dat juist zo cruciaal is voor de natuur én het toekomstperspectief voor agrarische ondernemers.

Het maken van die keuze betekent ook dat er gewerkt zal moeten worden aan de uitvoeringscapaciteit van het landbouw- en natuurbeleid. Veel uitvoeringscapaciteit rond het landbouwbeleid is de afgelopen decennia juist afgebouwd. De productschappen zijn verdwenen, en landbouwvoorlichting is hoofdzakelijk iets geworden van de toeleverende industrie. Daarbij signaleerde de OECD dat ook de innovatie in de Nederlandse landbouw de laatste decennia is teruggelopen. Met andere woorden, de opgave is ongekend groot, maar de capaciteit om die waar te maken is alleen maar afgenomen. Daarbij heeft de politiek de laatste jaren niet laten zien het complexe vraagstuk van landbouw en natuur te kunnen temmen tot een breed gedragen toekomstbestendige politieke koers. De technische complexiteit van het vraagstuk, het huidige gepolitiseerde karakter van landbouw en natuur, en de vele deelbelangen maken dit begrijpelijk. Het maakt ook dat het PBL zich afvraagt of deze politieke koersbepaling niet zou moeten worden voorbereid door een staatscommissie voor landbouw, natuur en leefomgeving. De recente geschiedenis heeft laten zien dat politieke besluitvorming rond grote nationale belangen en complexe materie, zoals staatkundige vernieuwing (Commissie Remkes 2017), langetermijnkwesties als demografie (Commissie van Zwol 2024), of de overstromingsveiligheid van Nederland (Commissie Veerman 2008), gebaat waren bij het instellen van een staatscommissie.

Staatscommissies: bijzondere arrangementen voor specifieke maatschappelijke problemen

Gezien het nationale belang van robuuste Nederlandse natuur en een gezonde leefomgeving én het mogelijk nationale belang van een vitale agrosector in een wereld met onzekere geopolitieke verhoudingen, doet zich een situatie voor die zich in de geschiedenis vaak leende voor het instellen van een staatscommissie (Kerkhoff & Martina 2015; Kerkhoff 2019; Boezeman et al. 2013; Van der Steen et al. 2018). De suggestie van een staatscommissie op het terrein van landbouw, natuur en leefomgeving is ook niet nieuw (bijvoorbeeld Veerman & Fresco 2019; Rli 2025; Poppe, Veerman & Van der Weijden 2025). Een verschil met eerdere voorstellen is dat uit de resultaten van deze verkenning heel concrete argumenten volgen om een staatscommissie in te richten. Voordat we die

specifieke argumenten schetsen waarom een staatscommissie zou kunnen passen bij de problematiek waar de landbouw, natuur en leefomgeving mee kampen, schetsen we eerst in algemene zin wat een staatscommissie eigenlijk is.

Staatscommissies zijn niet zomaar commissies: het zijn wettelijk verankerde commissies die zo af en toe in de geschiedenis worden ingesteld om te adviseren over technisch complexe, politiek gevoelige en maatschappelijk omstreden onderwerpen. Vaak zijn dit onderwerpen die raken aan duidelijke nationale belangen, niet zelden voor de langere termijn. Vaak zijn de leden van deze commissies geworteld in zowel de nationale politiek als in de wetenschap en de praktijk. Mits goed gekozen zijn de leden in staat om samen een uitvoerbare koersbepaling te adviseren, die zowel wetenschappelijk onderbouwd is als breed gedragen wordt door maatschappij en politiek (Bijker, Bal & Hendriks 2009). Een staatscommissie staat op enige afstand van de politiek en de direct getroffen. De commissie kan op basis van normatieve wensen en gedegen kennis van zaken taboes doorbreken en een richting aan de politiek voorstellen voor het oplossen van complexe vraagstukken, ook als die voor specifieke belangen pijnlijk zijn.

De argumenten voor het instellen van een staatscommissie volgen uit deze verkenning

Uit deze verkenning volgen een viertal redenen waarom een staatscommissie zou passen bij de aard van de problematiek rond landbouw, natuur en de leefomgeving:

1. **Politieke tegenstellingen overbruggen.** Historisch gezien is de opgave ongekend groot om de doelen voor natuur, water en klimaat te halen. Hierbij spelen veel onderling gerelateerde belangen. Ook de politieke tegenstellingen waren de afgelopen jaren groot. Bij het halen van de doelen komen mogelijk pijnlijke consequenties kijken voor (een deel van) de direct betrokken partijen. Het is de laatste jaren duidelijk geworden dat een afweging over de toekomst van het landelijk gebied lastig tot stand komt in een politiek turbulente context rond de landbouw. Een staatscommissie kan een derde weg adviseren en stelt partijen daarmee in staat om voorbij hun gepolariseerde standpunten te stappen (zie bijvoorbeeld de Staatscommissie Demografische Ontwikkeling 2050 in 2024).
2. **Compromissen voorbereiden voor complexe vraagstukken voor de lange termijn.** De opgave om de waterkwaliteit te verbeteren, de klimaatschade te beperken en de natuur te herstellen is niet alleen groot, maar ook technisch complex. In een normale politieke onderhandeling, hoe vakkundig ook, zal het lastig zijn in één keer tot een compromis te komen waarmee de drie doelen binnen bereik komen. Daarvoor kent het vraagstuk simpelweg te veel afhankelijkheden, variabelen en deelonderwerpen. Of het nu gaat over de toekomst van aardappelteelt, de omvang van de melkveehouderij, de uitbreiding van specifiek leefgebied voor soorten, de rol van gewasbeschermingsmiddelen in waterkwaliteit, of een andere omgang met agrarische grond: in de politieke onderhandeling zal voor elk voorstel voor verandering in kaart moeten worden gebracht hoe groot de (negatieve) bijdrage is aan de nationale belangen en wat de afstand nog is tot de doelen. Uit de geschiedenis blijkt dat juist staatscommissies bij uitstek goed zijn in het organiseren van deze delicate afwegingen over een technisch complex onderwerp met veel deelbelangen.
3. **Accommoderen van maatschappelijke belangen en oplossingsrichtingen.** Deze verkenning laat zien dat er een waaier aan maatschappelijke deelbelangen geraakt kan worden. Behalve om de doelen rond natuur, klimaat en water gaat het ook om geopolitieke overwegingen, de positie van de landbouwsector of het landelijk gebied als verblijfsruimte. Specifieke deelbelangen kunnen via allerlei routes de delicate processen van inventarisatie, afweging en doorrekening (onbedoeld) dwarsbomen. Door de

koersbepaling onder te brengen in een staatscommissie kan dit worden voorkomen. Dat wil overigens geenszins zeggen dat deze deelbelangen buiten het werk van een staatscommissie moeten worden gehouden. Uit de recente geschiedenis blijkt ook dat staatscommissies strategisch goed kunnen zijn in het inventariseren van wat er maatschappelijk aan belangen en ideeën leeft. Zo ging de Commissie Veerman in 2008 uitgebreid in op het door de premier en het innovatieplatform gesteunde idee om eilanden voor de kust aan te leggen, om er goed onderbouwd over te adviseren daar van af te zien (zie Boezeman et al. 2013).

4. **Ontbrekende institutionele voorwaarden op orde krijgen.** Tot slot blijkt uit hoofdstuk 4 van deze verkenning dat veel van de institutionele voorwaarden niet op orde zijn voor een daadwerkelijke koersverandering richting doelbereik. Denk hierbij aan de benodigde uitvoeringscapaciteit die nog niet bestaat, het belang van een nieuw richtinggevend ruimtelijk planconcept en langjarige financieringsconstructies om al die veranderingen te betalen. Staatscommissies hebben eerder juist die ontbrekende voorwaarden op orde gekregen via hun voorstellen. Dit lukt in een staatscommissie vaak zonder politiek verzeild te raken in details over het eindbeeld. Zo is de Commissie Veerman in 2008 succesvol geweest om de institutionele voorwaarden te regelen voor overstromingsveiligheid op de lange termijn (Boezeman et al. 2013). Doordat de commissie een wettelijk verankerd Deltafonds adviseerde, met wettelijk verankerde Deltabeslissingen door een Deltacommissaris, kon het nationale belang van overstromingsveiligheid ook voor de lange termijn gegarandeerd worden, ook omdat het thema op enige afstand werd geplaatst van de dagelijkse politieke aandacht.

Tekstkader: Het landbouwakkoord

Zeven jaar geleden deed het PBL in de studie 'Naar een wenkend perspectief voor de Nederlandse landbouw' de suggestie van het komen tot een landbouwakkoord (PBL 2018). Het PBL analyseerde toen dat het landbouwbeleid al decennia lang gedepolitiseerd was, dat de politieke besluitvorming over landbouw zich beperkte tot het oplossen van incidenten en dat het daarmee een politiek van de 'onderhoudssfeer' was (PBL 2018). Om tot structurele keuzes te komen in deze gedepolitiseerde context deed het PBL de suggestie tot een akkoord te komen waarin de belangrijkste betrokken partijen afspraken zouden maken over een nieuwe koers voor de landbouw.

Toen er vijf jaar later daadwerkelijk aan een landbouwakkoord werd gewerkt, was het maatschappelijk tijdsgewricht al onherkenbaar veranderd ten opzichte van 2018. De PAS-uitspraak van de Raad van State uit 2019 had voor een enorme hoeveelheid maatschappelijke onrust en politieke brandstof gezorgd, wat de ruimte om met alle betrokken partijen tot een compromis te komen sterk verkleinde. Bovendien had de Raad van State de politieke tegenstellingen ook juridisch op scherp gesteld met mogelijk verregaande consequenties voor individuele betrokkenen. Voor een deel van de partijen aan tafel werd dit onderhandelen met de rug tegen de muur. Het landbouwakkoord liep stuk.

Zeven kernkeuzes voor de politiek-maatschappelijke koersbepaling

Uit de verkenning volgt dat er een zevental kernkeuzes zijn die bepalend zullen zijn voor de politiek-maatschappelijke koersbepaling:

1. Wat is de gewenste rol van de landbouw en de natuur in het Nederland van 2050?

De centrale vraag voor de politiek-maatschappelijke koersbepaling is wat de gewenste rollen van de landbouw en de natuur in Nederland zijn in 2050. Deze vraag gaat enerzijds over het nationale belang van de landbouwsector. Daarbij zijn zaken van belang als de bijdrage die de sector zou kunnen leveren aan voedselzekerheid in Europa, het belang dat aan het Nederlandse agrocluster en de daarbij horende innovatie wordt gehecht, en de betekenis die de sector heeft voor de Nederlandse economie en geopolitieke positie. De doelen voor natuurkwaliteit, waterkwaliteit en klimaatmitigatie kunnen in 2050 binnen bereik komen met behoud van een aanzienlijk deel van de huidige landbouwproductie. Daarvoor zijn de succesvolle uitrol van technische maatregelen rond stallen nodig, grootschalige natuuruitbreiding, en brede overgangszones rond natuurgebieden. Bij die keuze kunnen overigens ook afwegingen gemaakt worden die betrekking hebben op specifieke bedrijfstakken in de landbouw. Sommige bedrijfstakken die een grote druk leggen op de natuur en waterkwaliteit hebben maar een beperkte toegevoegde waarde, waar andere bedrijfstakken een veel belangrijkere rol spelen in de economie, rond innovatiekracht, of bij de strategische positionering van Nederland in de wereld.

De vraag wat de rol van de Nederlandse landbouw moet worden, kan niet los gezien worden van de vraag welke rol *de natuur* in Nederland zou moeten hebben. Het debat over het natuurbeleid hinkt al jaren op twee gedachten, waarbij tot nu toe de sterke focus op Natura 2000, de VHR-doelen en het Natuurnetwerk Nederland de hoofdrol is blijven spelen. De beleidsstrategie van ‘vergroten, versterken en verbeteren’ van het natuurnetwerk heeft geleid tot de kritiek van technocratisering van het natuurbeleid, een sterke scheiding tussen natuurgebieden en landbouw, en een zorg dat hiermee de afstand tussen maatschappij en natuur in de loop der jaren is toegenomen (Buijs & Boonstra 2020; Aarts & Leeuwis 2024). Het alternatief is een natuurbeleid dat meer inzet op natuurinclusieve ontwikkeling, waarbij er meer aandacht is voor het verweven van functies en voor natuur buiten natuurgebieden. Een keus voor doelbereik via de concentratie van natuur in natuurgebieden betekent impliciet dat de natuur in de directe leefomgeving van veel mensen minder zal verbeteren dan in een situatie waarin natuur een sterke lokale, maatschappelijke rol wordt toegedicht.

De keuze is niet zwart of wit. Er zijn tussenvormen denkbaar waarmee de doelen ook gehaald worden en die leiden tot een nieuwe balans tussen landbouw en natuur. En er zullen wellicht ook regionaal verschillende accenten de boventoon kunnen voeren. Het zal daarbij de kunst zijn een keuze te maken die zowel recht doet aan de maatschappelijke zorgen en belangen, als ook de Europese doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat binnen bereik brengt.

2. Aan welk klimaatdoel moeten landbouw en landgebruik voldoen in 2050?

De tweede kernvraag gaat over de bijdrage die landbouw en landgebruik zullen moeten leveren aan het verkleinen van de broeikasgasemissies en het daarmee halen van de Europese klimaatdoelen voor 2050. De Nederlandse overheid heeft nog geen keuze gemaakt welke sectoren hoeveel zullen moeten bijdragen aan de benodigde emissiereducties. In dit verdelingsvraagstuk zullen landbouw en landgebruik een speciale rol hebben. Dit komt omdat anders dan bijvoorbeeld bij de sector

mobiliteit een klimaatneutrale landbouw niet bestaat, zelfs niet bij een volledig plantaardige productie. Dit betekent dat er altijd uitgegaan zal moeten worden van restemissies uit de landbouw.

Anders dan in een bosrijk land als Zweden, levert ook de rest van het landgebruik in Nederland netto broeikasgasemissies op. De huidige bossen leggen te weinig CO₂ vast om de emissies uit veengronden te compenseren, laat staan de emissies uit de landbouw. Dit betekent dat er bij het verdelen van de emissiereductieopgaven een keuze gemaakt moet worden welke restemissie er toegestaan wordt aan de Nederlandse landbouw.

Op Europees niveau moet er nog besloten worden of er ook *tussen* Europese lidstaten emissies uitgeruild kunnen worden. In eerdere berekeningen van het PBL is er van uitgegaan dat dit niet zou kunnen. Bij die berekeningen bleek dat een restemissie van tussen de 8,5 en 11 megaton CO₂-equivalenten past binnen een scenario waarbij Nederland in 2050 een netto klimaatneutrale samenleving heeft -dus zonder emissies te hoeven uitruilen met andere lidstaten. Zoals eerder aangegeven is dit ook de bandbreedte waar we in deze verkenning vanuit zijn gegaan. De keuze tussen 8,5 of 11 megaton maakt echter een groot verschil voor met name de melkveehouderij, maar ook voor andere Nederlandse sectoren. Die zullen bij een keuze voor 11 megaton restemissie uit de landbouw meer moeten doen aan hun emissies dan bij een restemissiedoel van 8,5 megaton. Voor landgebruik gebruiken we een bandbreedte tussen de 0,3 en 1,2 megaton CO₂-equivalenten waarbij wij in deze verkenning uit zijn gegaan van een werkdoel van 0,3 megaton CO₂-equivalenten. Ook hier geldt dat een hoger restemissiedoel de omvang van de grondopgave met 75.000 hectare vermindert, omdat dan minder bos nodig is voor koolstofvastlegging of minder vernatting van veenweiden nodig is.

3. Welke technieken kunnen op maatschappelijk draagvlak rekenen?

De inzet van techniek is onlosmakelijk verbonden met het bedrijven van landbouw. Ook het bedrijven van natuurinclusieve landbouw vergt de inzet van techniek. Daarbij is het dus niet zo dat natuurinclusiviteit per definitie afneemt naarmate er meer techniek wordt ingezet. In de akkerbouw kan technisch geavanceerde strokenteelt goed passen bij een natuurinclusieve landbouw. Voor andere vormen van techniek ligt dit minder voor de hand. Zo kunnen geavanceerde staltechnieken emissies fors reduceren, maar impliceert dit melkveehouderij waarbij dieren het overgrote deel van de tijd in stallen zullen staan.

Ook kan er in de akkerbouw naar verwachting naar een veel geringer gebruik van gewasbeschermings-middelen toe wanneer er via CRISPR-cas aan resistente gewassen wordt gewerkt. Maar het maatschappelijk draagvlak hiervoor kan ontbreken. Bovendien vraagt het daadwerkelijk halen van de doelen uit de KRW een aanpassing in het toelatingsbeleid. Er kan ook aan een forse reductie van gewasbeschermingsmiddelen worden gewerkt door andere gewassen te telen en veel extensievere gewasrotaties te hanteren. Dit zal de exportpositie van de akkerbouw onder druk zetten en leidt mogelijk tot afwentelingseffecten in het buitenland. Er bestaan dus uitruilen tussen het inzetten van bepaalde technieken, de maatschappelijke acceptatie van die technieken, de toelating van chemische middelen, en de oplossingsruimte om de doelen te behalen.

4. Welke mate van circulariteit in de landbouw?

Een belangrijk aspect van de toekomstige rol van de landbouw in Nederland zal de mate zijn waarin voedselproductie plaatsvindt op basis van circulariteit in nutriëntenstromen. Een grotere mate van

circulariteit verkleint reststromen (afval). Dit is een manier om efficiënter te werken en emissies naar de leefomgeving te beperken. Circulariteit in de landbouw hangt onder meer af van de mate waarin de nutriënten die nodig zijn om voedsel te produceren, uit de nabije omgeving gehaald worden, en ook weer teruggebracht kunnen worden in die nabije omgeving. De grote vraag daarbij is de schaal waarop ‘nabije omgeving’ gedefinieerd wordt: is dat het bedrijf zelf, zijn dat gebieden in Nederland, is dat heel Nederland, of eerder de EU of zelfs de wereld?

Doordat de huidige landbouw veel van zijn nutriënten van ver haalt – voor een groot deel uit Zuid-Amerika – en het grootste deel van deze nutriënten in de vorm van voedselproducten en meststoffen in Noordwest-Europa achterblijven, is de mate van circulariteit beperkt. Bij een minder circulaire landbouw kunnen de problemen die ontstaan bij grote reststromen deels worden tegengegaan door inzet van techniek. Denk daarbij aan het gebruik van emissiearme stallen, of mestverwerking. In het natuurinclusieve scenario wordt het gebruik van kunstmest teruggedrongen, en komt veevoer voor de intensieve sectoren voornamelijk uit reststromen. Een keus voor meer circulariteit in de landbouw maakt dat de bedrijfstakken die afhankelijk zijn van veevoer uit het buitenland (met name de intensieve sectoren zoals de varkens- en pluimveehouderij) in hun omvang worden beperkt.

5. *Mate van extensivering versus stringente ruimtelijke inrichting*

De resultaten van de scenario-analyse lieten zien dat de grootste opgave voor volledig doelbereik ligt in het anders omgaan met agrarische grond. Dat we het de grootste opgave noemen hangt samen met de omvang van de grondopgave, de beleidsmatige complexiteit en de maatschappelijke gevoeligheid. De omvang van de opgave hangt er ook mee samen dat wanneer met name de natuurdoelen moeten worden gehaald, de keuzeruimte rond het anders omgaan met grond beperkt is. Het areaal dat in functie moet wijzigen is in beide scenario's zeer groot. Het areaal dat zou moeten extensiveren ligt in beide scenario's verder uit elkaar, maar zal in alle gevallen de huidige uitvoeringscapaciteit ver te boven gaan. In alle gevallen is er ook weinig ruimte voor uitruil met andere typen aanpassingen. Wel is er enige uitruil tussen de omvang van de extensivering en de striktheid van de vereiste ruimtelijke inrichting. Een grote omvang van extensivering – zoals de 650.000 hectare boven op areaal dat is voorzien in het bestaande beleid, in het natuurinclusieve scenario – vereist voor doelbereik een minder stringente ruimtelijke inrichting. Vanwege de zeer forse omvang van deze extensivering hoeven de locaties van de extensief gebruikte agrarische gronden veel minder geoptimaliseerd te liggen. De overgangszones kunnen smaller zijn, en er is dus meer ruimte voor maatwerk in provincies en gebiedsprocessen. Andere belangen kunnen makkelijker een plaats krijgen. Het zal minder van de uitvoering vergen om alle hectares op de juiste locatie te krijgen.

Bij een keuze voor een geconcentreerder karakter van natuur in Nederland zoals in het intensief-technologische scenario zal 100.000 tot 200.000 hectare agrarische grond geëxtensiveerd moeten worden, afhankelijk van welk klimaatdoel er gekozen wordt voor landgebruik. Dit kleinere areaal zal wel zo optimaal mogelijk moeten worden gealloceerd, vaak tegen bestaande natuur aan. Dit zal een striktere ruimtelijke ordening vragen. Wanneer de hectares niet op de juiste locaties liggen, zal het doelbereik aanzienlijk worden beperkt.

6. *De verhouding tussen staat, markt en samenleving?*

De omvang en het karakter van de benodigde aanpassingen roept vragen op over de rollen die de overheid, de markt en de samenleving de afgelopen decennia hebben gespeeld rondom landbouw, natuur en leefomgeving. Een politiek-maatschappelijke koersbepaling over landbouw, natuur en

leefomgeving vraagt ook het schetsen van de voorwaarden en kaders die het sturend vermogen richting die visie mogelijk maakt. Een visie die praktisch onuitvoerbaar is zal het vertrouwen in de overheid verder ondermijnen. Wat daarbij wellicht het meest in het oog springt is de uitvoeringscapaciteit van de overheid zelf. Met name rond het anders omgaan met grond zal de overheid in ieder geval ruimtelijke kaders moeten gaan stellen. Een revitalisering van de ruimtelijke ordening van het landelijk gebied zal voorwaardelijk zijn om een visie in de praktijk te kunnen brengen. Denk daarbij aan natuuruitbreiding, het inrichten van overgangszones, als ook het creëren van de plekken in landbouwgebieden en op agro-bedrijventerreinen voor glastuinbouw en intensieve veehouderij, met daarbij de bijbehorende netwerken voor energie, water en logistiek. Zoals eerder gesteld zal de uitvoeringscapaciteit voor natuuruitbreiding met een factor 2 tot 4 moeten vergroten, terwijl ook publieke grondaankoop in vergelijkbare zin zal moeten toenemen om met ruil- en schuifgrond invulling te kunnen geven aan de ruimtelijke ambities. Voor het afwaarderen van grond zou qua uitvoering ook aan marktpartijen of maatschappelijke partijen gedacht kunnen worden, maar ook dan zijn ruimtelijke en fiscale kaders die aan de ene kant voorwaarden stellen en aan de andere kant ook ruimte bieden cruciaal.

In vergelijkbare zin zullen kaders moeten worden gesteld die marktpartijen in staat stellen de innovaties te ontwikkelen en de opschaling in productie te bewerkstelligen die nodig zijn om de landbouw vorm te geven die past bij de gekozen richting. Intensief-technologisch gerichte bedrijven zullen een samenspel van normering en subsidies nodig hebben voor een verduurzamingslag. Bedrijven die extensiveren, en inzetten op natuurinclusieve vormen van bedrijfsvoering zullen vooral ook in financiële zin gewaardeerd moeten worden voor de maatschappelijke diensten die zij bieden. Daarbij is het van groot belang dat de overheid ook het toezicht en de handhaving organiseert, dan wel mogelijk maakt. Alleen dan zullen samenleving, bevoegd gezag, en daarmee investeerders zich zeker genoeg voelen daadwerkelijk te investeren in het beeld dat de politieke besluitvorming voor zich ziet voor 2050.

Tot slot begonnen wij onze verkenning bij het onstuimige maatschappelijke debat rond de relatie tussen landbouw en natuur. De samenleving is uiteindelijk van cruciaal belang voor het wel of niet in balans komen van landbouw en natuur. Om te beginnen zal het toewerken naar een nieuwe balans simpelweg om publieke middelen vragen. Dat staat op gespannen voet met de trend in het recente verleden: de uitgaven aan natuur daalden de afgelopen 25 jaar juist van 0,2 naar 0,1 procent van het Nationaal Inkomen. In vergelijkbare zin zullen veel boerenbedrijven mogelijk hard geraakt worden. Ondanks dat dit maar om een kleine minderheid in de samenleving gaat, kan het verregaande gevolgen hebben voor de uitvoering van het beleid. Uiteindelijk is de overheid grotendeels afhankelijk van de medewerking van deze boerenbedrijven, de agrosector, en het draagvlak in de samenleving. Naast de juiste kaders, uitvoeringscapaciteit en voldoende publieke middelen, zal maatschappelijke medewerking een continue aandacht vragen, en waar nodig bijsturing.

7. Van 'targets' naar maatschappelijke breed gedragen doelstellingen?

We begonnen deze verkenning met de politiek verhitte en technisch complexe aard van het landbouw- en natuurvraagstuk. Daarbij refereerden we ook aan de hardheid en concreetheid van de doelen voor natuur (VHR), waterkwaliteit (KRW) en klimaat (Europese klimaatwet). Het gaat om doelen die in nationale wetgeving kwantitatief zijn vastgelegd, en vertaald zijn uit Europese richtlijnen. In de internationale monitoringsliteratuur worden dergelijke doelen 'targets' genoemd. Het doel (*goal*) is vaak algemeen geformuleerd, maar onderliggend en maatschappelijk zwaarwegend: het behoud van biodiversiteit, schoon water, of een stabiel klimaat (zie hoofdstuk 1).

De targets zijn vertalingen van deze algemene doelen, bijvoorbeeld naar specifieke soorten die op specifieke plekken in voldoende aantallen aanwezig moeten zijn. Of bijvoorbeeld specifieke stoffen die op een specifiek moment in de tijd niet meer voor mogen komen in specifieke wateren, of slechts één specifieke hoeveelheid broeikasgasrestemissie uit een specifieke sector, op een specifiek moment in de tijd. In de introductie van deze verkenning reflecteerden we op het beleidseffect van dergelijke targets, waaronder het risico dat een target een eigen leven gaat leiden en tot suboptimale oplossingen leidt – dat de operatie slaagt, maar de patiënt overlijdt.

De resultaten van de scenario's laten door de ooghalen heen zien dat deze risico's ook in het geval van landbouw, natuur en leefomgeving niet ondenkbaar zijn. Zo vraagt een broeikasgasemissie- 'target' voor 'landgebruik' van 0,3 megaton CO₂-equivalenten om een uitbreiding van productiebos van tussen de 50.000 en 100.000 hectare – in de orde grootte van het benodigde areaal voor de volledige Nederlandse woningbouwopgave. Daarmee wordt minder dan 1 procent van de totale Nederlandse broeikasgasemissiereductie bewerkstelligd. Het lijkt niet ondenkbaar dat dit maatschappelijk vragen zal oproepen, 'waarom kan die ene megaton CO₂-equivalent niet op een andere manier worden gereduceerd?' Het illustreert een spanning die ook op andere terreinen te verwachten is. Stikstofdoelen die heel precies aangeven op welk moment in de tijd de stikstofneerslag op hoeveel hectares stikstofgevoelige natuur onder de kritische depositiewaarden (KDW) gebracht moet zijn. De KDW is echter geen maat voor de staat van de natuur, laat staan dat de VHR-doelen met louter stikstofneerslagreductie gehaald kunnen worden. Ook in breder perspectief valt iets vergelijkbaars op: voor specifieke soorten en habitats zal er naar verwachting heel veel inspanning geleverd moeten worden met ongewis resultaat. Voor een deel van deze inspanning is bovendien de medewerking van het buitenland noodzakelijk. Het is de reden dat we in deze verkenning niet verder komen dan 90-95 procent doelbereik voor de natuurdoelen. En daar zit het effect van een veranderend klimaat op planten en diersoorten nog niet eens bij.

Met andere woorden, volledig doelbereik is voor een deel van de targets vooralsnog niet goed denkbaar. Daarbij zal het toewerken naar een deel van die targets ook de maatschappelijke aanvaardbaarheid onder druk zetten, terwijl de onderliggende 'goals' dat misschien niet zullen doen. Daarom zal een proces van koersbepaling ook een antwoord moeten bieden op de vraag hoe om te gaan met deze targets. Hoe voorkom je dat het toewerken naar de targets als een boemerang terugslaat op het draagvlak voor de – maatschappelijk veel belangrijkere – onderliggende doelstellingen. Een andere omgang met de targets die volgen uit de VHR, KRW en de Europese klimaatwet zal niet eenvoudig zijn. Het is onwaarschijnlijk dat dit zonder verregaande consequenties eenzijdig door Nederland kan worden besloten. Daarom zou een koersbepaling een (EU-gerichte) strategie kunnen omvatten hoe in de toekomst kan worden voorkomen dat doelstellingen ondermijnd worden door hun eigen targets.

Keuzes over de voetafdruk, dierethiek, gezondheid en andere maatschappelijke zorgen

Uiteraard kan de vraag gesteld worden of deze zeven kernkeuzes recht doen aan het volledige spectrum van maatschappelijke zorgen. Zo zijn keuzes rond het verkleinen van de voetafdruk, de humane gezondheid en de omgang met dieren niet meegenomen in de verkenning en maken zij ook geen direct onderdeel uit van de zeven kernkeuzes die het PBL hier presenteert. Dat we ze in de berekeningen voor deze verkenning buiten beschouwing laten, komt omdat ze geen direct verschil zullen maken voor het halen van de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat in Nederland. Uiteraard kan een staatscommissie, of de politieke besluitvorming de afweging verbreden (zie ook PBL 2018; WUR 2023). Het is daarbij van belang om scherp te blijven op de uitruilen tussen bijvoorbeeld het verbeteren van dierenwelzijn en het daarmee – in veel gevallen – weer vergroten

van de methaanemissies. Of de uitruil tussen het verbeteren van de natuur in Nederland, en daarmee mogelijke ‘waterbedeffecten’ veroorzaken naar omringende Europese landen waar de landbouw mogelijk minder milieuefficiëntie kent. Meer circulariteit bij de Nederlandse productie zal er bijvoorbeeld niet voor zorgen dat de wereldwijde voetafdruk zal verkleinen. Daarvoor is uiteindelijk een ander dieet noodzakelijk, of efficiëntere productie.

Het belang van een eerlijk verhaal over de omvang van de opgave, en de tijd die daarvoor nodig is

Rechtszaken spelen in toenemende mate een belangrijke rol in het politiek-maatschappelijke debat over landbouw en natuur. De meest recente uitspraak dwingt de overheid om het wettelijke stikstofdoel voor 2030 op tijd te behalen. Dat is het doel, vastgelegd in de Omgevingswet, om in 2030 50 procent van de stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden onder de KDW te brengen. Tijd speelt ook een rol door de mijlpalen die in Europese wetgeving zijn opgenomen. Zo is 2027 het jaar waarin Nederlandse wateren aan de KRW moeten voldoen, en staan in de Natuurherstelverordening jaartallen vast waarin herstelmaatregelen moeten zijn getroffen voor een oplopend percentage van de natuurgebieden.

De toenemende tijdsdruk is verklaarbaar vanuit het belang van natuur en schoon water. En vanuit de trends die nog in de verkeerde richting wijzen, of slechts voorzichtige positieve tekenen vertonen. De druk is ook verklaarbaar vanuit de historie, waarin beleid onvoldoende is ingericht om aan de Europese richtlijnen te voldoen. Of zoals bij het Programma Aanpak Stikstof, waar een risicovolle beleidsroute is gekozen, met alle gevolgen van dien voor boeren.

Het is niet ondenkbaar dat maatschappelijke partijen het zullen doorzetten of zelfs intensiveren om rechtszaken te voeren op basis van beleidsdoelen rond natuur, waterkwaliteit en klimaat. De onderliggende systematiek, waarbij doelen wettelijk gezien gehaald moeten worden, kan daarbij leiden tot eenzijdig, ad-hoc beleid. Bijvoorbeeld beleid dat voornamelijk gericht is op stikstof, met omvangrijke en plotselinge gevolgen omdat in korte tijd dat moet gebeuren waar in de jaren daarvoor geen politiek draagvlak voor was, en wellicht nog steeds niet is. Het risico bestaat ook dat dit beleid ondoelmatig zal zijn – niet louter stikstofreductie zorgt overal voor het meeste natuurherstel, maar een gebiedsspecifiek samenhangend pakket aan natuurmaatregelen, waaronder óók stikstofreductiemaatregelen. Ook is er kans dat het beleid, en de rechtspraak op basis van beleidsdoelen lastig maatschappelijk uitlegbaar worden – waarom ondoelmatige miljarden uitgeven aan stikstofmaatregelen vóór 2030 terwijl het probleem niet wordt opgelost?

In algeme zin blijkt uit de scenario's dat er ruimte is voor Nederlandse natuur én voor Nederlandse landbouw, binnen de grenzen van een gezonde leefomgeving. Maar de stappen die nodig zijn om daar te komen, zijn van een zodanige omvang dat het tijd kost om nieuwe maatregelen politiek en maatschappelijk te ontwikkelen, te implementeren en te waarborgen. Kortom, de realistische haalbaarheid van de opgaven vraagt tijd. Nadenken over de volgende generatie – één generatie verder de toekomst in – biedt mogelijkheden voor innovatie en voor de beleidsuitvoering. Daarbij is het dan wel nodig dat tijdig keuzes in samenhang worden gemaakt in een proces van politiek-maatschappelijke koersbepaling. Dat biedt op de lange termijn de zekerheid die in het huidige debat het kind van de rekening wordt.

VERDIEPIING
VERDIEPIING

1 Introductie

1.1 Landbouw en natuur in Nederland: politiek verhit, technisch complex

De maatschappelijke aandacht voor de Nederlandse landbouw is groot. Vaak gaat deze aandacht niet alleen uit naar de positie van die landbouw of naar de zorgen van boerengezinnen, maar valt die samen met aandacht voor de druk die de sector legt op de Nederlandse natuur, waterkwaliteit en het klimaat. Het zijn onderwerpen die de afgelopen jaren tot een verhit politiek en maatschappelijk debat hebben geleid. Onderwerpen ook waarvoor het lastig bleek om tot een stabiel en eenduidig beleid te komen waarmee het kabinet zowel natuur, water en klimaat verbeterde als een perspectief bood voor de agrarische sector.

Deze taaie voortgang neemt niet weg dat er heel concrete *doelen* bestaan voor het beleid dat is gericht op de natuur, de waterkwaliteit en (meer recent) het klimaat. Deze doelen zijn al veel langer in internationaal verband afgesproken en vastgelegd in Europese richtlijnen zoals de Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR), de Kaderrichtlijn Water (KRW) en de Europese Klimaatwet. Deze doelen zijn de kapstok waar veel politieke en maatschappelijke discussies over de landbouw en de leefomgeving aan wordt opgehangen. Er gaat geen Kamerdebat over landbouw of natuur voorbij of de minister krijgt de vraag hoe deze denkt die doelen te gaan halen. In toenemende mate worden er op basis van die doelen ook rechtszaken gevoerd, zoals rond stikstof en de vergunningverlening. De technische complexiteit van de vraagstukken maakt dat hier geen snelle en eenvoudig antwoorden op zijn te formuleren. De vele maatschappelijke deelbelangen die gemoeid zijn met de landbouw en de leefomgeving, dragen er vervolgens aan bij dat het debat over landbouw en natuur in de politiek en samenleving soms 'ongetemd' van aard wordt. Het samenspel tussen politieke oordeelsvorming, en de ambiguïteit rond wat precies het probleem is, en welke maatregelen dit probleem in welke mate oplossen, leidt tot een vraagstuk dat lastig is te temmen tot een werkbare aanpak (zie bijvoorbeeld: Hisschemöller & Hoppe 1995; Hoppe & Turnbull 2024; Candel 2016)

De verkenning in een notendop: structureren van het debat, opspannen van de politieke keuzeruimte

Met deze verkenning wil het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) daarom bijdragen aan een gestructureerd debat, en een gestructureerde politieke besluitvorming, over landbouw en natuur. We doen dat door de complexe kennis rond landbouw, natuur en waterbeheer te structureren. We kwantificeren wat er nodig is om de drie EU-doelen voor natuurkwaliteit (VHR), biologische waterkwaliteit (KRW) en broeikasgasemissies uit de landbouw (EU-klimaatdoel) in 2050 in samenhang te bereiken.

Dit doen we aan de hand van twee scenario's. Elk scenario gaat uit van een eigen voorkeursrichting over de *manier* waarop de doelen gehaald worden. Deze voorkeursrichtingen ontleenen we aan het maatschappelijk debat. Met behulp van de twee scenario's spannen we de keuzeruimte op voor een aanpak waarmee de doelen in 2050 gehaald kunnen worden. In het **intensief-technologisch scenario** schetsen we in de verkenning hoe, met behulp van techniek en intensief natuurbeheer en natuuruitbreiding, in 2050 de drie doelen binnen bereik kunnen komen, met zo veel mogelijk

behoud van de landbouwproductie. In het **natuurinclusief scenario** schetsen we in de verkenning hoe de drie doelen in 2050 binnen bereik kunnen komen via een pad van natuurinclusieve landbouw, gepaard met forse extensivering van de landbouw en het verweven van landbouw en natuur. In beide scenario's is Nederland veel groener en schoner dan nu. Maar beide scenario's verschillen sterk in hoe het Nederlandse landschap eruitziet, en in hun maatschappelijke consequenties.

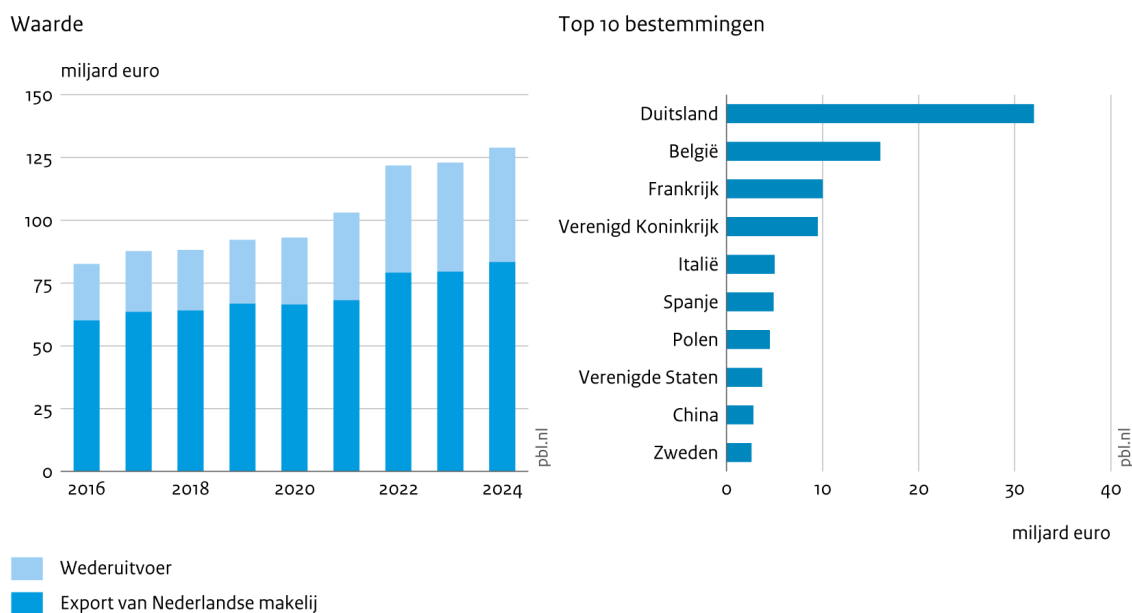
Het is aan de samenleving en de politiek om een keuze te maken hoe de doelen in 2050 gehaald gaan worden. Daarbij hoeft niet tussen het ene of het andere scenario gekozen te worden. Het ligt voor de hand dat er gekozen wordt voor een combinatie van elementen uit beide scenario's – waarbij deze elementen uiteraard samen weer zullen moeten optellen tot het halen van de drie doelen.

Voordat we beide scenario's nader belichten zullen we in dit introductiehoofdstuk stilstaan bij de oorsprong van de onbalans tussen landbouw en natuur in Nederland, de maatschappelijke controverse die soms lijkt te zijn ontstaan, de Europese doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat waaraan Nederland zich heeft gecommitteerd, en het effect van de maatschappelijke controverse en de harde Europese beleidsdoelen op politieke besluitvorming. In hoofdstuk 2 schetsen we de aanpak van deze verkenning en in hoofdstuk 3 beschrijven we de scenario's en hun uitkomsten. In hoofdstuk 4 reflecteren we op de uitkomsten van de scenario's, de implicaties voor beleid en de maatschappelijke consequenties. Tot slot reflecteren we in hoofdstuk 5 op de implicaties voor de korte termijn van deze bevindingen voor politiek en beleid.

1.2 Ontwikkelingen in landbouw en natuur: een historisch samenspel

In 2024 boekte de Nederlandse agrosector weer een exportrecord. Een prestatie die niet op zichzelf staat; al vele jaren op rij worden er exportrecords gebroken (figuur 1.1). Deels is dit te danken aan prijsstijgingen, maar hoofdzakelijk komt het door een toename aan export binnen de EU (WUR 2025). Maar waar zo'n record in eerdere jaren nog wel eens tot koppen in de kranten leidde, beperkte de berichtgeving erover zich in 2024 tot een Engelstalig berichtje op de website van het CBS. De betekenis van deze records voor de Nederlandse economie is beperkt. De primaire landbouwproductie in Nederland is goed voor 1,7 procent van de toegevoegde waarde in de Nederlandse economie. En na een halve eeuw aan stormachtige specialisatie en schaalvergroting in de landbouw werkt nog maar 2 procent van de beroepsbevolking in deze sector. Of anders gesteld: hadden in 1960 nog 300.000 boeren een eigen bedrijf, in de landbouw is daar vandaag de dag nog maar een zesde van over. Hoewel het aantal bedrijven in deze sector veel minder is en zijn rol in de economie veel kleiner dan in de jaren 60, is de huidige landbouwproductie wel vele malen groter dan destijds. Lag na de Tweede Wereldoorlog de nadruk op het produceren van voldoende, betaalbaar en gezond voedsel voor de negen miljoen Nederlanders van toen, inmiddels produceert de Nederlandse landbouw grofweg driekwart van de gewassen voor de export. Daar staat tegenover dat de Nederlandse consument ook grofweg driekwart van zijn dieet uit het buitenland haalt (PBL 2019). Nederlandse boeren voeden niet zozeer 'de wereld', maar voornamelijk vier nabijgelegen landen. De hoofdstroom van de export gaat naar Duitsland (zie figuur 1.1).

Figuur 1.1
Landbouwexport



Bron: CBS

Bijzondere Nederlandse landbouw én bijzondere Nederlandse natuur

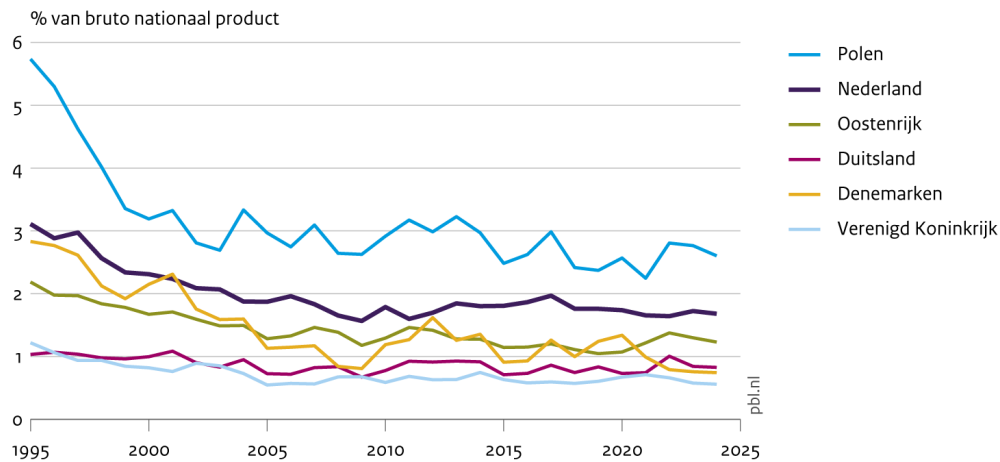
Dat de landbouw slechts een beperkt aandeel heeft in de huidige economie, is een beeld dat past bij een rijk land dat na een industriële revolutie zijn geld hoofdzakelijk is gaan verdienen met industrie en diensten. Dit neemt niet weg dat Nederland met zijn landbouw wél een uitzonderlijke positie inneemt in de rest van Noordwest-Europa. Het aandeel van de landbouw in de totale economie is hier namelijk twee tot driemaal zo groot als in landen zoals Duitsland en het Verenigd Koninkrijk (zie figuur 1.2). Dit is opvallend, des te meer omdat de landbouw in die landen vaak veel meer fysieke ruimte heeft.

Dit relatief grote aandeel in de economie hangt samen met de grote mate waarin de Nederlandse landbouw gericht is op export. Deze exportgerichte landbouw draagt dan ook voor circa 40 procent bij aan de positieve Nederlandse handelsbalans (LVVN 2025). Met andere woorden: voor een ontwikkeld land heeft Nederland een relatief grote landbouwsector, zeker gezien het dichtbevolkte karakter van het land (PBL 2018; De Haas 2013). Daarbij komt dat het agrocomplex – het geheel aan bedrijven dat technologie, diensten en goederen aanlevert aan of afneemt van de primaire productie en de voedings- en genotmiddelenindustrie – wél een vrij fors aandeel in de economie heeft, namelijk maar liefst 7 procent. Hiernaast is het goed voor 8 procent van de werkgelegenheid.⁴

⁴ Het agrocomplex als begrip geeft een beeld van de mate waarin de binnenlandse primaire landbouw en voedingsmiddelenindustrie verweven zijn met andere onderdelen van de economie, als een samenhangende keten. Het omvat geen toelieferingen aan de buitenlandse primaire landbouw en voedingsmiddelenindustrie (LVVN 2025).

Figuur 1.2

Bruto toegevoegde waarde van primaire landbouw



Bron: Wereldbank

Dat de Nederlandse landbouw een bijzondere positie inneemt, komt niet uit de lucht vallen. Van oudsher heeft Nederland immers veel vruchtbare gronden die typisch zijn voor een deltagebied. Samen met de strategische ligging van het land, zorgde dit al vroeg in de geschiedenis voor een belangrijke rol bij het produceren en verhandelen van voedselproducten (De Haas 2013). Door de vruchtbare delta te ontginnen, moerassen te ontwateren en door de latere droogmakerijen heeft Nederland ook een groot deel van zijn huidige vorm gekregen.

De verschillende typen natuur die we nu als heel bijzonder classificeren, zijn deels ontstaan door dit historische agrarische gebruik. In de negentiende eeuw zorgde de vroege exploitatie van de typisch Nederlandse hogere zandgronden er bijvoorbeeld voor dat zich natuurtypen ontwikkelden als zandverstuivingen, droge heide en zeer schrale eiken- en beukenbossen. Het zijn inmiddels natuurtypen die in hun omvang veelal uniek zijn voor de Noord-Atlantische regio, en die zijn opgenomen in de lijst van Europees beschermde VHR-doelen voor Nederland (Council Directive 92/43/EEC).

De rest van het land, dat in het verleden te schraal, te nat of te onbegaanbaar was voor de landbouw, vormt nu de basis voor grazige, onbemeste, niet-ontwaterde vegetaties als blauwgraslanden, dotterbloemhooilanden en heischrale- en kalkgraslanden. Deze graslanden kennen een grote variatie aan plantensoorten, insecten, vogels en andere dieren. De vroege stadia van de relatief bijzondere landbouwontwikkeling in Nederland vormden daarmee lange tijd een evenwichtig samenspel met de ontwikkeling van de bijzondere Noord-Atlantische natuur in Nederland.

Natuur als onmisbare partner voor landbouw, leefbaarheid en identiteit

Veel van de Nederlandse natuur heeft niet alleen een intrinsiek uniek karakter, de ontstaansgeschiedenis van deze natuur laat ook zien hoe belangrijk de natuur was – en is – voor de leefbaarheid in het land. Vruchtbare, koolstofrijke bodems waren – en zijn – van groot belang voor een productieve akkerbouw, veenweidegebieden zijn dat voor de veeteelt, duinen zijn de basis voor een robuuste zeewering, meanderende beken stimuleren de aanvulling van grondwater en daarmee schone drinkwatervoorraden, natuurlijke vegetatie zorgt voor voldoende insecten en daarmee voor de bestuiving van fruit en groentegewassen, en voldoende aanwezige gevarieerde

natuur tot slot is essentieel voor verkoeling, recreatie en identiteitsbeleving. Het Nederland van nu is niet denkbaar zónder deze natuur.

Een samenspel uit balans: het centrale thema van deze landbouw- en natuurverkenning

Een evenwichtig samenspel tussen natuur, landbouw, leefbaarheid en identiteit is echter niet vanzelfsprekend. De interactie tussen landbouw, natuur en milieu veranderde na de Tweede Wereldoorlog sterk van karakter. Dit had verregaande consequenties voor landschap, waterkwaliteit, milieu en natuur. Het leefgebied voor planten- en diersoorten raakte verontreinigd met gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten, of verdween simpelweg door versnippering of een afname van kruidenrijk grasland. Gedurende de na-oorlogse periode verdwenen ook planten- en diersoorten in rap tempo uit het Nederlandse landschap; soorten die eerder juist floreerden bij een evenwichtig samenspel tussen landbouw en natuur. Het is een onbalans die vragen oproept over de toekomst van de natuur in Nederland, maar evenzo over de mogelijkheden die er zijn om de landbouw opnieuw in balans te brengen met de natuur. Het is dan ook deze onbalans tussen landbouw, natuur, en milieu die centraal staat in deze landbouw- en natuurverkenning.

Dat het samenspel tussen landbouw en natuur uit balans raakte, heeft voor een groot deel te maken met de naoorlogse politieke keuze om de Nederlandse landbouw planmatig te moderniseren. De landbouw maakte in die tijd een voor Europa vrij unieke sprong. Onder leiding van landbouwminister Sicco Mansholt zou de gemoderniseerde Nederlandse landbouw niet alleen voor betaalbaar voedsel zorgen voor de groeiende Nederlandse bevolking, maar deze zou ook voor een positieve handelsbalans zorgen en daarmee voor een sterke gulden (De Haas 2013). Vanaf de jaren '60 stuurde de overheid in toenemende mate op een voor de landbouw optimale inrichting van het landelijk gebied, op landbouwinnovatie en op een nauwe afstemming tussen boerenvraagstukken en nationaal beleid (PBL 2018; De Haas 2013). Deze strategie kristalliseerde zich uit in talloze publieke instituties, die varieerden van een ruilverkavelingswet (Groot Nibbeling 2022) tot de Landbouwvoorlichtingsdienst, en uiteindelijk kwam er zelfs een eigen landbouwuniversiteit in Wageningen.

Het zijn deze instituties die de Nederlandse landbouw de aanzet gaven voor de nog altijd relatief bijzondere positie in de nationale economie. Het zijn ook de instituties die een stimulerend effect hadden op de ontwikkeling van het reeds genoemde agrocomplex. Ze legden de basis voor kassenbouwers, zaadveredelaars en landbouwtechnische bedrijven, waarvan de namen vandaag de dag op menig plek in de wereld concurreren met de bekendheid van Ajax en Crujff. De sterk geïnstitutionaliseerde aanwezigheid van de landbouw in Nederland speelde ontegenzeggelijk ook een rol in veel culturele identiteiten (PBL 2018; SCP 2024). Zo werd in 2015 niet de Randstedelijke houtduif – of, zoals in Engeland, de roodborst – gekozen als nationaal symbool, maar de grutto, een typische boerenlandvogel. Des te opvallender is dat juist deze boerenlandvogels – waaronder de grutto – al vele decennia een stugge en schijnbaar niet te stuiten dalende trend laten zien in zowel aantallen als verspreiding.

Voor natuur en milieu was met name de vroege na-oorlogse modernisering van de landbouw funest. De landbouw zorgde ervoor dat de Nederlandse wateren in sterke mate vervuilden, en een sterk groeiende veestapel en dito import van veevoer leidden tot een enorme toename van nutriënten in wateren en natuurgebieden. Het steeds intensievere gebruik van landbouwgrond leidde bovendien tot een afname aan leefgebied voor veel boerenlandnatuur.

Vanaf de jaren '90 kantelde dit beeld enigszins. Aangescherpte milieuregelgeving en forse efficiëntieverbeteringen zorgden ervoor dat de emissies naar de lucht en het water sterk afnamen. Ook werd vanaf die tijd de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) uitgerold, wat tot ruim 120.000 hectare nieuw ingericht leefgebied voor planten- en diersoorten heeft geleid. Gemiddeld genomen stabiliseert de voorheen dalende trend in de natuurkwaliteit (zie tekstkader 1.1). Dit neemt echter niet weg dat voor veel soorten en habitats die trend nog altijd dalende is. Het samenspel van landbouw en natuur wordt nog altijd gedomineerd door de landbouw (PBL 2018).

Tekstkader 1.1: Trends in natuurkwaliteit: Nederland in internationaal vergelijkend perspectief

Nederland staat niet alleen als het gaat om de achteruitgang van biodiversiteit door de landbouwontwikkeling. Wereldwijd is vanaf 1900 een dalende trend waarneembaar in de biodiversiteit. Het is een trend die de laatste decennia bovendien gemiddeld een versnelling laat zien. Zo nam de mondiale Living Planet Index (LPI), afgemeten aan trends op het gebied van broedvogels, zoogdieren, reptielen, amfibieën en vissen, tussen 1970 en 2018 af met 69 procent (CLO 1569).

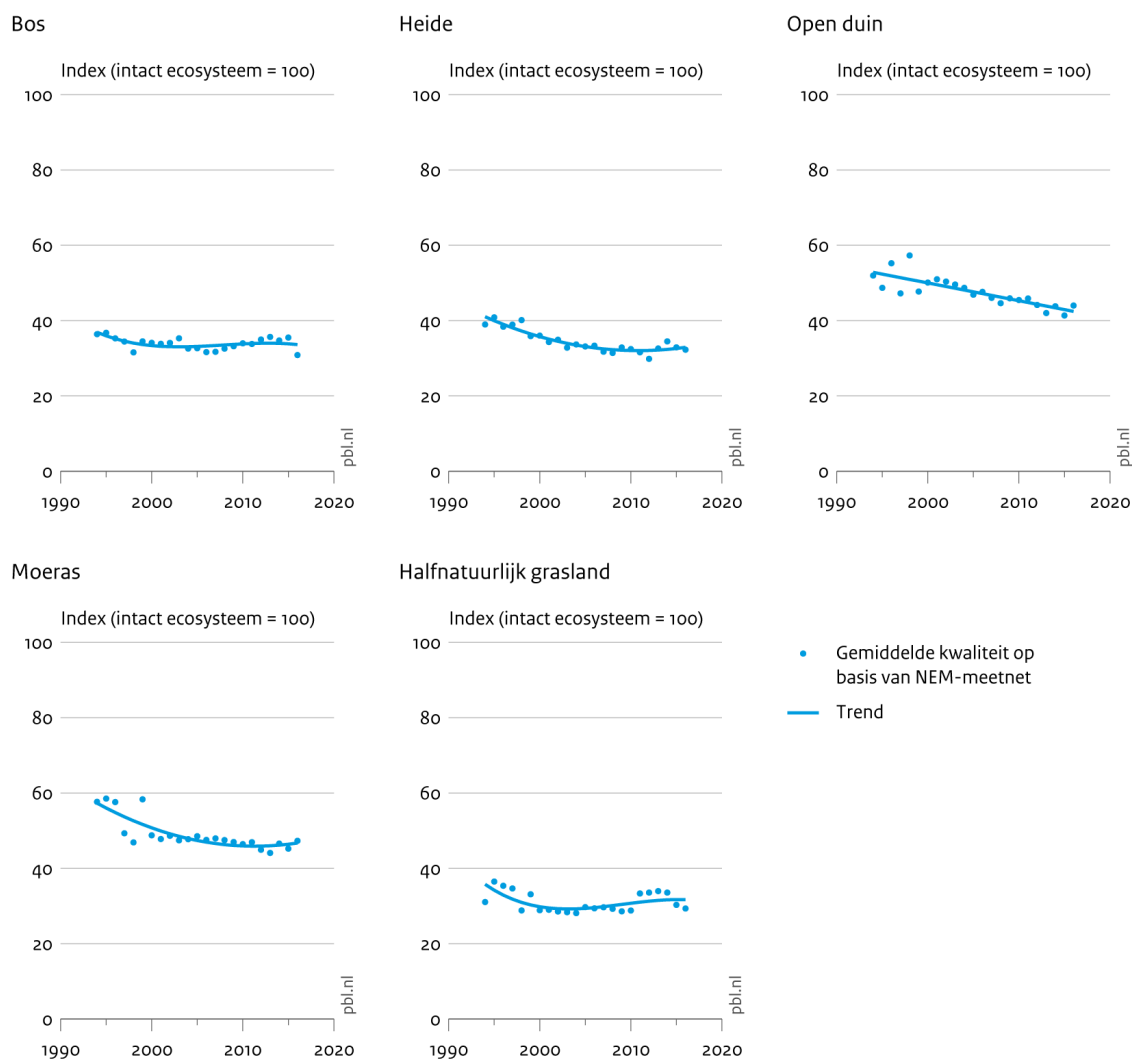
Wat opvalt, is dat juist voor Nederland het beeld van de laatste decennia er anders uitziet. Tussen 1990 en 2023 nam de LPI voor Nederland namelijk met 13 procent toe. Dit komt doordat soorten die in zoet water en in moerasgebied leven, in aantal fors zijn toegenomen. Op het land daarentegen neemt de fauna gemiddeld nog af. In algemene zin is deze gemiddelde positieve trend ook terug te zien in andere hoge-inkomenslanden. Aan de ontwikkeling in deze inkomenslanden ligt volgens het Wereldnatuurfonds (WWF) ten grondslag dat die landen meer financiële middelen kunnen aanwenden voor natuurbescherming, natuurbeheer, milieuverbetering en natuurontwikkeling.

Wanneer we inzoomen op de natuurkwaliteit in Nederland met een indicator die de aanwezigheid en populaties van soorten afzet tegen die in een intact ecosysteem, dan valt op dat na een zeer lange en gestage dalende trend die resulteerde in een lage kwaliteit, meer recent inderdaad voorzichtige tekenen van stabilisatie te zien zijn in de Nederlandse natuurgebieden (figuur 1.3 en 1.4). Hoewel dit zeker niet voor alle soorten en habitats van toepassing is, gaat de trend wél *gemiddeld* op voor de natuur in Nederland. Van de 376 diersoorten die op de Nederlandse LPI staan, gingen er tussen 1990 en 2023 175 vooruit, 161 achteruit en waren er 36 stabiel. De trend van de vogelsoorten in moeras- en zoetwatergebieden laat sinds 1990 een gestage stijging zien (CLO 1155). Bosfauna ging, ondanks soms forse stikstofdeposities, gemiddeld de goede kant op, maar boerenlandvogels laten al vele decennia onverminderd een dalende trend zien.

Ook een derde indicator, die inzicht geeft in het areaal natuur dat een goede natuurkwaliteit heeft, laat eenzelfde beeld zien. Een klein areaal heeft een goede kwaliteit, en de oppervlakte landnatuur waarvan de kwaliteit (afgemeten aan het aantal voorkomende vlinders en vogels) toeneemt, is groter dan de oppervlakte waarvan de kwaliteit afneemt (CLO 1518). Dit komt vooral doordat de kwaliteit van het bos toeneemt, en een groot deel van het natuurareaal uit bos bestaat. Maar ook in andere ecosystemen zijn er locaties waar de natuurkwaliteit toeneemt, bijvoorbeeld na natuurontwikkelings- of herstelprojecten.

Deze constatering is belangrijk omdat ze laten zien dat het natuurbeleid van de afgelopen decennia zin heeft gehad. Ze laten echter ook zien dat het uitmaakt wat de overheid aan (natuur)beleid doet voor welk type natuur profiteert.

Figuur 1.3
Natuurkwaliteit per natuurtype



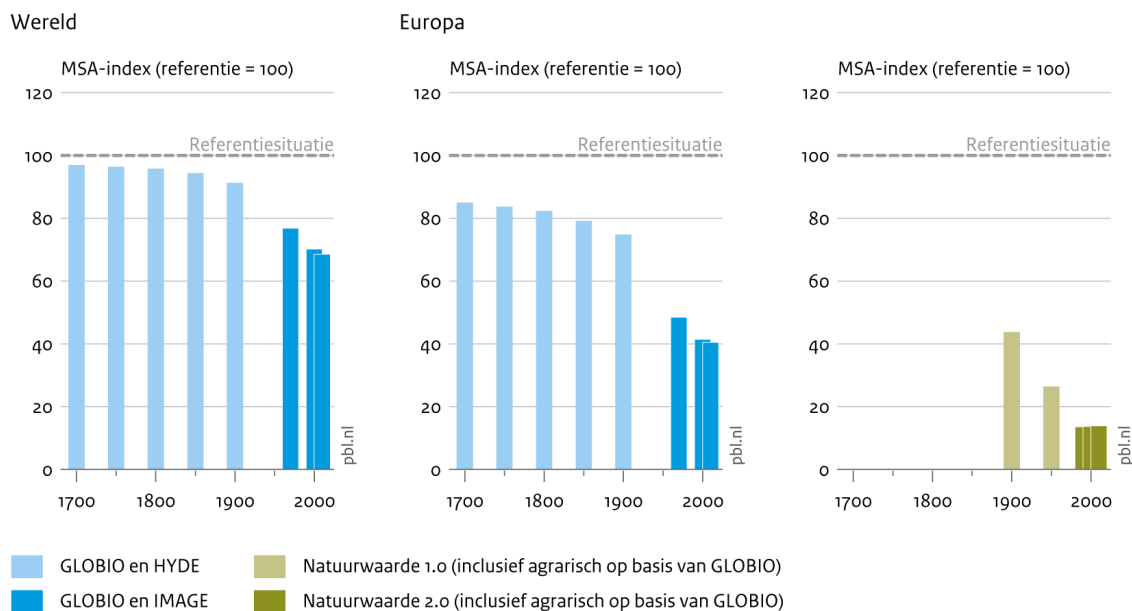
Bron: PBL, Wageningen Environmental Research

Natuurbeheer in Nederland: het stutten van onbalans

Dat het voeren van beleid zin heeft, blijkt uit beleidssuccessen zoals het verbieden van specifieke gewasbeschermingsmiddelen. Zo heeft het verbod op het insecticide DDT (dichloordifenyiltrichloorethaan) de dramatische sterfte van roofvogels in de jaren '70 en '80 gekeerd. Maar ook ander milieubeleid had effect: door schoner water konden de bever en de otter in Nederland terugkeren, en door de toename van goed beheerd bosareaal gaat het goed met veel bossoorten. Tot slot hebben restricties op de jacht er uiteindelijk toe geleid dat de wolf weer terug is op het Nederlandse toneel, iets wat enkele decennia geleden nog ondenkbaar was (zie tekstkader 1.1.). Desalniettemin blijven het successen met een voor velen een wrange bijmaak (zie Trienekens et al. 2024). Stikstofdepositie, verdroging, gewasbeschermingsmiddelen en het verdwijnen van leefgebied drukken nog altijd op de Nederlandse natuur. Daar zijn bovendien nieuwe drukfactoren bij gekomen, zoals klimaatverandering en de voor sommige gebieden explosieve toename van soorten uit andere delen van de wereld (exoten).

Figuur 1.4

Gemiddelde populatieomvang van inheemse soorten (MSA) van landnatuur



Bron: PBL

Kortom, naast de voorzichtige positieve signalen hebben drukfactoren nog ontegenzeggelijk hun weerslag op de Nederlandse natuur. In sommige studies is de conclusie dan ook dat het huidige beheer van natuur tegen zijn grenzen aanloopt. Zolang er aan de structurele druk door stikstofdepositie, verdroging en een gebrek aan leefgebied – alle mede dankzij de landbouw – niets verandert, kan van intensiever natuurbeheer weinig verbetering worden verwacht (PBL 2018). Het is dankzij deze structurele drukfactoren dat veel vlindersoorten, insecten, en reptielen onverminderd sterk achteruitgaan of reeds uit Nederland zijn verdwenen. Maar ook dat het grootste deel van de uitgestrekte heidegebieden van begin vorige eeuw is vergrast, en dat van de 90.000 hectare levend hoogveen die Nederland in de negentiende eeuw kenmerkten, minder dan 7 procent over is (CLO).

De grutto, een (on)bedoeld goed gekozen nationaal symbool

Als we het geheel overzien, is de grutto misschien niet eens zo'n gekke keuze als nationaal symbool. De vogel, die in de middeleeuwen in relatief beperkte aantallen voorkwam op de hoogvenen van Nederland, verspreidde zich pas echt toen de ontwikkeling van de landbouw in Nederland op gang kwam (De Rijk 2015). Veen- en moerasgebieden werden ontgonnen en veranderden in laaggelegen weidegebied. Deze weiden waren vochtig en vruchtbaar, een ideale omgeving voor een hoogveenvogel als de grutto. De grutto nam in aantal toe en werd een veel geziene weidevogel, waarvan de populatie rond 1960 een piek kende. Echter, met het door ontwikkelen van de landbouw, de verdere intensivering van de grasproductie en het vaker en vroeger maaien, verloor de grutto zijn ideale omgeving. Uiteindelijk verdwijnt de grutto daarmee weer uit het Nederlandse landschap.

Bedoeld of onbedoeld, vertelt het nationale symbool daarmee het verhaal van het samenspel tussen landbouw en natuur. Veel van de natuur in Nederland kan niet begrepen worden zonder te kijken naar de landbouw en zijn geschiedenis. Van heidegebieden en zandverstuivingen tot weidevogels: het zijn facetten van eeuwen aan samenspel tussen landbouw en natuur.

Wat door de eeuwen heen verschoof, is wie dit samenspel leidde en waar de balans tussen landbouw en natuur kwam te liggen. De afgelopen decennia hebben natuurbescherming, natuurbeheer en natuurontwikkeling de ontstane onbalans tussen landbouw en natuur weliswaar plaatselijk weten te stutten, maar niet kunnen veranderen. De doelen uit het natuur- en milieubeleid zijn internationaler, concreter en ook strikter geworden. De afstand tussen de huidige situatie en deze concrete doelen is op z'n zachtst gezegd groot (PBL 2025). Dit roept de vraag op welke aanpassingen in de landbouw nodig zijn om een nieuwe balans tot stand te brengen tussen landbouw en natuur: een balans die voldoet aan de doelen voor zowel natuur- en waterkwaliteit als broeikasgassen. In het vervolg van deze introductie zullen we de relevantie verder uitwerken.

1.3 Doel en relevantie van de verkenning

Doel: structureren van de keuzes voor een nieuwe balans tussen landbouw en natuur in 2050

De constatering dat er een onbalans is ontstaan tussen landbouw en natuur roept de vraag op wáár dan wel de juiste balans zou kunnen liggen, en hoe die er uit zou kunnen zien. Dát is wat we in deze Landbouw- en Natuurverkenning beogen te verkennen. We doen dat in het licht van het huidige turbulente maatschappelijke en politieke debat. Daarbij zal niet het PBL de keuze maken wáár de balans precies zal moeten liggen. Uiteindelijk is de balans tussen landbouw en natuur een maatschappelijke vraag en een politieke keuze. Wat het PBL wel zal doen is de *hoekpunten* aanreiken waarbinnen deze keuze zal moeten liggen om de Europese doelen voor natuur, waterkwaliteit en broeikasgassen te kúnnen halen.

In deze verkenning laten we aan de hand van een referentiescenario, en twee normatieve scenario-perspectieven zien wat er mogelijk is om de Europees gestelde doelen te halen. Daarbij zal de verkenning ook laten zien wat de te verwachten maatschappelijke consequenties zijn, en wat de beleidsimplicaties zijn om de doelen ook in de praktijk binnen bereik te brengen. Het zichtjaar is daarbij 2050 – ruim één generatie in de toekomst. Tot slot zullen we in de verkenning kort stil staan bij de implicaties van onvoorziene grote externe ontwikkelingen zoals extremere vormen van klimaatverandering of een fragmenterende wereldhandel. Het PBL geeft in deze verkenning nadrukkelijk niet aan wat een wenselijke route is voor het landbouw-, natuur- en milieubeleid, of wat het kabinet zou moeten doen. Waar het gaat om de richting van dat beleid, is de te kiezen route een politieke vraag, die ook een politiek antwoord vergt. Bij de afweging hierover gaat het er bovendien niet om te kiezen tussen het ene of het andere scenario. Het ligt eerder voor de hand dat het bij de keuze om een combinatie van elementen uit beide scenario's gaat, waarbij deze elementen er uiteraard gezamenlijk toe moeten leiden dat Nederland de drie doelen gaat halen.

Relevantie: structureren van politieke afwegingen in roerig maatschappelijk debat

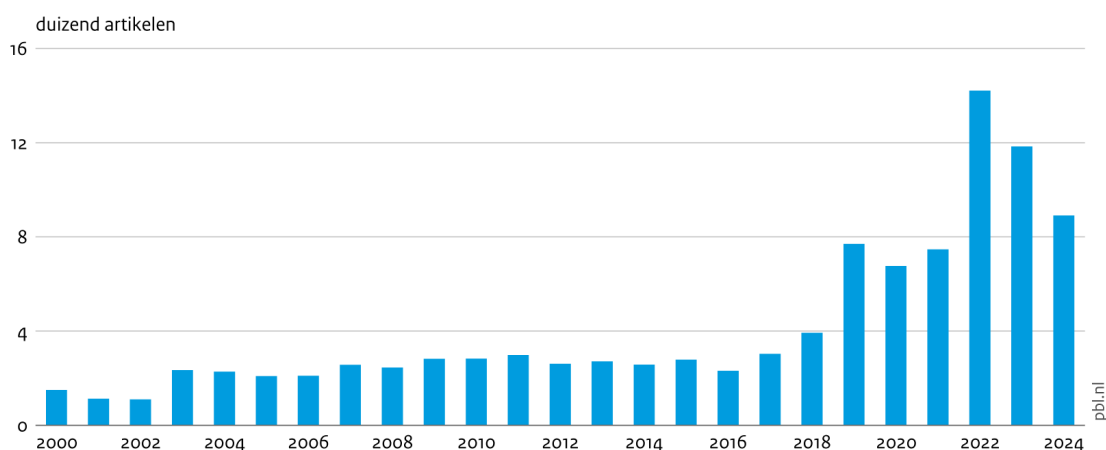
Dat de interactie tussen landbouw en natuur een maatschappelijk en politiek vraagstuk is, is de laatste jaren overduidelijk geworden, door de vele aandacht die het onderwerp krijgt in media, politiek en samenleving. Voor die aandacht en de mate daarvan is de gerechtelijke uitspraak van de Raad van State op 19 mei 2019 over het Programma Aanpak Stikstof (PAS) een belangrijk keerpunt. Deze uitspraak wordt ook wel gezien als het startpunt van de 'stikstofcrisis'.

Waar het PBL in 2018 nog schreef dat het landbouw- en natuurbeleid zich in een 'onderhoudssfeer' bevond van weinig fundamenteel politiek debat (PBL 2018), is dat beeld ruim zeven jaar later totaal anders. De PAS-uitspraak ging over de manier waarop natuurvergunningen voor stikstofemissies werden verleend en of deze voldoende garanties bood voor natuurherstel. Na de uitspraak heeft

het aantal rechtszaken rond landbouw, stikstof en natuur een vlucht genomen. Hoewel deze rechtszaken vergunningverlening lastig maakten, en het landbouw- en natuurbeleid op scherp stelden, heeft deze juridificering van het vraagstuk nog allerm minst tot een concrete oplossing voor het stikstof- en natuurprobleem geleid (zie ook: Zouridis et al. 2022).

Wat de rechtszaken vooral lijken te doen, is de maatschappelijke, politieke en beleidsdiscussie over landbouw en natuur – en in mindere mate waterkwaliteit en klimaat – in een stroomversnelling brengen. Waar in de jaren vóór de PAS-uitspraak al een voorzichtige stijging te zien was in de maatschappelijke aandacht voor onderwerpen als landbouw, boer of natuur, explodeert deze aandacht vanaf 2019 (zie figuur 1.5). Met de vele aandacht en de zorgen rond het juridificeren van stikstofuitstoot en stikstofmaatregelen, politiseren de onderwerpen landbouw en natuur. Dat wil zeggen dat ze nadrukkelijk onderwerp worden van politieke discussie. Daarbij zorgt de complexiteit van het landbouw- en natuurvraagstuk ervoor dat een louter politiek debat niet als vanzelf tot oplossingen leidt. Politieke afwegingen worden lastig zolang er geen helder beeld bestaat van welke aanpassingen in de landbouw tot welke mate van natuurverbetering leiden, en wat de maatschappelijke consequenties van die aanpassingen zijn.

Figuur 1.5
Dagbladartikelen over 'boeren' en 'natuur'



Bron: LexisNexis

De aandacht voor en politisering van landbouw en natuur maakt dat een landbouw- en natuurverkenning juist nu relevant is. Van een afstandje gezien lijken er in ieder geval twee onderwerpen te zijn waarop het maatschappelijk debat over landbouw en natuur politiseert. Juist voor deze twee onderwerpen is het van groot belang een goed technisch inzicht te hebben om de maatschappelijke betekenis van een mogelijke beleidsaanpak rond landbouw en natuur te kunnen duiden. Daarom bieden we in deze verkenning voor deze twee zaken een gekwantificeerde duiding.

In de eerste plaats gaat het hierbij om een politisering van het type maatregelen dat wordt voorgesteld en de oplossingen die daarmee worden geclaimd. Vaak worden er uitspraken gedaan over maatregelen als 'het snijden in de veestapel', of het bouwen van meer 'emissiearme stallen'. In de discussie die daarop volgt, wordt vervolgens de effectiviteit van deze maatregelen ter discussie gesteld, en daarmee gepolitiseerd. Om tot een effectieve politieke besluitvorming te kunnen komen, vraagt deze politisering om een onderbouwde kwantificering van de effecten van de verschillende typen maatregelen, en van hoe deze maatregelen in samenhang in staat zijn

doelen wel of niet te halen. De politieke discussie kan dan gaan over de afweging van effecten en maatschappelijke consequenties zonder dat die effecten en consequenties zelf politiek ter discussie hoeven te worden gesteld.

Ten tweede valt op dat de Europese beleidsdoelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat een belangrijke rol zijn gaan spelen in zowel het beleid als de maatschappelijke en politieke discussie. Om tot een effectieve afweging van maatregelen te kunnen komen, is het zaak om te duiden wat de betekenis is van deze doelen voor duurzaamheid en biodiversiteit in algemene zin, en wat de uitruilen van de doelen zijn ten opzichte van andere maatschappelijke belangen. Daarom nemen we deze doelen hier als ijkpunt voor de scenario's voor 2050.

Voor beide politiseringen geven we een eerste aanzet in duiding in de rest van dit introductiehoofdstuk. We zoomen zo in op de schijnbare maatschappelijke tegenstelling tussen landbouw versus natuur, waarna we kort ingaan de politisering van het type oplossingsrichtingen. Daarna gaan we nader in op het type doelen dat centraal is komen te staan in de maatschappelijke discussie en hoe die doelen gezien moeten worden in breder perspectief. In de reflectie in hoofdstuk 4 van deze verkenning en in de slotbeschouwing (hoofdstuk 5) komen we hierop terug.

1.4 Van politisering naar polarisatie? Het risico van denken in eenzijdige oplossingen

Veel maatschappelijke aandacht is aan de ene kant gericht op het principiële karakter van rechtszaken op basis van natuurwetgeving, en aan de andere kant op de mogelijk verregaande consequenties van rechtszaken voor individuele boerenbedrijven en -gezinnen. Dit roept de vraag op of zich een nieuwe maatschappelijke scheidslijn aftekent. Staat een maatschappelijke tweedeling oplossingen in de weg, een tweedeling tussen bijvoorbeeld stad en platteland, of tussen natuurminnend Nederland en agrarische bedrijven en belangen (zie bijvoorbeeld Huijsmans 2024).

Het is echter de vraag of dit een juist beeld is van de maatschappelijke onrust rond landbouw en natuur. Zoals het Sociaal en Cultureel Planbureau en anderen al eerder aangaven is er weinig bewijs voor een duidelijke maatschappelijk scheidslijn rond deze thematiek (zie Trienekens et al. 2024; SCP 2024; SCP 2023; Aarts & Leeuwis 2024; Huijsmans 2024). Meerjarig onderzoek naar het draagvlak voor natuur laat bovendien zien dat er al jaren breed draagvlak voor natuur bestaat (CLO 2025b). Een overgrote meerderheid van de respondenten waardeert de natuur en ziet de noodzaak van natuurbeleid, zelfs als dit een prijs heeft.

In combinatie met deze steun voor natuur en natuurbeleid zien we iets opvallends. Ook de steun voor agrarische landschappen is relatief hoog, bijna net zo hoog als bijvoorbeeld voor de Veluwe (CLO 2025b). Krijgen mensen de vraag voorgelegd wat zij een mooi en aantrekkelijk groen gebied vinden, dan krijgen de duinen, de Veluwe en veel Natura 2000-gebieden veel waardering, maar ook het agrarisch gebied in Zuid-Limburg, de Achterhoek en delen van Zeeland (Davis et al. 2016). Agrarisch landschap staat natuurlijk niet per se gelijk aan natuur, maar is wel onlosmakelijk verbonden met de landbouw. Een vergelijkbare – in dit geval bijna unanieme – steun voor zowel de landbouw als de natuur doet zich op specifieke momenten voor in de politiek. Ten tijden van de boerenprotesten stemden 144 Kamerleden in 2021 vóór een Kamermotie die pleitte tegen een strikte focus op de stikstofdoelen en vóór 'brede natuurdoelstellingen en de toekomst van de

landbouw' (Tweede Kamer 2022). Dit illustreert dat het niet eenvoudig is een eenduidige scheidslijn te trekken door de politiek of samenleving waarlangs de steun voor landbouw en natuur uiteenvalt. Er is grote steun voor natuur, er is grote steun voor landbouw, en in veel gevallen zal die steun van dezelfde burgers en politici komen.

Polarisatie lijkt vaker te gaan over oplossingsrichtingen dan over het probleem

Zoomen we in op de discussie, dan lijken standpunten in het debat eerder te polariseren rond specifieke onderwerpen. Vaak gaat het om concrete onderwerpen zoals het type landbouw dat wordt voorgesteld, het type natuur dat wordt gewenst, de voorgestelde regulering, de maatschappelijke consequenties van die regulering en de (on)rechtvaardige verdeling van die consequenties (Aarts & Leeuwis 2024; Trienekens et al. 2024). Opvallend bij veel voorstellen is dat de omvang van de effecten op bijvoorbeeld de natuurkwaliteit, of de oorzakelijke relatie van die effecten, zelden expliciet gemaakt worden. Wordt bijvoorbeeld biologische landbouw voorgesteld als oplossing, dan blijft onduidelijk hoeveel biologische landbouw welk deel van het probleem in welke mate oplost. Wordt innovatie in stalsystemen voorgesteld, dan blijft onduidelijk wat daarmee bereikt kan worden (zie bijvoorbeeld Van Eldik & Van Dam 2024). Het kan gezien worden als een illustratie van de complexiteit van het vraagstuk. Doordat een gedeelde kennisbasis in het debat lijkt te ontbreken bestaat er veel ruimte voor polarisatie. In vergelijkbare zin blijken boeren allerminst tegen duurzamere vormen van landbouw te zijn (Bouma et al. 2020), maar heerst onder deze groep vooral een grote onrust over wanneer welk type verduurzaming in welke mate voldoende zal zijn, en waarom (zie ook Remkes 2022; Trienekens et al. 2024). Ook hier lijkt het ontbreken van een duidelijk beeld over wat er concreet van beleidsmaatregelen verwacht kan worden een belangrijke voedingsbodem voor onrust.

De onbalans tussen landbouw en natuur lijkt daarmee veel minder omstreden. De polarisatie lijkt vooral te zitten rond de vraag welke maatregelen worden voorgesteld, wat met die maatregelen wordt opgelost, wat de maatschappelijke consequenties zijn, wanneer het genoeg is, en vooral waarom. Ondanks dat er veel studies zijn gedaan die deelantwoorden geven op deze vragen (zie bijvoorbeeld Van Hinsberg 2020; Lesschen et al. 2020; Westhoek et al. 2024), bestaat er geen studie die een samenhangend antwoord geeft. De veelheid aan complexe deelstudies die hooguit stukjes van het antwoord geven riskeren verschillende interpretaties en probleemdefinities. Naast dat beleidsmaatregelen mogelijk tot pijnlijke consequenties kunnen leiden voor agrarische bedrijven en het turbulente debat uiteraard ook gevoed wordt door deze soms heel concrete pijn, lijkt de veelheid aan interpretaties rond wat *precies* het probleem is en wat *precies* de bijpassende oplossing bovenal tot spraakverwarring te leiden (Aarts en Leeuwis 2024; Van Lieshout et al. 2011).

Uitersten in het debat leiden in isolatie niet automatisch tot een oplossing

Met deze verkenning wil het PBL niet alleen de keuzeruimte voor een nieuwe toekomstige balans tussen landbouw en natuur verkennen. We pogen met deze verkenning ook een bijdrage te leveren aan een gestructureerd debat, om zo de politieke afweging te vergemakkelijken. Zoals gezegd, stellen we daarbij geen specifieke balans voor tussen landbouw en natuur. Wel willen we laten zien wat welk type maatregelen in welke mate kan bijdragen aan de oplossing van welk probleem. Om dit geloofwaardig te doen moeten de te verkennen mogelijkheden om landbouw en natuur in balans te brengen op zijn minst een reflectie zijn van het politiek-maatschappelijke debat.

In onze aanpak sluiten we aan bij veel wetenschappelijke analyses die aangeven dat enige politieke polarisatie niet slecht hoeft te zijn (zie bijvoorbeeld: Dewulf & Bouwen 2012; De Graaf 2025; Van Alstein 2022). Polarisatie reflecteert de maatschappelijke relevantie van het onderwerp en

expliciteert standpunten, belangen en maatschappelijke zorgen. Het stelt de samenleving in staat te leren en standpunten bij te stellen. Met andere woorden, dat in het debat over landbouw en natuur de voorgestelde oplossingsrichtingen soms ver uit elkaar lijken te liggen biedt ook een veelzijdig palet aan mogelijke deeloplossingen. Deeloplossingen waarvan onderling geleerd kan worden, en die mogelijk juist in onderlinge combinaties tot een maatschappelijk betere uitkomst kunnen leiden.

Bij te veel polarisatie verdwijnt echter de uitwisseling van argumenten en wordt het politieke proces explosief. Het sluiten van een compromis wordt dan lastig. Juist die uitwisseling van argumenten is daarom belangrijk bij het vinden van politieke oplossingen voor de technisch complexe vraagstukken rond landbouw en natuur. Deze verkenning sluit daarom aan bij de argumenten die aan de verschillende zijden van het maatschappelijk debat geuit worden. We nemen de argumenten als uitgangspunt bij het kwantificeren van mogelijke oplossingsrichtingen. Door de effecten en implicaties van verschillende oplossingsrichtingen uit het maatschappelijk debat te structureren en kwantificeren beoogt het PBL een bijdrage te leveren aan een gestructureerd debat waarin argumenten van beide zijden onderling erkend worden, uitgewisseld kunnen worden en zo tot een geïnformeerde politieke afweging kunnen leiden.

Vooruitblikkend op de conclusies van deze verkenning valt op dat het onderling onderkennen van mogelijke (deel)oplossingen van essentieel belang zal zijn om überhaupt tot een nieuwe balans te kunnen komen tussen landbouw en natuur. Een nieuwe balans zal in alle gevallen *meerdere* verregaande aanpassingen in de landbouw – én in het natuur- en waterbeheer – vragen om in 2050 de internationaal afgesproken doelen daadwerkelijk binnen bereik te brengen. Veel van deze aanpassingen worden nu nog in het maatschappelijke debat eenzijdig tegenover elkaar gesteld. Zo biedt uitsluitend technologische innovatie geen afdoende balans om de doelen te halen. Maar louter focussen op een natuurinclusieve landbouw doet dit evenmin. In de slotbeschouwing van deze verkenning (hoofdstuk 5) reflecteren we bovendien op het belang van een breed gedragen meerderheid om een nieuwe balans tussen landbouw en natuur ook plausibel te maken. Ook daarvoor zal de onderkenning van een breed palet aan mogelijke deeloplossingen van groot belang zijn.

1.5 Ijkpunt van de verkenning: Europese doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat

Dat naast polarisatie rond het type problemen en oplossingen, ook de Europese doelen voor natuur, water, en klimaat gepolitiseerd zijn geraakt, maakt dat we deze doelen een plek moeten geven in deze verkenning. Die politisering gaat hoofdzakelijk over het ‘doelgat’, of simpel gezegd de afstand van bijvoorbeeld de Nederlandse waterkwaliteit tot de doelen uit de KRW. Een gestructureerde maatschappelijke discussie zal ook gestructureerd moeten worden waar het over het halen van de doelstellingen gaat. Wat moet er concreet gebeuren om het doelgat te dichten? Welke maatregelen zijn nodig? Daarnaast wordt zo af en toe ook het bestaan van de doelen zelf gepolitiseerd, vaak gaat dat over de (wettelijke) concretisering van de algemeen geformuleerde ambities achter de doelen. Niet biodiversiteitbehoud wordt gepolitiseerd, maar de concrete invulling van die ambitie in bijvoorbeeld de wettelijk vastgelegde stikstofdoelen. Vaak hangt de politisering van het doel zelf uiteraard samen met de afstand tot het doelgat, en de maatschappelijke consequenties van het dichten van dit gat. We zullen daarom in deze verkenning uitgaan van de afstand die er bestaat tot de doelen. We zullen ook stilstaan bij het concrete en harde karakter van een aantal van deze doelen.

Dat de Europese beleidsdoelen een belangrijke rol zijn gaan spelen in beleid, politiek en samenleving is begrijpelijk. De doelen volgen immers uit maatschappelijk ervaren problemen rond de achteruitgang van bijvoorbeeld natuurkwaliteit, klimaatverandering en waterkwaliteit. De doelen gaan over reële problemen die de afgelopen decennia een steeds prominentere rol zijn gaan spelen in het maatschappelijk debat. Veel Nederlanders maken zich zorgen om deze problemen (zie bijvoorbeeld: SCP 2025). Dat er ook in andere landen grote zorgen bestaan, uit zich in het politieke commitment van veel landen om gezamenlijk te werken aan een oplossing voor deze problemen. Er zijn hier dan ook op internationaal niveau afspraken over gemaakt. Het overkoepelende doel hierbij is een duurzame omgang met de internationale leefomgeving. In het geval van de achteruitgaande natuurkwaliteit, waterkwaliteit en klimaatverandering zijn het deze internationale afspraken die – veelal via een nationale vertaalslag – tot concrete, gekwantificeerde en in de tijd geplaatste beleidsdoelen hebben geleid – in de internationale literatuur ook wel *targets* genoemd.

Dat de achterliggende doelen zijn vertaald in concrete *targets* is niet van alle tijden. Waar de EU in de jaren '70 een begin maakte met het formuleren van natuurdoelstellingen in eerst de Vogel- en later de Habitatrichtlijn, duurde het tot het begin van dit millennium voordat deze richtlijnen ook vertaald waren naar concrete *targets* en gebieden. Iets vergelijkbaars is te zien voor rond internationaal afgesproken biodiversiteitsdoelen, en ondanks een lange historie van klimaatambities zijn deze pas vanaf 2015 in concrete *targets* vertaald. Vaak zijn de *targets* nationale vertalingen van de op Europees niveau vastgelegde doelen rond luchtkwaliteit, natuur, water, en klimaat. Dat wil niet zeggen dat er voorheen geen besef was van de problematiek, wel dat het politieke debat daarover vooral in termen van deze problematiek gevoerd werd en veel minder in termen van een 'doelgat' dat het beleid nog zou moeten dichten, vaak vóór een specifiek moment in de tijd.

Dat er steeds meer aandacht is voor deze concrete beleidsdoelen, zou daarom gezien kunnen worden als een van de successen van het beleid. Konden de beleidsdoelen rond natuur, milieu en klimaat een decennium geleden veelal nog tot de ambtelijke machinerie onder de beleidsmotorkap gerekend worden, inmiddels zijn deze in het centrum van de maatschappelijke discussie over landbouw, natuur, en klimaat komen te staan. Zo heeft de Urgenda-zaak tot veel media-aandacht geleid, tot veel politiek debat en veel maatschappelijk bewustzijn over het bestaan van klimaatdoelen. Deze rechtszaak is mogelijk gemaakt *juist* doordat er concrete, wettelijk vastgelegde klimaatdoelen bestaan. Wat de Urgenda-zaak en de nasleep daarvan in zekere zin laten zien, is dat de manier waarop in de politiek en het beleid met deze doelen wordt omgegaan, een heel eigen dynamiek kent. Het is een dynamiek die van groot belang is voor de keuze voor het type maatregelen om de doelen te realiseren, de allocatie van de middelen hiervoor en de politieke evaluatie van het gevoerde beleid (zie ook: Zouridis et al. 2022).

Het risico van een focus op doelen: operatie geslaagd, patiënt overleden

Niet alleen kunnen concrete doelen tot veel politieke en maatschappelijke aandacht leiden, het gekwantificeerde karakter ervan maakt dat niet elke vorm van verduurzaming meer als even 'doelmatig' kan worden beschouwd. Doordat er specifieke stikstofdoelen bestonden, versmalde de discussie over natuurbeleid in Nederland automatisch tot een hoogoplopende discussie over stikstofbronmaatregelen en welke economische sector hoeveel maatregelen voor zijn rekening moest nemen. Dit terwijl een doelmatig natuurbeleid wellicht om een andere, bredere of gebiedsspecifieke beleidsfocus vraagt (PBL 2019, 2021).

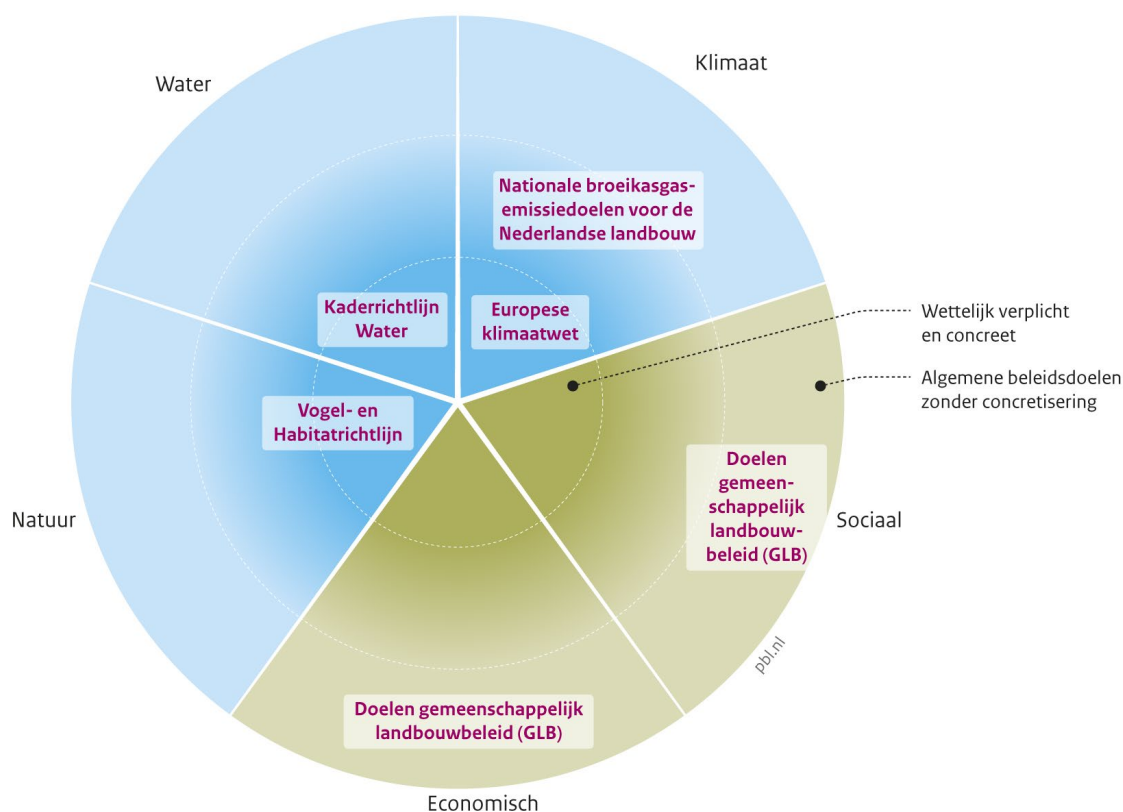
Als het gekwantificeerd is, kan het beleid als slechter of beter beoordeeld worden naarmate het

doel dichterbij komt. Hierbij bestaat echter het risico dat de waaier aan onderliggende problemen en mogelijke maatschappelijke afwegingen daarbij geen rol meer speelt (Scott 1998). Hierdoor kan ook de politieke manoeuvreerruimte versmallen. Zo komen ministers niet meer weg met een politiek gemotiveerde onderbouwing over de maatschappelijke problemen en de besteding van middelen; zij moeten er op zijn minst een ‘doorrekening’ bij presenteren, bij voorkeur van een gezaghebbend instituut dat aangeeft dat met het voorgenomen budget en de voorgenomen maatregelen de doelen in samenhang gehaald zullen worden (Halffman 2009).

Wat bij een focus op de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat verder opvalt, is dat er heel veel doelen bestaan die maatschappelijk minder aandacht krijgen. Denk aan beleidsdoelen voor de omgang met dieren, emissies van een veelheid aan stoffen, grenswaarden voor concentraties van stoffen, maar ook procesdoelen voor bijvoorbeeld een ‘goede ruimtelijke ordening’ of een VN-doel voor ‘good governance’. Specifiek voor de landbouw bestaat er ook nog een waaier aan sociaaleconomische doelen, veelal vastgelegd in het Europese Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (GLB) (zie figuur 1.6). Deze doelen zijn veelal algemeen geformuleerd, en daarmee minder hard dan de concrete, wettelijk vastgelegde Europese doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat. In algemene zin zijn de doelen voor de ‘zwakkere’ belangen natuur, waterkwaliteit en klimaat dus harder dan de sociaaleconomische doelen (zie figuur 1.6).

Figuur 1.6

Hardheid van verschillende typen doelen in het landbouw- en natuurdomein



Bron: PBL

Dit is ook begrijpelijk. Het zijn de ‘zwakkere’ belangen, die – onder druk van krachtige maatschappelijke belangen als economische groei of betaalbaar voedsel – het risico lopen het onderspit te delven. Concrete en wettelijk verplichte ‘harde’ targets voor zwakke belangen kunnen in dat geval heel effectief zijn om er de aandacht van het beleid op te richten. Zij leiden vaak tot een sterke betrokkenheid van gezaghebbende wetenschappelijke kennis om de voortgang richting het gekwantificeerde doel te monitoren en ex-ante-inschattingen van beleidsvoornemens te maken. Daarnaast stellen dergelijke doelen een betrokken samenleving in staat beleidsinspanning ook via de rechter af te dwingen. Daar kan tegenover staan dat de aandacht voor andere, minder dwingende, beleidsdoelen relatief afneemt. Daar kan ook tegenover staan dat het onderliggende maatschappelijke doel uit het oog verloren wordt door al het beleidsgeweld dat gericht is op het halen van dat doel. Het risico is hierdoor aanwezig dat na veel inspanning de operatie is geslaagd terwijl de patiënt is overleden.

Ogen op de bal: de relevantie van een verkenning die uitgaat van gekwantificeerde Europese doelen

De maatschappelijke nadruk op beleidsdoelen (of targets) kan er bovenal voor zorgen dat samenleving en politici verwachten dat de doelen met een specifieke beleidsroute ook in de daarvoor gestelde termijn kunnen worden gehaald – met mogelijke civiele rechtszaken of inbreukprocedures van de Europese Commissie bij twijfel daarover. Zeker waar het halen van de concrete doelen om heel complexe systemische veranderingen vraagt, zoals in het geval van landbouw en natuur, ligt het voor de hand dat dit zal leiden tot een constante iteratie tussen bestuur, politiek en gezaghebbende wetenschappelijke kennis (Halffman 2009). Immers, om het effect van een politieke keuze in te kunnen schatten, is een complexe doorrekening nodig. Daarmee leiden concrete beleidsdoelen al snel tot een verwetenschappelijking van het beleid en het politieke debat daarover (Guston 2001).

Daarom ontkomen we er in deze verkenning niet aan om uit te gaan van de meest dominante doelen. Sterker nog: doen we dat niet, dan zou deze studie als gratis kunnen worden opgevat. Welke relevantie heeft deze immers wanneer ze niets zegt over het beleidsmatig zo belangrijk geachte doelbereik? We gaan in deze verkenning daarom uit van de concrete targets uit de Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen (VHR), Kaderrichtlijn Water (KRW) en de Europese Klimaatmitigatiedoelen. We spreken daarbij consequent over *doelen*, ook als ze heel concreet zijn. We gaan er in deze verkenning van uit dat landbouw en natuur ‘in balans’ zijn als de doelen voor natuur (VHR) water (KRW) en klimaat gehaald zijn. Een punt van aandacht daarbij is dat er nog geen concrete nationale vertaling bestaat van het Europese klimaatdoel om als lidstaat in 2050 klimaatneutraal te zijn. Dit betekent dat er geen klimaatdoel voor de landbouw en landgebruik in 2050 bestaat. Daarom hanteren we in deze verkenning een uit eerdere studies afgeleid *werkdoel* voor de klimaatopgave voor landbouw en landgebruik. Dat we in deze verkenning uitgaan van concrete beleidsdoelen impliceert dat we voortdurend zicht moeten houden op de bredere maatschappelijke vraag die ooit ten grondslag lag aan deze doelen: een gezonde leefomgeving voor nu en later, alsmede de bredere waaier aan maatschappelijke doelen die niet in concrete doelen gekwantificeerd zijn. In de reflectie aan het eind van deze verkenning zullen we het gekwantificeerde doelbereik bezien in het licht van deze bredere maatschappelijke opgave.

2 Aanpak en methode

2.1 Aanpak op hoofdlijnen

In hoofdstuk 1 constateren we dat landbouw en natuur met elkaar in onbalans zijn. Dat roept de vraag op wáár dan wel de juiste balans ligt. In de Landbouw- en Natuurverkenning verkennen we welke keuzes er gemaakt kunnen worden. We vertrekken vanuit het huidige turbulente maatschappelijke en politieke debat, maar kijken nadrukkelijk naar de lange termijn. Daarbij nemen we een aantal ingrediënten van dat debat bij elkaar:

- De in Europees verband vastgestelde doelstellingen voor natuur (Vogel- en Habitatrichtlijn), waterkwaliteit (Kaderrichtlijn Water) en klimaat (Europese klimaatwet, waarbij de lidstaten gaan over de nationale verdeling van emissiedoelstellingen tussen sectoren). Hierna refereren we hiernaar als ‘de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat’.
- Het huidige, ingezette beleid door de Nederlandse overheid, en welk effect dat de komende jaren naar verwachting al heeft op de doelstellingen.
- Voorkeursrichtingen voor de Nederlandse landbouw en natuur, afgeleid uit het politiek-maatschappelijke debat.
- De potentie van verschillende typen aanpassingen in de landbouw, landinrichting, het waterbeheer en natuurbeheer.

We combineren deze ingrediënten in een scenario-aanpak. Daarbij werken we met de aanname dat voor een nieuwe balans tussen landbouw en natuur in ieder geval de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat binnen bereik gebracht moeten worden (zie paragraaf 2.1.1). We gebruiken een referentiescenario om te laten zien hoe groot de opgave nog is om de drie doelen in Nederland te bereiken, als autonome trends doorzetten en het staande en uitgewerkte beleid worden uitgevoerd (zie paragraaf 2.2.1). Vervolgens leiden we uit het politieke en maatschappelijke debat twee voorkeursrichtingen af voor de toekomst van landbouw en natuur. Dit zijn, aan de ene kant, een voorkeur voor intensief-technologische oplossingen en ruimtelijke optimalisatie van landbouw en natuur. En, aan de andere kant, een voorkeursrichting voor natuurinclusieve oplossingen en het verweven van landbouw en natuur (zie paragraaf 2.2.2).

We concretiseren deze voorkeursrichtingen in kwantitatieve scenario's, door ze in te vullen met specifieke aanpassingen in de landbouw en het natuur- en waterbeheer. Aanpassingen zijn bijvoorbeeld de opschaling van agrarisch natuurbeheer, het gebruik van nieuwe typen stallen, of het hermeanderen van beken (zie paragraaf 2.2.3). Dit resulteert in een intensief-technologische scenario en een natuurinclusief scenario.

We richten de scenario's kwantitatief zo in (welke aanpassingen zijn nodig, en in welke mate) dat de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat binnen bereik komen. De mate waarin de doelen worden gehaald beoordelen we aan de hand van indicatoren (zie paragraaf 2.1.1 en 2.2.4). De onzekerheden die met deze aanpak gepaard gaan, beschrijven we in paragraaf 2.2.5.

Met deze aanpak spannen we de keuzeruimte op. De twee scenario's, die reflecties zijn van de voorkeursrichtingen in het politiek-maatschappelijke debat, zijn de twee hoekpunten waartussen gezocht kan worden naar een toekomstige balans tussen landbouw en natuur. Hiermee geven we

invulling aan het doel van de verkenning: het structureren van het politiek-maatschappelijke debat over landbouw en natuur (zie hoofdstuk 1).

2.1.1 De doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat

In deze verkenning gaan we uit van drie doelen, waar Nederland, als onderdeel van de EU, zich aan heeft gecommitteerd (zie ook hoofdstuk 1). Dit zijn de doelen uit de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR), de Europese Kaderrichtlijn Waterkwaliteit (KRW), en de Europese doelstelling voor klimaatneutraliteit in 2050.

De **Vogelrichtlijn** beoogt de instandhouding van alle natuurlijk in het wild levende vogelsoorten op het Europese grondgebied van alle Europese lidstaten. De **Habitatrichtlijn** beoogt de biologische diversiteit te waarborgen door de natuurlijke habitats, en de wilde flora en fauna in stand te houden op het Europese grondgebied van alle Europese lidstaten. De Vogelrichtlijn heeft als doel een stabiele of positieve populatietrend van soorten. Het doel van de Habitatrichtlijn is het bereiken van een 'Gunstige Staat van Instandhouding' (Svl) voor soorten en habitattypen. Deze doelen zijn gericht op de landelijke staat van instandhouding en landelijke trends van vogels.

In de scenario's beoordelen we het doelbereik voor natuur door te kijken naar de mate waarin de omgevingscondities en ruimtelijke condities voor het duurzaam voorkomen van soorten van de Vogel- en Habitatrichtlijn voor de Nederlandse landnatuur worden gerealiseerd. Daarbij kijken we naar een selectie van de VHR soorten en de typische soorten van habitattypen. We kijken dus naar condities voor het duurzaam voorkomen van VHR soorten op de schaal van Nederland. Dit beschouwen we als een indicator voor de landelijke staat van instandhouding. We kijken nadrukkelijk naar de *landelijke* staat van instandhouding (via de bovengenoemde indicator). De achtergrond hiervan is dat het bereiken van de instandhoudingsdoelen per Natura 2000 gebied niet betekent dat er op nationaal niveau een gunstige staat van instandhouding wordt bereikt. En vice versa, dat kijken naar de landelijke staat van instandhouding de oplossingsruimte voor het bereiken van een gunstige staat van instandhouding vergroot, doordat gebieden buiten Natura 2000 gebieden ook kunnen bijdragen aan de instandhouding. We kijken dus niet naar het verslechtingsverbod uit de VHR dat geldt voor de individuele Natura 2000-gebieden.

De **Kaderrichtlijn Water (KRW)** is gericht op de bescherming van het Europese landoppervlaktewater, overgangswater, kustwateren en grondwater om aquatische en grondwaterafhankelijke ecosystemen te behouden, te verbeteren en duurzaam gebruik mogelijk te maken. Het doel is daarom een goede toestand voor oppervlaktewateren en grondwateren te bereiken. In de scenario's beoordelen we het doelbereik aan de hand van de ecologische toestand en dan specifiek naar de bijbehorende kwaliteitselementen biologie en nutriënten, waarbij deze laatste binnen de KRW onderdeel uitmaken van een bredere set aan fysisch-chemische elementen. We kijken niet naar de chemische kwaliteit en de grondwaterkwaliteit.

Met de **Europese Klimaatwet** beoogt de Europese Unie klimaatverandering tegen te gaan en de daarmee gepaard gaande risico's te mitigeren. De Europese lidstaten hebben afgesproken om in 2050 klimaatneutraal te zijn. Nederland heeft ook een Klimaatwet, waarin is vastgelegd dat de uitstoot van broeikasgassen in 2050 95 procent minder moet zijn ten opzichte van 1990. Deze doelen zijn door de Nederlandse overheid nog niet doorvertaald naar een sectordoel voor landbouw en landgebruik. Ook is het wel of niet mogen uitruilen van emissies met andere Europese lidstaten die veel CO₂ vastleggen in bijvoorbeeld bossen, nog een open vraag. Als enige van de drie doelen is de klimaatopgave voor landbouw en landgebruik in Nederland dus nog open voor

discussie. Een klimaatneutrale landbouw is technisch zeer complex, ook zonder veehouderij. We gaan er in deze verkenning van uit dat er vraag zal blijven naar landbouwproducten, ook naar dierlijke producten. Op basis van de Toekomstverkenning Klimaatneutraal Nederland van het PBL (Westhoek et al. 2024) kiezen we als concreet werkdoel voor 2050 een restemissie van 8,5 megaton CO₂-equivalenten voor de landbouw, zonder de mogelijkheid van het uitruilen van emissies met andere lidstaten. Daarnaast bespreken we wat een restemissiedoel van 11 megaton CO₂-equivalenten zou betekenen voor de uitkomsten van de scenario's. Voor landgebruik gebruiken we een werkdoel van 0,3 megaton CO₂-equivalenten restemissie, met een alternatief restemissiedoel van 1,2 megaton CO₂-equivalenten.

Ondanks dat voor de doelen van de VHR geen jaartal is vastgesteld, en dat de doelstelling voor de KRW in 2027 ligt, werken we in deze verkenning met de aanname dat het in 2050 halen van deze doelen een indicator is voor het in 2050 bereiken van een nieuwe balans tussen landbouw en natuur. We zullen zoals gezegd in het vervolg aan deze drie doelen en de bijbehorende doelstellingen refereren als 'de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat'. Voor klimaat benadrukken we dat het hier specifiek gaat over het doel tot reductie van broeikasgasemissies (klimaatmitigatie), en niet over de aanpassing van de leefomgeving aan de gevolgen van klimaatverandering (klimaatadaptatie).

2.1.2 Afbakening: nadruk op de relatie tussen landbouw en natuur

We kijken in deze verkenning naar de balans tussen natuur en landbouw. De nadruk van de analyse ligt dan ook op de manieren waarop natuur en landbouw elkaar beïnvloeden, in het licht van de drie doelstellingen rond natuur, waterkwaliteit en klimaat. Het gevolg van die nadruk betekent dat we in deze verkenning onderwerpen als stedelijke natuur en mariene natuur - die minder zijn gerelateerd aan landbouw - niet, of maar zeer beperkt, beschouwen. Voor de landbouw geldt dat we beperkt kijken naar bijvoorbeeld de macro- en bedrijfseconomische ontwikkelingen van de landbouw op de lange termijn, of de gevoeligheid voor bredere ontwikkelingen zoals EU-uitbreiding, handelsafspraken of doorbraaktechnologieën. Een economische reflectie op de scenario's is wel separaat uitgevoerd door Wageningen Social and Economic Research (WSER, Berkhout et al. 2025). Onderdelen van die analyse zijn in hoofdstuk 4 opgenomen.

Nationale stikstofdoelen nemen we in deze verkenning niet als uitgangspunt. Ze zijn instrumenteel voor het halen van de VHR-doelen. Daarnaast is het relevant dat in 2024 in de EU de Natuurherstelverordening is aangenomen⁵. De Natuurherstelverordening legt een tijdlijn vast voor lidstaten voor natuurherstel. Specifiek gaat het daarbij om het nemen van maatregelen die als doel hebben om voor 90 procent van de aangewezen natuurgebieden de VHR-doelen in 2050 binnen bereik te brengen. De beleidsinspanning die door een lidstaat geleverd moet worden voor de VHR-doelen is daarmee in de tijd dus dwingender geworden. De Natuurherstelverordening introduceert ook nieuwe doelen voor natuur, bijvoorbeeld herstel van stedelijke en landbouw-ecosystemen. Deze zijn niet meegenomen in de analyse naar doelbereik voor natuur.

Voor waterkwaliteit kijken we naar de ecologische waterkwaliteit en de bijbehorende kwaliteitselementen biologie en nutriënten, waarbij deze laatste binnen de KRW onderdeel

⁵ Verordening (EU) 2024/1991 van het Europees Parlement en de Raad van 24 juni 2024 inzake natuurherstel en tot wijziging van Verordening (EU) 2022/869

uitmaken van een bredere set aan fysisch-chemische elementen. We kijken dus niet naar de chemische kwaliteit en naar de grondwaterkwaliteit. Dit impliceert ook dat de berekeningen voor de ecologische kwaliteit onzeker zijn waar het gaat over de effecten van verontreinigende stoffen op de ecologie (Van den Roovaart et al. 2024). Wel gaan we in tekstkader 3.2 nader in op de rol van verontreinigende stoffen (waaronder gewasbeschermingsmiddelen) op het doelbereik.

In de verkenning nemen we bij de twee scenario's geen aanvullende aanpassingen mee in andere sectoren dan landbouw en natuur. Dit is relevant voor bijvoorbeeld stikstofemissies waar naast de landbouw ook andere sectoren (zoals mobiliteit en industrie) een bijdrage aan leveren. Evenmin gaan we in op de effecten van potentiële veranderingen in het buitenland die kunnen leiden tot een lagere stikstofuitstoot of nutriëntenbelasting in het water. In het referentiescenario houden we wel rekening met effecten van het huidige uitgewerkte en staande beleid op de daling van stikstofemissies bij andere sectoren en in het buitenland. Ook kijken we naar de invloed van dat beleid op de nutriëntenemissies naar het water afkomstig uit andere sectoren binnen Nederland of de nutriëntenbelasting in water dat via de grote rivieren Nederland binnenstroomt.

Tot slot kijken we in deze verkenning niet naar specifieke beleidsinstrumenten of combinaties daarvan, waarmee de aanpassingen uit de scenario's kunnen worden geïmplementeerd. In de reflectie in hoofdstuk 4 schetsen we wel op hoofdlijnen de voorwaarden voor de veranderingen zoals die in de scenario's worden geschetst.

2.2 Methode: de scenarioanalyse

We beschrijven hieronder achtereenvolgens de samenstelling van het referentiescenario (2.2.1), de manier waarop de voorkeursrichtingen zijn afgeleid en vertaald naar scenario's (2.2.2), de kwantitatieve invulling (2.2.3) en de doorrekening van de scenario's (2.2.4). Tot slot beschrijven we de onzekerheden waar rekening mee moet worden gehouden bij de interpretatie en het gebruik van de resultaten van de scenarioanalyse (2.2.5).

Kwantificering geeft een beeld van richting en orde-grootte van veranderingen, en hoe effecten van aanpassingen zich tot elkaar verhouden

We willen benadrukken dat de cijfers, zoals gepresenteerd als uitkomst van de scenarioanalyse, bedoeld zijn om een idee te geven van de richting en de orde-grootte van veranderingen die worden geschetst in de scenario's, en hoe de effecten van aanpassingen in de scenario's zich tot elkaar verhouden. De cijfers dienen niet te absoluut geïnterpreteerd te worden door de verschillende onzekerheden die met deze aanpak gepaard gaan (zie paragraaf 2.2.5).

2.2.1 Het referentiescenario

Het doel van het referentiescenario is om de vraag te beantwoorden: hoe dicht komt Nederland tot de doelen voor klimaat, natuur en water in 2050, als we uitgaan van de meest relevante autonome sociale en economische ontwikkelingen en de volledige uitvoering van het huidige uitgewerkte en staande beleid? Autonome ontwikkelingen omvatten ontwikkelingen zoals bevolkingsgroei, verstedelijking, economische ontwikkelingen en het schoner worden van het verkeer. Het huidige uitgewerkte en staande beleid is beleid dat reeds geconcretiseerd is in maatregelen en budgetten. Het is openbaar politiek vastgesteld in wetgeving en regelingen óf het is al openbaar. We nemen hierbij aan dat dit beleid zonder grote aanpassingen wordt uitgevoerd. Wanneer beleid een aangekondigde einddatum heeft vóór 2050, gaan we ervan uit dat er geen aanvullend beleid komt.

Het referentiescenario is gebaseerd op bestaande studies, onder andere de Klimaat- en Energieverkenning 2024, de Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050, de rapportages rond de Monitoring en Evaluatie Stikstofreductie en Natuurverbetering, de Planmonitor NOVI 2024 en de Tussenevaluatie KRW 2024 (zie tabel 2.2 voor het volledige overzicht). Niet in alle studies staat een uitspraak over 2050 (zie de kolom Zichtjaar in tabel 2.2). In die gevallen hebben we de relevante ontwikkelingen tot 2050 doorgetrokken, bijvoorbeeld via eenvoudige extrapolatie of via aannames over mogelijke veranderingen. Zo gaan we er bijvoorbeeld voor het natuurbeleid van uit dat het Natuurnetwerk Nederland (NNN) niet verder wordt uitgebreid dan in het huidige beleid is uitgewerkt. Wel gaan we ervan uit dat ook na realisatie van het NNN de beschermingsstatus uit het staande beleid blijft bestaan. Ook gaan we ervan uit dat het reguliere beheer van natuurgebieden blijft bestaan. In bijlage 1 worden de gebruikte studies voor het referentiescenario, het huidige uitgewerkte en staande beleid daarin en de manier waarop deze zijn gecombineerd tot het referentiescenario in meer detail uitgelegd. Ook andere verwachte ontwikkelingen die invloed hebben op het referentiescenario, de zogenaamde exogene factoren, worden meegenomen. Dit gaat onder andere over klimaatverandering, die deels meegenomen wordt via de KEV-landgebruiksmodellering en zoveel mogelijk aansluit bij de recente KNMI-klimaatscenario's (KNMI 2023).

Tabel 2.2
 Overzicht van de voor het referentiescenario gebruikte studies

Studie	Gebruikt in het referentie-scenario voor:	Aanpak studie	Zichtjaar	Toepassing in referentiescenario
WLO 2015 – actualisatie 2020 (Ritsema van Eck et al. 2020) ⁶	Autonome ontwikkelingen in bevolking, wonen en werken	Twee scenario’s – Hoog en Laag	2050	Aannames van scenario Hoog gebruikt als input voor Planmonitor NOVI 2024
Planmonitor NOVI 2024 (Kuiper et al. 2024)	Ramingen van toekomstige verstedelijking, met reflectie op kwetsbaarheid van deze locaties	3 scenario’s (Trend, Ruim en Ruimer) waarin steeds minder restrictief beleid t.a.v. bouwen geldt	2050	Resultaten voor verstedelijking van het ‘Trend’-scenario zijn gebruikt als input voor de KEV 2024 (landgebruik raming) en dus basis voor referentiescenario
Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2024 (PBL, TNO, CBS en RIVM 2024)	Ramingen van broeikasgasemissie en landgebruik, uitgewerkt voor relevante sectoren. Vooral	Eén scenario, met verschillende beleidsvarianten (vastgesteld, voorgenomen, geagendeerd)	2030 en 2035, met doorkijk naar 2040	Ontwikkelingen in landbouw en landgebruik in 2040 gebruikt als referentiescenario Een doorrekening

⁶ In juli 2025 is een nieuwe Toekomstverkenning WLO gepubliceerd (PBL 2025). Deze kon niet meer worden meegenomen in deze studie.

	aandacht voor effecten van het huidige en voorgenomen beleid op de emissies			met dezelfde uitgangspunten voor de INEK (Integraal Nationaal Energie- en Klimaatplan) is gebruikt voor de raming van 2050 voor landgebruik. Landbouwon ontwikkelingen zijn doorgetrokken naar 2050
Monitoring en Evaluatie Stikstofreductie en Natuurverbetering 2024 (Van Bussel & Van Hinsberg 2024)	Raming van de verwachte effecten van voorgenomen natuur- en stikstofmaatregelen op de toestand van VHR-habitattypen en soorten	Eén scenario met de aanname dat concreet uitgewerkte voorgenomen beleid volledig, zonder vertraging en ecologisch optimaal wordt uitgevoerd	2030 (gepland eind jaar voor uitvoering van al het staand beleid)	Berekende arealen natuurgebied en watercondities door staand beleid zijn 1-op-1 overgenomen in het referentiescenario. Stikstofdeposities zijn voor gebruik in deze verkenning aangepast op basis van landbouw ontwikkelingen 2027-2050
Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050. Trajecten naar een klimaatneutrale samenleving voor Nederland in 2050 (Westhoek et al. 2024)	Analyse van trajecten binnen verschillende sectoren om te komen tot een klimaatneutraal Nederland in 2050 (netto nul uitstoot broeikasgassen, met mogelijkheid to compenseren van negatieve emissies binnen Nederland)	Dertig trajecten in totaal, waarvan drie trajecten voor landbouw (excl. glastuinbouw) en landgebruik en één traject voor glastuinbouw	2050	Ontwikkeling in de glastuinbouw zijn 1-op-1 overgenomen in het referentiescenario. Voor overige sectoren deels overname (zie bijlage 1)
Ex ante evaluatie doelbereik Kaderrichtlijn Water voor de Nederlandse oppervlakte-	Raming van de verwachte effecten van voorgenomen watermaatregelen	Standaard raming met vijftien rekenvarianten om een indruk te krijgen van de invloed van weer, specifieke	2027, 2033 en 2045	Berekeningen van staand beleid tot 2027 (inclusief naijlingseffecten) zijn gebruikt als invulling voor

wateren Achtergrondrapport age bij de Tussenevaluatie KRW 2024 (Van den Roovaart et al. 2024)	op KRW- doelbereik	maatregelen en lange termijneffecten		referentiescenario 2050. Stikstofdeposities zijn aangepast voor landbouwontwikke- lingen 2027-2050
---	-----------------------	--	--	---

2.2.2 Voorkeursrichtingen voor landbouw en natuur en de vertaling naar scenario's

De kern van deze verkenning bestaat uit twee scenario's die ieder een weergave zijn van een voorkeursrichting voor de toekomst van landbouw en natuur in Nederland. Deze twee voorkeursrichtingen zijn afgeleid uit het politiek-maatschappelijke debat. Daarvoor hebben we ten eerste gekeken naar het Concept Landbouw Akkoord (CLA 2023; PBL 2023), de rapporten van het adviescollege Stikstofproblematiek en het daaropvolgende rapport 'Wat wel kan' (Remkes 2019, 2020, 2022), en het advies over duurzame toekomstperspectieven voor de landbouw van de Sociaal-Economische Raad (SER 2021). Ten tweede is er voor deze verkenning een ondersteunende studie uitgevoerd naar de maatschappelijke visies op natuur en landbouw en hieruit voortvloeiende streefbeelden (Van Eldik & Van Dam 2024). Ten derde bouwen we voort op recente studies en verkenningen van het PBL en van Wageningen Universiteit, met name de Natuurverkenning uit 2020-2022 (Van Hinsberg et al. 2020; Breman et al. 2022), de Scenariostudie perspectief voor ontwikkelrichtingen Nederlandse landbouw in 2050 (Lesschen et al. 2020) en de Ruimtelijke Verkenning (PBL 2023).

Twee voorkeursrichtingen voor de toekomst, gegrond in het maatschappelijk debat

In deze rapporten en studies zijn twee voorkeursrichtingen te onderscheiden die het debat domineren. De twee richtingen zijn een reflectie van contrasterende koersen naar de toekomst van landbouw en van natuur.

Voor de landbouw zien we aan de ene kant de voorkeur om een zeer efficiënte hightech bedrijfsvoering te ontwikkelen, gericht op productiviteit en met minimale emissies naar de leefomgeving. Aan de andere kant gaat de voorkeur uit naar extensievere, meer natuurinclusieve en gemengde bedrijfsmodellen. Of het nu over stikstof, nieuwe bedrijfsmodellen of bijvoorbeeld weidevogels gaat, vaak worden er (varianties op) deze twee archetypische voorkeurs- of oplossingsrichtingen genoemd. Dit wil niet zeggen dat deze rapporten en commissies exact dezelfde ontwikkelrichtingen voorstellen. Veelal zijn het varianties op de richtingen of worden tussenvormen voorgesteld. Belangrijk is vooral dat al deze varianties en tussenvormen elementen bevatten van *of* minder druk op de leefomgeving door meer techniek, *of* minder druk op de leefomgeving door extensivering en verweving met natuur. Deze twee richtingen zijn voor de landbouw eerder in een verkennende analyse uitgewerkt door Lesschen et al. (2020).

Er bestaat ook discussie over hoe natuur en natuurbeleid zouden moeten worden ingericht om de natuur verder te verbeteren en haar maatschappelijke rol te waarborgen. En ook hieruit kunnen twee contrasterende voorkeursrichtingen worden afgeleid. Aan de ene kant is dat de voorkeur om de huidige dominante beleidsstrategieën te intensiveren: het Natuurnetwerk Nederland (NNN) vergroten, versterken en verbeteren. Aan de andere kant is er de voorkeur om het natuurbeleid te verbreden naar een natuurinclusieve samenleving en naar synergie met andere maatschappelijke

opgaven (Buijs & Boonstra 2020; Breman et al. 2022). Beide ontwikkelrichtingen voor het natuurbeleid zijn verkend in de meest recente natuurverkenning van het PBL en de WUR (Van Hinsberg et al. 2020; Breman et al. 2022).

Het verbreden van het natuurbeleid en dit meer in verbinding brengen met de maatschappij is een regelmatig terugkerende ambitie in Nederland, maar het komt moeilijk van de grond. Dit komt mede doordat de nadruk steeds meer op de Europese afspraken is komen te liggen (Kuindersma 2020; PBL & WUR 2023). Die Europese afspraken worden ook aangewezen als een oorzaak voor de depolitisering van het natuurbeleid. De verplichtingen uit de Vogel- en Habitatrichtlijnen hebben geleid tot een meer technocratisch natuurbeleid. Dit heeft het maatschappelijk debat, over de rol van natuur en wat een legitiem natuurbeleid inhoudt, ‘gesmoord’ (Buijs & Boonstra 2020, p.191). In contrast tot de huidige dominante beleidsstrategie valt het op dat meer recente toekomstvisies op natuur veelal het belang benadrukken van maatschappelijke betrokkenheid. Ook wordt in die visies vaker genoemd dat het natuurbeleid verbonden moet worden met andere maatschappelijke opgaven, zoals klimaatverandering (Van Eldik & Van Dam 2024). Daarnaast is ook in de Natuurherstelverordening van de EU een bredere, meer integrale blik te zien op natuur en natuurherstel, bijvoorbeeld in het doel om stedelijke natuur en natuur in landbouwgebieden meer aan elkaar te koppelen.

De contrasterende koersen voor landbouw en natuur laten zich kortom combineren in twee overkoepelende voorkeursrichtingen:

1. **Een voorkeur voor intensief-technologische oplossingen en ruimtelijke optimalisatie.** De nadruk in de landbouw ligt hierbij op het intensiveren van de inzet van techniek en technische innovatie voor een hoogproductieve en tegelijkertijd zo schoon mogelijke landbouw. In het natuurbeleid ligt de nadruk op uitbreiding, herstel en beheer van natuurgebieden waar ecologische kansen het grootst zijn.
2. **Een voorkeur voor natuurinclusieve oplossingen.** De nadruk ligt hierbij op natuurinclusieve vormen van landbouw die gepaard gaan met het extensiveren van landbouwproductie, het verweven van landbouw met natuur via brede toepassing van agrarisch natuurbeheer en groenblauwe dooradering, en minder externe input van nutriënten.

Van voorkeursrichtingen naar kwantitatieve scenario's

De twee voorkeursrichtingen zijn vertaald naar twee scenario's, die beide de drie doelen binnen bereik brengen. Daarmee zijn het zogenoemde normatieve, of doelzoekende scenario's, die elk uitgaan van een normatieve maatschappelijke voorkeur (Van Vuuren et al. 2012; IPBES 2016; Aguiar et al. 2020). Bij dit type scenario's worden beleidsopties of systeemaanpassingen gecombineerd om te verkennen op welke manieren een doel bereikt kan worden, of in welke mate. Aan de hand van de scenario's kan dus worden verkend hoeveel ruimte er is voor keuzes om de drie doelen te bereiken. Hierbij kan ook duidelijk worden wat de consequenties van keuzes zijn.

De vertaling naar scenario's doen we door per scenario aannames te doen over concrete aanpassingen in de landbouw, natuurbeheer, waterbeheer en ruimtelijke inrichting, zodanig dat de drie doelstellingen binnen bereik komen. Aanpassingen zijn bijvoorbeeld natuuruitbreiding, het opschalen van agrarisch natuurbeheer, of de brede toepassing van emissiearme stallen. De aannames zijn per scenario doorgerekend en indien nodig bijgesteld, totdat de doelen voor beide scenario's, in vergelijkbare mate, binnen bereik kwamen.

In de scenario's gaan we uit van technieken die al in de praktijk bewezen zijn. Innovatieve technieken die nog enkel in theorie of in proefopstellingen zijn getest zijn geen onderdeel van de scenario's (zie ook 2.2.5 en tekstkader 3.6 in hoofdstuk 3).

De vertaling van voorkeursrichtingen naar de scenario's en de bijbehorende aanpassingen is gebaseerd op:

1. Aanpassingen die passen bij de voorkeursrichting, waarvoor is teruggegrepen op de eerder aangehaalde maatschappelijke bronnen en de analyse van visies.
2. Bestaande studies naar de mogelijke aanpassingen in landbouw en natuur en hun voorwaarden en effecten (zie bijvoorbeeld Ros et al. 2025).
3. Eerdere scenariostudies waarin vergelijkbare contrasterende koersen naar aanpassingen zijn vertaald (PBL 2019; WUR, 2021, Lesschen 2020; PBL 2023; Westhoek et al. 2024).

De samenstelling van de verschillende aanpassingen per scenario is enigszins arbitrair. Dat is inherent aan het interpreteren van een breed geformuleerde voorkeursrichting. Andere keuzes voor de invulling van de scenario's zijn mogelijk, maar die mogelijkheid is relatief smal. Dat komt doordat een type aanpassing wel consistent moet zijn met de voorkeursrichting; brede extensivering in de landbouw past niet bij de voorkeursrichting voor intensief-technologische oplossingen en ruimtelijke optimalisatie. Andere keuzes zullen dus mogelijk zijn, maar zijn dan beperkt tot het sterker of minder sterk aanzetten van aanpassingen die passen bij de voorkeursrichting. Voor het doel van de scenario's – het analyseren van de keuzemogelijkheden voor doelbereik – is die mogelijkheid van een enigszins andere invulling geen belemmering. Andere interpretaties van de voorkeursrichtingen zullen tot grotere of kleinere consequenties leiden op specifieke terreinen, omdat aanpassingen ambitieuzer of juist minder sterk worden ingezet. Het is niet waarschijnlijk dat dit tot fundamenteel andere keuzes en consequenties zou leiden, omdat de scenario's al zijn gebaseerd op contrasterende maatschappelijke voorkeursrichtingen, en de doelen niet veranderen.

Verhouding tot eerdere scenariostudies en verkenningen

De meerwaarde van deze verkenning ten opzichte van de bestaande studies is de analyse van doelbereik op de drie doelen tegelijkertijd. Ook maken we een orde-grootte inschatting van de ruimtelijke opgave die een voorwaarde is voor het halen van de natuur-, waterkwaliteit- en klimaatdoelen, en de betekenis van die opgave voor de landbouw. Daarnaast nemen we in deze verkenning nieuwe wetenschappelijke inzichten mee ten opzichte van de studies waar de verkenning op voortbouwt. Dit zijn bijvoorbeeld inzichten ten aanzien van de kritische depositiewaarden die in 2023 zijn geüpdatet, maar ook ten aanzien van technologische ontwikkelingen in de landbouw. In lijn met de genoemde studies is het zichtjaar voor deze scenario's 2050, oftewel vanaf nu ruim een generatie de toekomst in.

De scenario's verkennen de hoekpunten van het debat, niet wat maatschappelijk wenselijk of waarschijnlijk is

Of de twee scenario's, ofwel een mix ervan, bewaarheid kunnen worden, hangt af van veel voorwaarden. In de scenario's gaan we niet in op beleidsmatige implementatie van beleidsinstrumenten en de bijbehorende ontwikkeling, wetgeving, inzet en handhaving. In de scenario's zelf houden we dus geen rekening met plausibiliteit vanuit het perspectief van maatschappelijk draagvlak en van het opstellen en implementeren van beleidsinstrumenten. Dit is een bewuste keuze. Deze verkenning is gericht op de structurele aanpassingen in landbouw en natuur waarmee de doelen bereikt zouden kunnen worden. Daarmee brengen we de opgave en de daarbij horende keuzes in beeld. De verkenning is niet gericht op de invulling van hoe deze aanpassingen maatschappelijk en beleidsmatig zijn te implementeren. We gaan dus niet in op

verschillende stijlen voor de sturing vanuit de overheid, op mobilisatie van maatschappelijke actoren of op specifieke beleidsinstrumenten. Wel bespreken we de voorwaarden voor de implementatie van de gevraagde veranderingen in hoofdstuk 4.

2.2.3 Aanpassingen die bijdragen aan doelbereik voor natuur, waterkwaliteit en klimaat

Voor de invulling van de scenario's is een selectie gemaakt van de aanpassingen in de landbouw en in het natuur- en waterbeheer die passen bij de twee verschillende voorkeursrichtingen. We lichten hier toe welke aanpassingen mogelijk zijn en op welke drukfactoren – factoren die invloed hebben op natuur, waterkwaliteit en klimaat – deze ingrijpen. De sets van aanpassingen zijn gebaseerd op wetenschappelijke literatuur en beschikbare (model)analyses, die waar nodig zijn aangevuld met expertkennis. In een achtergrondrapportage beschrijven we de aanpassingen in meer detail (Pouwels et al. in prep). We bekijken de aanpassingen per doelstelling: natuur, water en klimaat. In hoofdstuk 3 en in bijlage 3 is toegelicht welke aanpassingen in welke mate zijn gebruikt in de samenstelling van de scenario's.

In deze studie kijken we alleen naar aanpassingen binnen het nationale natuur-, water- en landbouwdomein in het landelijk gebied. Er zijn bijvoorbeeld voor waterkwaliteit geen aanpassingen meegenomen voor de industrie of stedelijk water (incl. rioolwaterzuiveringsinstallaties). Ook hebben we geen aanpassingen meegenomen in stikstofemissiebronnen in sectoren buiten de landbouw en in het buitenland, en geen aanpassingen in de urbane leefomgeving. Om de drie doelen volledig te bereiken, is het een voorwaarde dat ook in deze sectoren aanpassingen worden gedaan. In hoofdstuk 3 komen we hierop terug.

Aanpassingen om de natuurdoelen te halen

Aanpassingen voor doelbereik voor natuur zijn in drie categorieën samen te vatten (zie ook figuur 2.1):

1. Passend beheer (zowel natuur- als agrarisch natuurbeheer) en bescherming van huidige en nieuwe natuurgebieden.
2. Aanpassingen in onder andere de landbouw die drukfactoren op natuur verminderen via emissieverlaging of zonering.
3. De milieu-, water- en ruimtelijke condities verbeteren door aanpassingen in het natuur-, water- en landbouwsysteem door onder andere hydrologische maatregelen, herstelmaatregelen en uitbreiding van natuur.

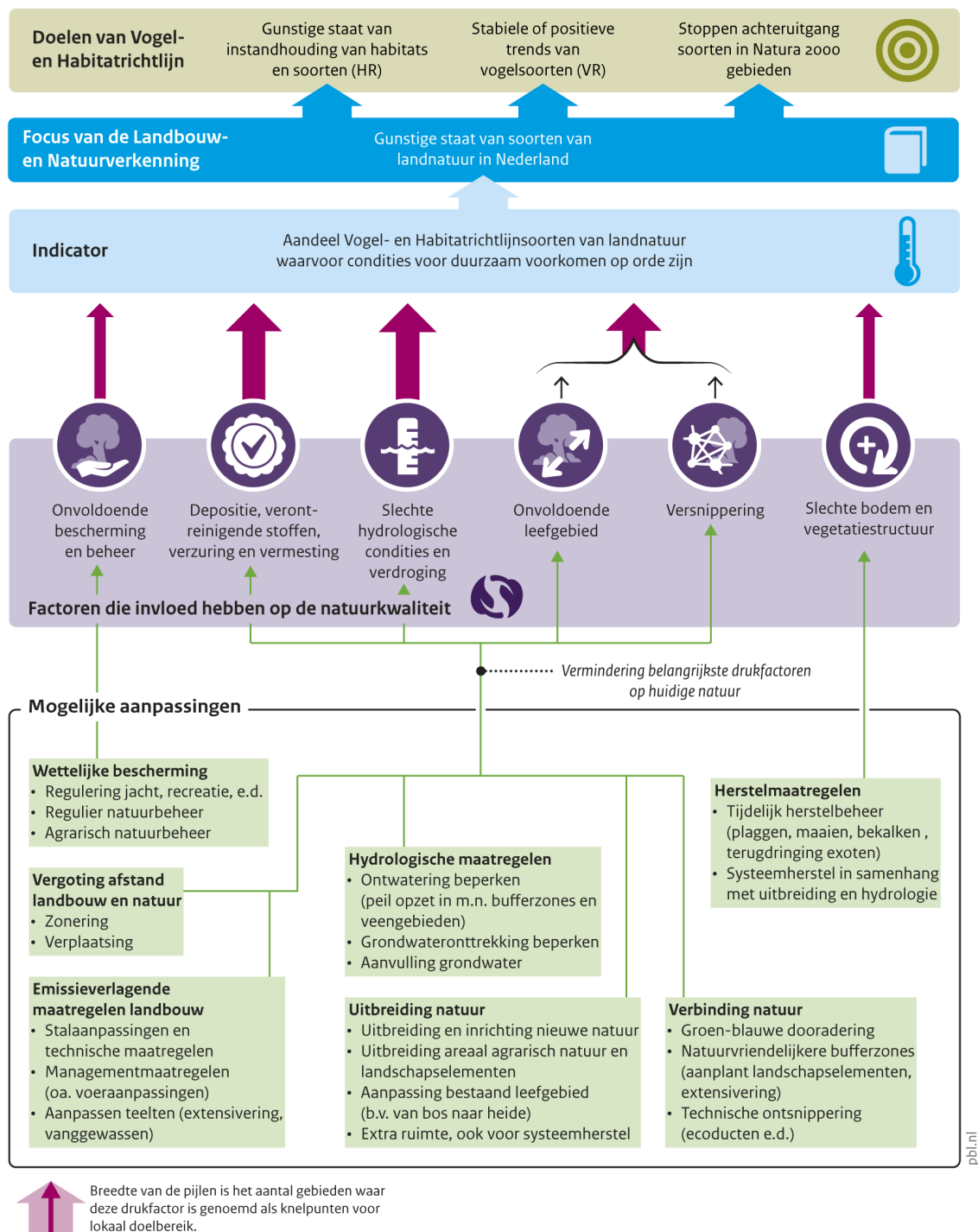
Strategieën voor natuurbeheer

Omdat mensen invloed hebben op de vorming van de Nederlandse natuur, is beheer vaak noodzakelijk om bestaande natuurwaarden en soorten uit de Vogel- en Habitatrichtlijn te behouden (PBL & WUR 2017). Er zijn verschillende mogelijke strategieën voor natuurbeheer, waar ook veel discussie over is (Buijs & Boonstra 2020). De huidige beheerstrategie is veelal intensief en kenmerkt zich in belangrijke mate door locatiegericht, kleinschalig beheer. Dit is gefocust op het behoud van lokale landschapsstructuren (heggen, bomenrijen) en specifieke habitattypen (zoals droge heide en blauwgraslanden). Meer ruimte bieden aan natuurlijke (abiotische en biotische) processen en 'natuur meer haar gang laten gaan' is een veel gehoorde tegenhanger van de huidige beheerstrategie, maar deze wordt momenteel minder frequent toegepast (CLO 1544; Sanders et al. 2016). Boeren kunnen ook een bijdrage leveren aan beheer voor soorten en structuren in het

agrarisch landschap, bijvoorbeeld via aanpassingen in het kader van Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer (ANLb).

Figuur 2.1

Natuurkwaliteit beïnvloed door landbouw en landgebruik



Bron: PBL; Ecologische Autoriteit 2024

Aanpassingen om drukfactoren te verminderen via emissieverlaging of zonering

Bij drukfactoren die te maken hebben met emissies gaat het om verzuring en vermessing door stikstofdeposities, en verontreiniging door bestrijdingsmiddelengebruik, verdroging en aantasting van het watersysteem en versnippering. In veel natuurgebieden is de stikstofdepositie uit de lucht hoger dan de kritische depositiewaarde (KDW) van betreffende stikstofgevoelige habitattypen of soorten; zo was in 96 procent van de door de Ecologische Autoriteit (2024) bekeken Natura 2000-gebieden stikstofdepositie een drukfactor voor lokaal doelbereik (CLO 159206). De kritische depositiewaarde is de hoeveelheid stikstofdepositie waarboven de natuur risico loopt op schade (Bobbink et al. 2023; Wamelink et al. 2021).

Deze stikstofdepositie op natuur komt van verschillende bronnen en daarmee zijn er ook verschillende ‘knoppen’ om depositie te verlagen. Belangrijkste bron van risico op verzuring en vermessing van natuurgebieden is de landbouw, hoewel er veel variatie bestaat tussen afzonderlijke natuurgebieden. Er zijn verschillende aanpassingen in de landbouw die kunnen bijdragen aan verdere depositiereductie (via reductie van emissies) boven op de situatie in het referentiescenario. Hierbij gaat het om aanpassingen in dierrantsoenen, diermanagement, bemesting, mestbewerking en mesttoediening én de huisvesting (stal en mestopslagen). Onderliggend aan deze aanpassingen is de samenstelling en de omvang van de veestapel. Hierbij speelt een mogelijk mestoverschot, dat in de huidige situatie en toekomstige referentiesituatie voor 2050 bestaat, een belangrijke rol: als er een mestoverschot blijft, zullen de mestgiften en aanwendingsemissies nauwelijks veranderen bij een afnemende veestapel. Daarnaast zijn er ook enkele aanpassingen mogelijk in de akkerbouw, zoals minder bemesten door inzet van stikstofbindende vlinderbloemigen, en in het landgebruik, die onder andere gericht zijn op het vergroten van de afstand tussen emissiebron en natuurgebied, bijvoorbeeld via zonering.

Verdroging en aantasting van het watersysteem is een andere dominante drukfactor die condities voor VHR-doelbereik belemmert. In 94 procent van de door de Ecologische Autoriteit (2024) onderzochte natuurgebieden was waterbeschikbaarheid, of andere knelpunten in het watersysteem, een drukfactor voor lokaal doelbereik. Er zijn drie verschillende categorieën aanpassingen die dit tegengaan. De effectiviteit hangt hierbij sterk af van de locatie waar de aanpassing wordt gedaan. Het gaat hierbij om:

1. Water langer vasthouden, onder andere door sloten te dempen en minder te ontwateren.
2. Minder grondwater onttrekken voor bijvoorbeeld beregening of drinkwater.
3. Meer wateropslag (oppervlaktewater of regenwater), door ander landgebruik of voor infiltratie in droge perioden of in gebieden elders.

Uit analyses van Deltares (Hendriks et al. 2023; Eertwegh et al. 2021; Meeusen et al. 2023) blijkt vooral het verminderen van de ontwatering een invloedrijke maatregel. Hierbij geldt wel dat dit niet alleen in het natuurgebied moet worden aangepast, maar ook in de zone daarbuiten. Overgangszones van 500 meter rondom natuurgebieden hebben vaak al een significant effect op de grondwaterstand in natuurgebieden. In sommige situaties zal deze zone breder moeten zijn (De Louw et al. 2022).

Aanpassingen om condities te verbeteren

Een derde knelpunt voor veel VHR-natuur is de ruimtelijke conditie. Gebieden kunnen te klein of te versnipperd zijn om levensvatbare populaties te huisvesten (CLO 1523). In de natuurdoelanalyses die door de Ecologische Autoriteit (2024) zijn bekeken, werd in 40 procent van de gebieden de te kleine omvang als een knelpunt benoemd voor lokaal doelbereik, en in 59 procent van de gebieden

de versnippering. Voor sommige natuur is aanleg van nieuwe natuurgebieden of uitbreiding van bestaande natuurgebieden nodig om duurzaam ruimte te bieden aan populaties van beschermde soorten. Hierbij is het meest effectief om bestaande natuurgebieden te vergroten. Zo kunnen leefgebieden worden gecreëerd met de juiste omvang voor soorten (Ovaskainen 2013).

Versnippering kan worden verbeterd door ingrepen om bestaande natuurgebieden beter met elkaar te verbinden. Ook groenblauwe dooradering kan hier voor geschikte soorten en/of typen natuur een bijdrage aan leveren (Lammers et al. 2005; Opdam & Vos 2023). Op basis van verschillende studies komen Opdam en Vos (2023) tot de conclusie dat minimaal 10-15 procent groenblauwe dooradering nodig is voor biodiversiteit. Voorwaarden zijn dan wel dat de dooradering een fijnmazige structuur kent en er een mix aanwezig is van houtige en grazige elementen, met een hoge diversiteit aan bloeiende soorten.

Ten slotte zijn soms ook natuurbeheer- en/of herstelmaatregelen nodig om eenmalig of tijdelijk condities te verbeteren, zoals plaggen, bekalken of begrazen. Deze maatregelen kunnen verschillende doelen hebben, zoals een teveel aan nutriënten verwijderen, dat is ontstaan door te veel stikstofdepositie. De mogelijkheden om dergelijke aanpassingen te doen zijn niet overal even groot. Bovendien zijn deze vooral effectief in natte natuur, bij beheerde, half natuurlijke habitats of habitats met meer gebufferde bodems (Bijlsma et al. 2022; Martens & Ten Holt 2020; Bobbink et al. 2022).

Aanpassingen om de waterdoelen te halen

In veel waterlichamen is sprake van een te hoge concentratie van nutriënten, zoals fosfaat en nitraat. De normen voor een goede ecologische toestand of een goed ecologisch potentieel worden niet bereikt. Emissies uit de landbouw vormen de helft van de bron voor vermist van de regionale wateren. Uitstoot uit de landbouw is daarmee de belangrijkste bron, gevolgd door rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) die circa 15-20 procent bijdragen aan de vermist van het water. De RWZI's zuiveren voornamelijk stedelijk afval- en rioolwater. Concentraties van nutriënten kunnen verlaagd worden door de nutriëntenbelasting te verminderen. Dit kan door middel van drie categorieën van aanpassingen, namelijk (zie ook figuur 2.2):

1. Landbouwkundige aanpassingen die zorgen voor verlaging van de mestgift of voor minder af- of uitspoeling naar het water.
2. De afstand tussen landbouw en water vergroten.
3. Aanvullende waterzuivering (zie onder andere van Gaalen et al. 2020).

Uitspoeling en afspoeling verminderen

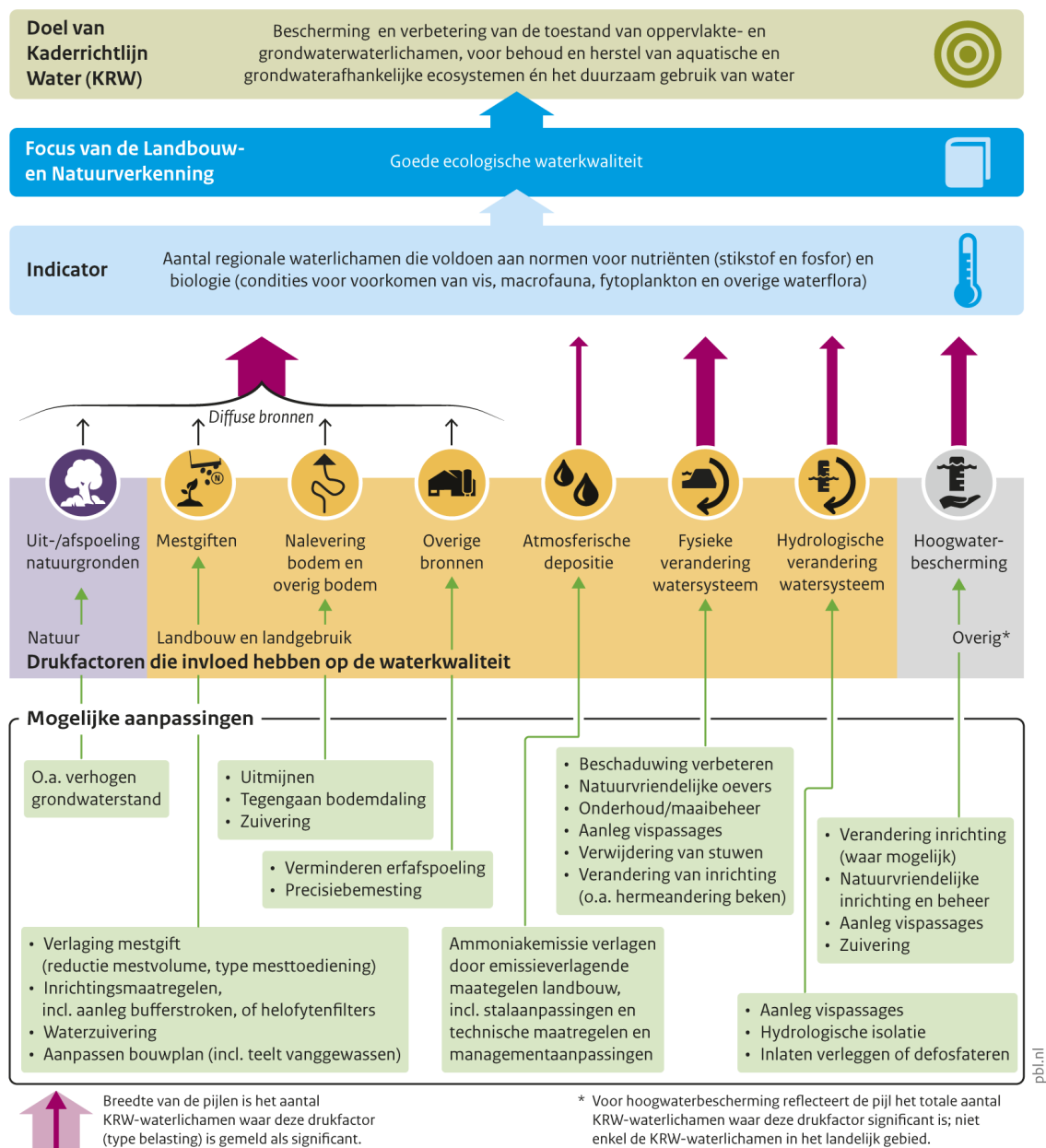
Het verminderen van de uit- en afspoeling van nutriënten door de landbouw kan worden behaald door de mestgift te verlagen. Dit kan via verschillende landbouwkundige aanpassingen op het gebied van mestaanwending, mestkeuze en/of precisielandbouw. Ook uitbreiding van natuur, extensivering of het wijzigen van landbouwkundig gebruik zijn maatregelen die zorgen voor vermindering van nutriëntenbelasting.

De afstand tussen landbouw en water vergroten

Het vergroten van de afstand tussen landbouw en water via aanleg van bufferstroken en bemestingsvrije zones rond watergangen zal ook een positief hebben op de af- en uitspoeling. Wel zal in sommige bodems zoveel fosfaat zijn opgehoopt dat uitspoeling daarvan niet alleen is op te lossen door het reduceren van emissies. Er moet dan eerder nagedacht worden over het afgraven of uitmijnen van gronden.

Figuur 2.2

Waterkwaliteit (nutriënten en biologie) beïnvloed door landbouw en landgebruik



Bron: PBL; Informatiehuis Water, 2025; Schipper et al., 2025

Waterzuivering

Zuivering van water, als technische maatregel of als ruimtelijke aanpassing, is een derde optie. Zuiveringsinstallaties worden al veelvuldig ingezet voor het zuiveren van rioolwater. Voor de zuivering van oppervlaktewater zijn ook verschillende opties denkbaar (Groenendijk et al. 2020). Zo kan gedacht worden aan natuurlijke zuiveringstechnieken met een helofytenfilter of een waterharmonica, of aan meer technische zuiveringstechnieken, met bijvoorbeeld filtratie met ijzerzand of toevoeging van ijzerchloride. Ook inlaat van voorgezuiverd water in natuurgebieden is een mogelijke aanpassing.

Belangrijke knelpunten voor een goede ecologische toestand van het water blijven de hoge nutriëntenconcentraties en de suboptimale inrichting van veel waterlichamen. In de beheerplannen die voor alle stroomgebieden zijn opgesteld om de KRW-doelen te halen, wordt al een veelheid aan mogelijke aanpassingen genoemd voor het natuurlijker inrichten en beheren van watersystemen. Een belangrijke aanpassing betreft het herstel van beekdalen. Ook het terugbrengen van de natuurlijke (peil-)dynamiek of het aanleggen van natuurvriendelijke oevers helpt om de verdwenen natuurlijke habitats in deze systemen te herstellen. Door inrichtingsmaatregelen kan gewerkt worden aan een beter microklimaat ten aanzien van temperatuur en beschaduwing. Natuurvriendelijker beheer, in plaats van het schonen of baggeren van wateren, heeft ook een positief effect op natuurwaarden. Andere aanpassingen zijn onder andere het aanleggen van vistrappen, omdat veel wateren door de aanwezigheid van gemalen en stuwen geen samenhangend leefgebied vormen.

Aanpassingen om de klimaatdoelen te halen

Methaanemissies uit de melkveehouderij zijn de grootste bron van broeikasgasemissies uit de landbouw (circa 8 megaton CO₂-equivalenten). De emissies van lachgas zijn vooral gerelateerd aan het gebruik van stikstofhoudende mest en kunstmest. Ook hierin heeft de melkveehouderij het grootste aandeel (ER 2025). Landgebruik kan zowel leiden tot emissies van broeikasgassen als tot de verwijdering van broeikasgassen uit de atmosfeer door koolstofvastlegging. Bossen zijn hierbij de belangrijkste bron van netto koolstofvastlegging (circa 2,5 megaton CO₂-equivalenten). In Nederland dragen veengebieden aanzienlijk bij aan de broeikasgasemissies (circa 5 megaton CO₂-equivalenten), doordat het verlagen van de waterpeilen voor landbouw de emissievorming versterkt.

De broeikasgasemissies van de landbouw kunnen via verschillende aanpassingen worden verminderd (zie figuur 2.3). Naast specifieke aanpassingen heeft het verminderen van het aantal dieren, bijvoorbeeld door extensivering (meer grond in gebruik per dier), een direct effect op de reductie van de broeikasgasemissies: minder koeien betekent minder voeropname, mest en methaanuitstoot. De aanpassingen zijn onder te brengen in drie categorieën:

1. Aanpassingen in de veehouderij.
2. Aanpassingen op landbouwgronden.
3. Aanpassingen in landgebruik.

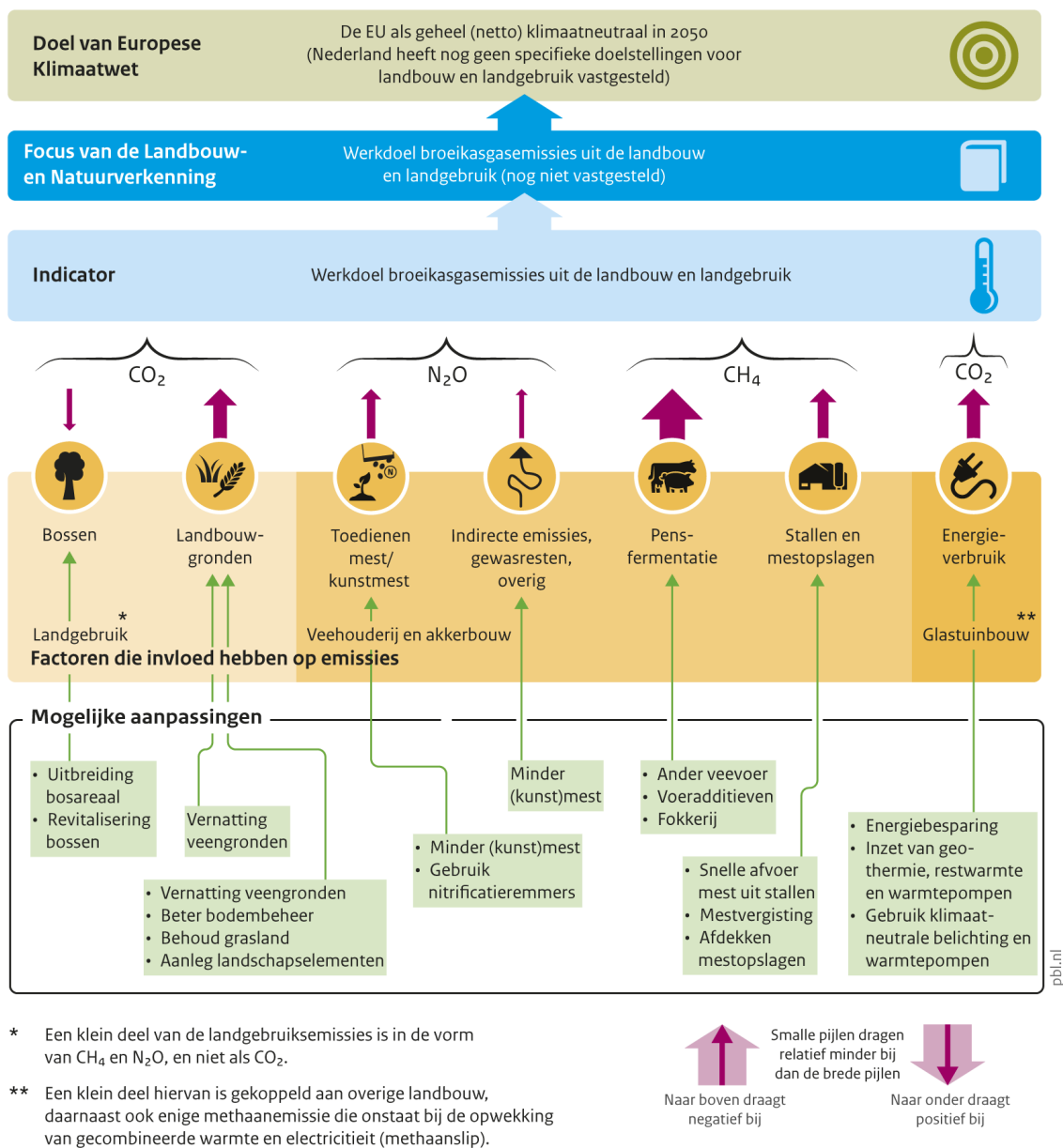
Aanpassingen in de veehouderij

De methaanuitstoot van veehouderij komt vooral door pensfermentatie. De belangrijkste aanpassingen om de methaanuitstoot bij pensfermentatie te verminderen, zijn aanpassingen van het rantsoen (minder vezelrijk en meer zetmeelrijk rantsoen), het gebruik van toevoegmiddelen voor het voer, en fokkerij. Toevoegmiddelen voor het voer leiden waarschijnlijk tot de meeste methaanreductie. Denk hierbij aan plantaardige olie (zonnebloemolie, raapolie, lijnolie en dergelijke), nitraat en 3NOP (3-nitro oxypropanol). Vooral de laatste stof heeft een hoge potentie voor methaanreductie van circa 20–30 procent (Kager et al. 2021; Vellinga & Groenestein 2023). Fokkerij is een proces dat tijd kost; de verwachting is dat maximaal een vermindering mogelijk is van 1 procent methaanemissie per kilo melk per jaar (Kager et al. 2021).

De potentiële effecten van deze verschillende aanpassingen kunnen niet direct bij elkaar opgeteld worden, omdat ze effect op elkaar hebben. Zo kan een rantsoen dat leidt tot minder methaanemissie afwenteling hebben op andere emissies. Zo kan de uitstoot van lachgas en ammoniak toenemen als koeien jonger gras gaan eten, omdat dat veel eiwit kan bevatten (Westhoek et al. 2024; Vellinga & Groenestein 2023).

Figuur 2.3

Klimaat – Broeikasgasemissies uit landbouw en landgebruik



Door technische maatregelen en aanpassingen in stal en mestopslag kan de methaanemissie vanuit de veehouderij gereduceerd worden. Zo kan methaanemissie in de stal vermeden worden door snelle afvoer van mest. Bij dagontmesting van de stal (elke dag de stal uitmesten) wordt uitgegaan van circa 10 tot 30 procent resterende methaanemissie (Kager et al. 2021). Omdat de methaanvorming in de mest daarna nog steeds doorloopt, moet de mest vervolgens óf opgeslagen worden in een gesloten opslag, of worden vergist, of snel worden verwerkt. Door vergisting kan methaan uit mest worden afgevangen. Het kan dan bijvoorbeeld opgewerkt worden tot groen gas. Om methaanvorming in een mestopslag te reduceren kan mest worden gekoeld. Het afvangen en oxideren van de methaan uit de opslag is hiervoor een alternatief.

In de praktijk worden deze systemen nog beperkt toegepast, maar afhankelijk van de toegepaste techniek kunnen ze een reductie opleveren van de methaanuitstoot van circa 60 tot bijna

90 procent (Vellinga & Groenestein 2023; Westhoek et al. 2024). Naast de in de praktijk bewezen technieken waar we in deze studie van uitgaan, zijn er potentieel interessante aanpassingen in ontwikkeling of in onderzoek. In tekstkader 3.3 in hoofdstuk 3 gaan we verder in op enkele van deze ontwikkelingen, met name op het potentiële effect van het zuiveren van de stallucht.

Aanpassingen op landbouwgronden

Bemeste landbouwgronden zijn de grootste bron van lachgas, maar hiervoor zijn minder technologische maatregelen beschikbaar, behalve de toepassing van nitrificatieremmers. Er zijn daarnaast nog andere mestadditieven op de markt. Van een deel daarvan is aangetoond dat ze emissies voor zowel broeikasgassen als ammoniak kunnen reduceren. Maar tegelijkertijd is nog onduidelijk wat precies het werkingsprincipe is en wat de neveneffecten zijn (Boxmeer & Ogink 2023). Extensivering van de melkveehouderij draagt bij aan een verminderde lachgasuitstoot. Ook zijn precisiebemesting en gebruik van vlinderbloemigen (zoals klavers) manieren om lachgasemissies te verminderen (Westhoek et al. 2024).

Aanpassingen in landgebruik

Binnen landgebruik is vernatting van veengebieden een belangrijke aanpassing om emissies te verminderen. Naast emissiereductie gaat dit bodemdaling tegen in deze gebieden. Vernattingsmaatregelen kunnen op verschillende manieren worden vormgegeven. De meeste emissiereductie kan plaatsvinden als het waterpeil sterk wordt verhoogd (tot 20 centimeter onder het maaiveld). De grond is dan echter maar zeer beperkt geschikt voor landbouw. Mogelijkheden zijn dan onder andere natte teelten, zoals teelt van *Miscanthus*. Dit soort teelten zijn echter nog in ontwikkeling, en het agronomisch en economisch perspectief zijn nog onzeker (zie PBL 2024a; Westhoek et al. 2024). Ook in zware pakketten agrarisch natuurbeheer of bij omzetting naar natuurterrein zijn deze waterstanden mogelijk. Ook vernatting tot een minder hoog peil zorgt voor emissiereductie, al is deze dan beperkter. Bij een verhoging van het waterpeil tot 40 centimeter onder het maaiveld is veel landbouw nog mogelijk, al zijn er dan soms enige beperkingen (bijvoorbeeld minder gebruik van zware machines of enige productievermindering). Als vernatting wordt gecombineerd met waterinfiltratie in de zomer, heeft dat ook een positief effect op de emissiereductie. Waterinfiltratie is juist effectief in de zomer omdat dan de afbraak van veen, dat de emissies veroorzaakt, het grootste is.

Verschillende aanpassingen kunnen leiden tot meer vastlegging van koolstof uit de atmosfeer. De aanleg van nieuwe bossen is daarbij de belangrijkste. Bossen die voornamelijk aangeplant worden voor koolstofvastlegging worden ook wel klimaatbos genoemd. Meest wordt hiervoor gekozen voor klimaatbestendige en snelgroeiende soorten die ook de biodiversiteit ondersteunen, zoals eik, es en populier. Maar ook andere vormen van houtige elementen, zoals houtige landschapselementen of *agroforestry*, kunnen bijdragen aan koolstofvastlegging. De vastlegging is wel afhankelijk van een aantal factoren, zoals de boomsoort, de bodem en het beheer. Ook duurt het een aantal jaren totdat de koolstofopslag toeneemt en stabiliseert (gemiddeld na circa 10 jaar). Bij beheer van bossen en houtige landschapselementen kan gekozen worden voor meer nadruk op de productiefunctie van hout of voor een meer natuurlijk beheer.

Ook landbouwbodems onder grasland en bouwland bevatten koolstof. De hoeveelheid daarvan kan toenemen door de aanvoer van organische stoffen (bijvoorbeeld via gewasresten, compost en mest). Beheer is hierbij erg belangrijk: als de bodem minder verstoord wordt (ploegen verstoort bijvoorbeeld de bodem), zal er minder afbraak van organische stof zijn. Ook andere aanpassingen, zoals het telen van specifieke gewassen, het gebruik van groenbemesters en het niet scheuren van grasland, dragen bij aan meer koolstof in de bodem. Wel is het bij al deze aanpassingen belangrijk dat de bodem niet verstoord wordt; verkeerde grondbewerking of landgebruiksverandering kan anders de (soms over een termijn van jaren opgebouwde) opslag van koolstof in de bodem tenietdoen. Lesschen et al. (2021) schatten in dat extra vastlegging van circa 0,60-0,65 ton koolstof

per hectare per jaar mogelijk is bij een ‘realistische combinatie van maatregelen’ (zie ook Westhoek et al. 2024).

2.2.4 Kwantitatieve doorrekening van de scenario's

De uitgangspunten van de scenario's zijn berekend met een set van modellen, geschikt voor de verschillende doelstellingen. Voor landbouw maken we gebruik van het ALLEGRO-model, dat eerder is toegepast voor de landbouwtrajecten in de studie Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050 (PBL 2024; Westhoek et al. 2024). Het is uitgebreid met meer verschillende vormen van landgebruik, voornamelijk om met verschillende intensiteitsklassen te rekenen. De stikstofdepositie is berekend door het RIVM, gebruikmakend van het Aerius-model (RIVM 2025; RIVM 2004). Het effect van de scenario's op de natuur is berekend met het MNP-model, dat ook is toegepast in de eerdere studies zoals de Natuurverkenningen (PBL & WUR 2020) en de Ruimtelijke verkenningen (PBL 2024). De effecten voor waterkwaliteit zijn berekend met de KRW-Verkenner, zoals gebruikt in de tussentijdse evaluatie van de KRW (Van den Roovaart et al. 2024).

Uitgangspunt van de verschillende modellen zijn dezelfde arealen. Om een vertaalslag te kunnen maken tussen de verschillende modellen en daarnaast te kunnen rekenen met verschuivingen in gebruiksintensiteit van grasland en bouwland, is er gebruikt gemaakt van een nieuw ontwikkelde classificatie van intensiteit van het gebruik van grasland en bouwland en de mogelijke agrarische biodiversiteit die daarbij kan plaatsvinden. Hierbij is voor vier klassen bouwland/grasland, namelijk ‘intensief’, ‘extensief’, ‘zeer extensief’ en ‘zeer extensief/natuurterrein’, bepaald wat hierbij de maximale bemesting is (dierlijke mest en kunstmest), de bijpassende agrarische natuur (via een selectie van N-typen en X) en (indien relevant) het vernattingsniveau. Verder in het rapport worden omwille van de helderheid de twee meest extensieve klassen gezamenlijk beschreven (‘zeer extensief’). De mestgiften vormden ook de randvoorwaarden voor de voorbeeldbouwplannen. Daarnaast zijn de mestgiften en stikstofemissies uit de landbouw gebruikt als input voor de berekeningen met de KRW-Verkenner en Aerius. De resulterende stikstofdepositie, zoals berekend door het RIVM, is daarna gebruikt voor de definitieve natuurberekeningen. De model-analyses, classificatie van intensiteit en de arealen worden nader toegelicht in bijlage 2.

De verschillende modellen maken het mogelijk om de effecten van de gekwantificeerde aanpassingen behorende bij de scenario's door te rekenen. Naast de eerder gedefinieerde set van indicatoren voor de drie doelen en bijbehorende doelstellingen, gebeurt dit ook voor een aantal aanpalende onderwerpen. Deze indicatoren zijn soms direct te herleiden tot een doelstelling of onderwerp, maar kunnen ook een afgeleide of vereenvoudiging daarvan zijn (zie tekstkader 2.1 en paragraaf 2.2.5). Een direct herleidbare indicator zijn bijvoorbeeld de emissies van broeikasgassen in CO₂-equivalenten, of de dieraantallen. Een vereenvoudigde indicator is bijvoorbeeld ‘condities voor het duurzaam voorkomen van soorten’, die gebaseerd is op een subset van alle VHR-soorten (CLO 1606).

Naast de indicator van de doelstelling, kijken we voor natuur ook naar ecosysteemdiensten – de diensten en goederen die natuur en landschap leveren aan de economie en maatschappij (zoals bestuiving) – en de arealen van verschillende ecosysteemttypen. Veranderingen in de landbouw liggen ten grondslag aan veel aanpassingen, maar komen niet direct terug in de doelstellingen. Zo rapporteren we de ammoniakemissies, die ook gebruikt zijn in de bepaling van het doelbereik voor natuur. Voor landbouw kijken we daarnaast naar de arealen van verschillend gebruik (akkerbouw of grasland) en intensiteit (intensief, extensief en zeer extensief), omvang van de veehouderij (dieraantallen), melkproductie, mestgebruik en de ruwvoerbehoefte van de veestapel. Ook is er

aandacht voor het mestoverschot; het teveel aan de dierlijke mest die niet op landbouwgrond geplaatst kan worden.

2.2.5 Onzekerheden

Scenariostudies kunnen helpen bij het verkennen van mogelijke ontwikkelingen in de toekomst. Echter zijn de uitkomsten van de scenario's omgeven met onzekerheden. In de wetenschappelijke literatuur (Funtowicz & Ravetz 1990; Walker et al. 2003) en in handreikingen (PBL 2014) gaat het niet om het vermijden van alle onzekerheden – dat is onmogelijk – maar om een verantwoorde omgang met onzekerheden. De herkenning en erkenning van verschillende typen onzekerheden maakt een betere communicatie erover mogelijk, maar biedt ook een aanzet voor handelingsperspectieven om met eventuele ongewenste consequenties om te gaan.

Daarom gaan we in deze paragraaf in op de verschillende typen onzekerheden die bij deze studie komen kijken, en hoe we daar in het rapport mee omgaan. Allereerst zijn er onzekerheden omdat mogelijke aanpassingen niet in de studie zijn meegenomen. Ten tweede zijn er onzekerheden in de vertaling van doelbereik naar indicatoren en bij het gebruik van modellen om deze indicatoren te berekenen. Ten derde zijn er onzekerheden ten aanzien van de werking van aanpassingen in landbouw, natuur en water. En tot slot zijn er normatieve onzekerheden, dat wil zeggen: onzekerheden over hoe de samenleving zal reageren op nieuwe ontwikkelingen, en wat dat betekent voor het effect van beleid.

Onzekerheden door aanpassingen die niet zijn meegenomen in deze studie

In deze verkenning richten we ons op de structurele aanpassingen in landbouw en natuur waarmee de doelen bereikt zouden kunnen worden, binnen de invloedssfeer van het Nederlandse beleid. Daarmee zijn er een aantal mogelijke toekomstige veranderingen die buiten die invloedssfeer liggen, niet meegenomen in deze studie, die mogelijk wel een effect zouden hebben op doelbereik. Het gaat dan in grote lijnen over vijf typen aanpassingen.

1. Aanpassingen in sociale innovatie of het gedrag van burgers, consumenten en ketenspelers. Hieronder valt bijvoorbeeld een mogelijke verandering van dieet in Nederland of Europa, partijen die zeer fors inzetten op certificering van producten op basis van bijvoorbeeld afkomst van producten, of burgers die op grote schaal via rechtszaken of andere routes zaken afdwingen van het landbouw- en voedselsysteem. In hoofdstuk 4 gaan we kort in op consumptieverandering en op de mogelijke betekenis van ontwikkelingen rond biograndstoffen.
2. Technische en sociale innovaties die nu nog niet bekend zijn. Of waarvan de verdere doorontwikkeling of het effect niet goed voorstelbaar zijn, omdat de juiste infrastructuur of regelgeving nog ontbreken. Hieronder vallen bijvoorbeeld de ontwikkeling van kweekvlees, *vertical farming* en CRISPR-Cas (technische innovaties). Ook sociale innovatie valt hieronder, zoals het erkennen van rechten en belangen van de natuur in de wet (Rechten van de Natuur). De technische innovaties worden uitgebreid beschreven in het achtergrondrapport (Speijer et al. 2025) en in tekstkader 3.6. Een viertal sociale innovaties hebben we verkend via interviews (Ter Stege 2024).
3. Aanpassingen in de economische structuur, bijvoorbeeld in Europese richtlijnen rond mededinging, staatsteun of het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid, of in handelsafspraken. Hier is verder niet naar gekeken.
4. Aanpassingen aan de internationale beleidsdoelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat. Hiertoe zijn mogelijke aanvullende beleidsmaatregelen in de Europese regelgeving rond natuur, waterkwaliteit en klimaat verkend (IEEP 2024).

5. Onvoorziene veranderingen of aanpassingen in de fysieke leefomgeving, zoals veranderingen door extreme klimaatverandering of adaptatiemaatregelen om effecten van klimaatverandering tegen te gaan. In hoofdstuk 4 geven we een gevoeligheidsanalyse van de natuur voor klimaatverandering.

Dat de hierboven genoemde aanpassingen niet zijn meegenomen in de analyse, zorgt voor onzekerheden over de uitkomsten van de aanpassingen die wel beschouwd zijn. Zo kan de inschatting van doelbereik veranderen door bijvoorbeeld de effecten van klimaatverandering op natuur mee te nemen. Daarmee verandert ook de invloed van op het doelbereik van de aanpassingen die we wel beschouwd hebben. Datzelfde geldt voor een situatie waarin er grote verschuivingen plaatsvinden in de landbouwproductie (bijvoorbeeld een daling van de dierlijke productie, als gevolg van veranderingen in het gemiddelde dieet) of een situatie waarin de formulering is aangepast van de doelen voor klimaat, natuur en water.

Onzekerheden in vertaling indicatoren naar doelstellingen en inzet modellen

Verder zijn er onzekerheden in de door ons gebruikte indicatoren om doelbereik in schatten. Hiervoor gebruiken we gegevens en modellen die zoveel mogelijk gestoeld zijn op wetenschappelijk robuuste kennis en informatie (zie ook bijlage 2 en bijlage 3), maar deze kennen per definitie onzekerheidsmarges vanwege de noodzakelijke doorgevoerde vereenvoudigingen van de werkelijkheid (zie ook PBL 2025).

Maar er zit ook onzekerheid in de indicatoren zelf. In het beleid zijn doelen gesteld voor natuur, water en klimaat. Deze doelen zijn vaak vertaald naar te meten grootheden. Zo zijn er voor de Habitatrichtlijndoelen protocollen opgesteld over hoe de staat van instandhouding van habitattypen en soorten moet worden gemeten en gerapporteerd naar de EU. Voor de waterdoelen uit de KRW zijn er de chemische en biologische maatlatten opgesteld en meetnetprotocollen om deze te meten. In deze studie kijken we echter met name naar de toekomst en kunnen we niet terugvallen op metingen. We moeten modellen gebruiken om doelbereik te schetsen in de scenario's. Die modellen zijn niet precies genoeg om exact doelbereik te berekenen zoals die volgens meetprotocollen moet worden bepaald, maar wel om een indicatie te geven.

Onzekerheden rond natuurkwaliteit in relatie tot de VHR

Voor de doelen uit de Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn gebruiken we als indicator de mate waarin de omgevingscondities en ruimtelijke condities voor het duurzaam voorkomen van soorten van de Vogel- en Habitatrichtlijn voor de Nederlandse landnatuur worden gerealiseerd. (Van Hinsberg et al. 2023; CLO 1660). Deze indicator wordt voor landnatuur gemodelleerd met het Model For Nature Policy (MNP), op basis van informatie over een steekproef van soorten en enkele dominante condities. Door de selectie van soorten en condities wijkt de indicator af van de afzonderlijke doelen zoals gesteld voor habitattypen, Habitatrichtlijnsoorten, broedvogels uit de Vogelrichtlijn en niet-broedvogels uit de Vogelrichtlijn. Voor met name habitattypen geeft het model een overschatting als de resultaten vergeleken worden met de huidige staat van instandhouding (CLO 1660; Pouwels & Henkens 2020). Maar wanneer de modeluitkomsten worden vergeleken met de gemiddelde cijfers uit de recente officiële monitoringsrapportages dan blijkt de op het model gebaseerde indicator vergelijkbaar met de uitspraken op basis van metingen voor wat betreft de orde van grootte van het doelbereik en de verwachte ontwikkelingen in het doelbereik (Pouwels & Henkens 2020).

Daarnaast kent het gebruikte model enkele overige beperkingen. Zo kan er geen rekening worden gehouden met bijvoorbeeld mogelijke gevolgen van dierziektes, plagen, natuurrampen (branden) of nog niet wetenschappelijk kwantificeerbare effecten van vergiftiging (inclusief door gewasbeschermingsmiddelen en biociden) of weersextremen. De werking en beperkingen van het MNP-model worden nader toegelicht in Van Hinsberg et al. (2023). In Van Bussel & Van Hinsberg (2024) worden de onzekerheden in de berekeningen van het referentiescenario beschreven; onder andere onzekerheden in de gebruikte habitatype- en leefgebiedenkaarten en de gebruikte stikstofdepositiegegevens worden hierin verder toegelicht.

Onzekerheden rond modellering waterkwaliteit en doelbereik voor de KRW

Voor de waterkwaliteitsdoelen van de KRW speelt iets vergelijkbaars. De waterkwaliteitsdoelen worden beïnvloed door veel drukfactoren, waarvan een deel niet gemodelleerd wordt met de huidige versie van de KRW-verkenner (Van den Roovaart et al. 2024). Het model voor de biologie bevat 15 parameters die betrekking hebben op de morfologie, het beheer, de fysisch-chemische toestand van de waterlichamen (waaronder fosfor en stikstof) en de toxiciteit. Drukfactoren zoals het voorkomen van exoten, klimaatverandering en het wegvangen of uitzetten van vis zijn in het model niet meegenomen en het effect van toxische stoffen is zeer vereenvoudigd beschreven (Van den Roovaart et al. 2024). Naast een structurele onderschatting van de toxische druk door inherente methodologische beperkingen (Deltares 2025) spelen bij de gekozen modelaanpak nog een aantal andere factoren. In het model wordt de verandering van toxiciteit geschaald aan de verandering in de concentraties fosfor in het oppervlaktewater. Het idee hierachter is dat maatregelen die leiden tot een afname van de fosforconcentraties ook zullen leiden tot een afname van de toxiciteit. Dit is een versimpeling van de werkelijkheid omdat het beleid voor nutriënten anders is dan het beleid voor toxische stoffen, waaronder gewasbeschermingsmiddelen. Bovendien is het gedrag van fosfor en dat van chemische stoffen niet goed met elkaar te vergelijken. De fosforconcentratie reageert zeer traag op verminderde mestgiften vanwege nalevering uit het bodemsysteem (Van der Salm et al. 2017), terwijl effecten van beleid op het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en concentraties in het water in theorie ook heel snel kunnen gaan. Hierdoor zullen met name de projecties voor de lange termijn tot een onderschatting leiden van de potentiële beleidseffecten voor toxische stoffen.

Dit alles leidt ertoe dat het belang van andere drukfactoren dan de nutriënten en inrichtingsmaatregelen in deze verkenning niet goed gekwantificeerd kunnen worden meegenomen. Met andere woorden: als de nutriënten en de inrichting op orde zijn, dan hoeft dit nog niet te betekenen dat daarmee ook de biologische doelen van de KRW gehaald worden (PBL 2025). Zo bleek uit een metastudie naar stressfactoren in Europese wateren dat chemische stoffen ongeveer dezelfde bijdrage leveren aan de achteruitgang van macrofauna (kleine waterdiertjes) als de nutriënten (Lemm et al. 2020; zie ook PBL 2025). Een Duitse studie in ruim 100 door agrarisch landgebruik beïnvloede laaglandbeken gaf zelfs aan dat blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen de belangrijkste drukfactor was (Liess et al. 2021). Maar ook geldt dat de positieve effecten van beleidsveranderingen rondom het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en KRW-doelbereik niet goed in beeld gebracht kunnen worden. Omdat we het belang van chemische stoffen niet kunnen kwantificeren, geven we in hoofdstuk 3 wel een kwalitatieve analyse van de te verwachten effecten in de twee scenario's.

Onzekerheden rond klimaat

Omdat de gebruikte indicator voor de klimaatdoelstelling een direct herleidbare indicator is, spelen voor klimaat vooral de onzekerheidsmarges vanwege de noodzakelijke doorgevoerde

vereenvoudigingen van de werkelijkheid. Zo is de gemiddelde onzekerheid in de gemeten absolute emissieomvang van de landbouw (veehouderij en akkerbouw) in vergelijking met de gemodelleerde gegevens 9 procent voor methaan en 23 procent voor ammoniak, maar varieert dit per emissiebron (zie Van Bruggen et al. 2024). Landbouwemissies zijn het resultaat van fysische en chemische processen die sterk afhankelijk zijn van omgevingsfactoren, die variëren in ruimte en tijd. In veel gevallen is het niet realistisch om hiervan een volledig beeld te hebben, waardoor voor verschillende situaties de berekende waarde mogelijk afwijkt. Ook binnen de broeikasgasberekeningen voor landgebruik spelen onzekerheden een rol, die voornamelijk het gevolg zijn van onzekerheden in de gebruikte inputdata (voornamelijk door meetfouten en/of de onzekerheid die volgt uit het nemen van steekproeven; zie Van Baren et al. 2025).

Voor het referentiescenario zijn de belangrijke onzekerheden voor landbouw en landgebruik verder gekwantificeerd (PBL, TNO, CBS en RIVM 2024). Omdat dit scenario zich richt op het huidige uitgewerkte en staande beleid, is de implementatie en uitwerking van verschillende maatregelen hierin een belangrijke onzekerheid. Zo zijn in de veehouderij en akkerbouw de bereidwilligheid van boeren om aan vrijwillige opkoopmaatregelen deel te nemen en de reactie op het vervallen van derogatie en bijbehorend mestoverschot belangrijke onzekerheden. Bij landgebruik zijn weer- en klimaateffecten op bijvoorbeeld bosgroei en koolstofvastlegging in bodems een belangrijke onzekerheid, naast de snelheid van de uitvoer van beleid.

Onzekerheden in de werking van aanpassingen in landbouw, natuur en water

Een belangrijke onzekerheid in de werking van de aanpassingen in deze studie is dat er in de natuurmodellen wordt uitgegaan van een optimale uitvoering van aanpassingen in de praktijk (Van Bussel & Van Hinsberg 2024). Ook bij de water-, stikstof- en klimaataanpassingen speelt bij verschillende maatregelen dat deze sterk afhankelijk zijn van de juiste implementatie om tot een goede werking te komen. Een bekend voorbeeld is dat het voor de juiste werking van emissiearme stallen belangrijk is dat deze correct worden gebouwd, beheerd en dat de technische onderdelen juist en regelmatig worden onderhouden (Bremmer et al. 2022). Ook voor andere maatregelen geldt dat het juiste management en uitvoering erg belangrijk is.

Omdat het effect van de aanpassingen op landbouwemissies sterk afhankelijk is van variabele omgevingsfactoren en management, is er vaak een bandbreedte in de (wetenschappelijk) gerapporteerde werking hiervan. In deze studie gebruiken we de middenweg van die bandbreedte. Bijlage 3 geeft waar mogelijk voor de aanpassingen in de scenario's aan wat die bandbreedte is en welke invulling daarbij is gekozen voor de scenario's. Bij het potentiële effect van de aanpassingen gaan we daarnaast uit van een volledige uitrol van de aanpassingen. Dit is een aanname die in de praktijk zeker niet altijd voorkomt, omdat lang niet alle boerenbedrijven of grondeigenaren eenzelfde aanpassing doen. Dit heeft, naast de individuele situatie, ook sterk te maken met de manier waarop op een aanpassing wordt gestuurd (bijvoorbeeld vrijwillige maatregel of normering) en de economische kosten en baten.

Normatieve onzekerheden

Behalve kennisonzekerheden en onzekerheden gerelateerd aan de model-gerelateerde vereenvoudiging van het systeem, zoals hierboven beschreven, zijn er ook normatieve onzekerheden. De normatieve onzekerheden zijn het uitgangspunt van de scenario's uit deze studie: die zijn juist het onderwerp van debat. De normatieve systemen van overtuigingen die mensen hebben rond landbouw en natuur, zijn veelvuldig onderzocht (PBL 2020; Van Eldik & Van Dam 2024; De Boer & Gosselink 2024; Mann 2018). Daarmee zijn ze op hoofdlijnen redelijk goed te definiëren. Tegelijk zijn er ook nieuwe technieken en onvoorziene consequenties, waarvan het nu

nog niet duidelijk is hoe de samenleving die normatief zal duiden. In de reflectie in hoofdstuk 4 gaan we daarom in op de maatschappelijke aanvaardbaarheid van verandering, waaronder over techniek, dierenwelzijn en ingrepen in het landschap.

3 Scenario's

In dit hoofdstuk presenteren we de uitkomsten van de twee scenario's: het intensief-technologische scenario en het natuurinclusieve scenario.⁷ In deze scenario's komen de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat binnen bereik door aanpassingen in de landbouw, de natuur en het water(beheer). In het intensief-technologische scenario haalt Nederland de doelen voor natuur, water en klimaat door technologie intensief te gebruiken en de natuur intensief te beheren. In dit scenario is strakke, geoptimaliseerde ruimtelijke ordening voor landbouw en natuur nodig. In het natuurinclusieve scenario haalt Nederland de doelen door de landbouw te extensiveren en natuur en landbouw met elkaar te verweven. In dit scenario zijn er meer mogelijkheden voor lokaal ruimtelijk maatwerk. Deze twee scenario's vormen de hoekpunten van de zoekruimte waarbinnen Nederland een nieuwe balans tussen landbouw en natuur moet zien te vinden, uitgaande van de doelstellingen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat.

We zetten de uitkomsten van de scenario's af tegen het referentiescenario, waarin autonome processen en het huidige uitgewerkte en staande beleid doorlopen. Dat geeft een beeld van de resterende opgave voor de drie doelen. En het geeft aan welke veranderingen in de scenario's additioneel zijn ten opzichte van het huidige beleid. In paragraaf 3.1 gaan we eerst kort in op de autonome ontwikkelingen en het staande beleid dat we meenemen in het referentiescenario. Daarna schetsen we de verhaallijnen en de specifieke aannames van de twee scenario's. In paragraaf 3.2 presenteren we de resultaten van de scenario's. Eerst voor de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat, en de verschillende manieren waarop de doelen binnen bereik komen in de scenario's. Daarna kijken we naar de effecten van de scenario's op de verdeling en aard van het ruimtegebruik in Nederland, op de rol van ecosysteemdiensten, en de effecten op de landbouw in termen van aard, productie en emissies. In paragraaf 3.3 brengen we de resultaten samen in zeven inzichten die uit de analyse naar voren komen.

3.1 De invulling van de scenario's

De voorkeursrichtingen die zijn ontleend aan het politiek-maatschappelijke debat over landbouw en natuur (zie hoofdstuk 2), zijn vertaald naar twee scenario's. Deze zijn vervolgens ook kwantitatief ingevuld. In het referentiescenario hebben we specifiek gemaakt welk staand beleid doorloopt (zie paragraaf 3.1.1). De effecten daarvan nemen we mee in de scenario's, maar staand beleid is niet voldoende om de doelen te kunnen bereiken. Het uitgangspunt is dat beide scenario's de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat zoveel mogelijk benaderen. Daarom worden in de scenario's, ten opzichte van het referentiescenario, aanvullende aanpassingen in het systeem van landbouw, natuur- en waterbeheer aangenomen. Deze passen steeds zoveel mogelijk bij de voorkeursrichting (zie paragraaf 3.1.2 en 3.1.3). Deze aanpassingen worden waar mogelijk gekwantificeerd (zie paragraaf 3.1.4). Dat wil zeggen dat we de omvang van de aanpassingen specificeren. Bijvoorbeeld de omvang van de overgangszones rond natuurgebieden in meters, of welk aandeel van het totaal aantal stallen volledig emissiearm wordt.

⁷ We spreken van 'de scenario's' als het gaat over de scenario's die zijn gebaseerd op de twee voorkeursrichtingen. Dit zijn de normatieve, of doelzoekende scenario's. Het referentiescenario wordt altijd apart benoemd.

Tussen de twee scenario's verschillen de uitgangspunten sterk; ze zijn een weerspiegeling van de hoekpunten van het politiek-maatschappelijke debat. Toch gelden sommige aanpassingen in beide scenario's (zie paragraaf 3.1.2, 3.1.3 en 3.1.4). Dit komt doordat de doelen voor water, natuur en klimaat anders niet te behalen zijn. Omdat het uitgangspunt is om de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat zoveel mogelijk te benaderen, is het in beide scenario's niet mogelijk om alleen aanpassingen aan te nemen die bij de voorkeursrichting passen (intensief-technologisch of natuurinclusief). Dit betekent bijvoorbeeld dat ook in het intensief-technologische scenario enige extensivering in de landbouw wordt aangenomen. Namelijk rond natuurgebieden en in veenweidegebieden, om de stikstofdepositie op natuurgebieden te verlagen en daarnaast bij te dragen aan de klimaatdoelstellingen. Deze extensivering is ook nodig voor de verbetering van de grondwatercondities in natuurgebieden (Hendriks et al. 2023). Aan de andere kant vindt in het natuurinclusieve scenario ook uitbreiding van natuurgebieden plaats (met natuurbeheer). Dit omdat uit eerdere scenariostudies blijkt dat het niet mogelijk is de natuurdoelen te bereiken zonder extra nieuw natuurgebied (Bremner et al. 2022) en zonder regulier beheer (De Knecht et al. 2011).

3.1.1 Het referentiescenario

Het referentiescenario als basis om de twee normatieve scenario's tegen af te zetten

In het referentiescenario schetsen we de ontwikkelingen in de landbouw en natuur, als we uitgaan van autonome ontwikkelingen en staand beleid. Daarmee kunnen we een inschatting maken van de resterende opgave richting de doelstellingen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat in 2050. Daarnaast zetten we met het referentiescenario de veranderingen van de twee scenario's in verhouding tot veranderingen die bij de huidige ontwikkelingen al worden verwacht. Een voorbeeld hiervan is de omvang van de veestapel, die in het referentiescenario afneemt. Hieronder zetten we de aannames in het referentiescenario over autonome ontwikkelingen en staand beleid uiteen.

Autonome ontwikkelingen in de maatschappij en de economie

In het referentiescenario gaan we uit van een situatie waarin de maatschappelijke en economische trends van de afgelopen decennia zich doorzetten en waarin het huidige uitgewerkte en staande beleid volledig en effectief worden uitgevoerd.

De bevolking, het aantal huishoudens, het aantal banen en de economie groeien tot 2050 door (zie tabel 3.1). De Nederlandse bevolking groeit tot 20,7 miljoen mensen en het aantal huishoudens groeit mee, als gevolg van zowel bevolkingsgroei als vergrijzing. Het bruto binnenlands product (BBP) stijgt ook. Het totaal aantal banen groeit met 10 procent, terwijl het aantal banen in de landbouw met 20 procent afneemt door een combinatie van een krimp van de sector en de schaalvergroting.

Andere voor deze verkenning relevante externe ontwikkelingen in het referentiescenario zijn:

- Gemiddelde weer op basis van KNMI-23 klimaatscenario's (KNMI 2023).
- Stikstofemissies uit het buitenland op basis van de Monitor en Evaluatie Stikstofreductie en Natuurverbetering (2024). Deze emissies veroorzaken 36 procent van de stikstofdepositie in Nederlandse Natura2000-gebieden, met de grootste bijdrage uit België, Duitsland, Frankrijk, en het Verenigd Koninkrijk (RIVM 2023).
- Concentraties van nutriënten door buitenlandse aanvoer via grensoverschrijdende wateren (Van den Roovaart et al. 2024).

Tabel 3.1

Samenvatting van relevante autonome ontwikkelingen voor bevolking, huishoudens, en banen en BBP

Ontwikkeling	Actueel ¹		Prognoses ²			Vershil
	2018	2023	2030	2040	2050	2023-2050
Bevolking (mln.)	16,9	17,8	19,0	20,0	20,7	+2,9 (+16%)
Huishoudens (mln.)	7,7	8,3	9,1	9,6	10,0	+1,7 (+13%)
Banen (mln.)	7,8	9,0	9,4	9,5	9,9	+0,9 (+10%)
Banen landbouw (x 1000)	-	242	231	210	194	-48 (-20%)
BBP – KEV 2024 (index, 2023 = 100)	-	100	108,7	121	-	-

¹Bronnen: CBS (Bevolking, Huishoudens, Banen); KEV 2024 (BBP)

²Bronnen: Ritsema van Eck et al., 2020 (Bevolking, Huishoudens, Banen); KEV 2024 (BBP)

Staan beleid dat is meegenomen in het referentiescenario

In het referentiescenario gaan we ervan uit dat het volgende beleid wordt doorgezet en effectief wordt afgerond:

- **Bedrijfsbeëindigingsregelingen:** deze vinden plaats in het kader van het stikstofbeleid, met name de Landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties (Lbv) en de Landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties met piekbelasting (Lbv-plus).
- **Afoming bij overdracht van productierechten:** in de KEV 2024 (PBL 2024) is rekening gehouden met de introductie van afoming bij overdracht van rechten bij de verkoop van varkens en pluimvee vanaf 2025. Ook is rekening gehouden met de verhoging van het percentage afoming bij de verkoop van melkvee. Hierdoor is de verwachting dat de veestapel kleiner wordt. Doel van de afoming is om te voldoen aan de nieuwe mestplafonds uit de derogatiebeschikking. Omdat deze plafonds vanaf 2026 van kracht zijn, is het PBL er in de KEV 2024 van uitgegaan dat afoming alleen plaatsvindt in de jaren 2025 en 2026.
- **Afbouw derogatie van de EU Nitraatrichtlijn:** vanaf 2026 vervalt de uitzonderingspositie ('derogatie') van Nederland onder de Europese Nitraatrichtlijn. De norm uit de Nitraatrichtlijn van 170 kilogram stikstof uit dierlijke mest is dan overal van toepassing. Eerder mochten melkveehouders met derogatie nog 250 of 230 kilogram stikstof uit dierlijke mest per hectare toedienen. Door de afname van de mestplaatsingsruimte ontstaat een groot mestoverschot. In de KEV 2024 is er van uit gegaan dat dit leidt tot drie ontwikkelingen. Ten eerste zal er meer mest worden verwerkt en geëxporteerd. Ten tweede zullen met name melkveehouders maatregelen nemen om hun mestproductie te beperken, door minder jongvee aan te houden en door het eiwitgehalte in het rantsoen te verlagen. Ten derde zullen melkveebedrijven die te maken hebben met hoge mestafzetkosten minder koeien houden (omdat de extra opbrengsten van melk niet opwegen tegen de extra kosten voor mestafzet). Er is in de KEV 2024 dus verondersteld dat afbouw van de derogatie tot een krimp van de melkveestapel leidt met ongeveer 11 procent in 2030 ten opzichte van 2022.
- **Fosfaatrechten en stijging melkproductie:** bij melkvee speelt bovendien een autonome stijging van de melkproductie per koe. Dit komt onder andere door verbeteringen in genetica en voer, waardoor ook de fosfaatuitstoot per koe stijgt. Omdat het benodigde aantal fosfaatrechten gekoppeld is aan de melkproductie, daalt bij toenemende melkproductie het aantal dieren dat binnen de bestaande fosfaatrechten gehouden kan worden. Door de stijging van de productie neemt de melkproductie minder af dan het aantal melkkoeien. Terwijl het aantal melkkoeien in het referentiescenario met 23 procent

afneemt ten opzichte van 2022, daalt de melkproductie in dezelfde periode met slechts 10 procent.

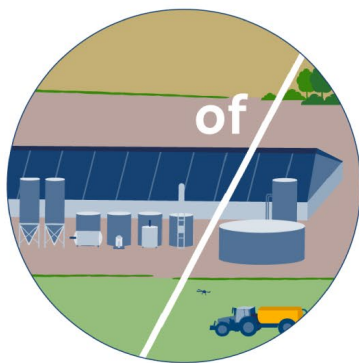
- **De uitbreiding en inrichting van het Natuurnetwerk Nederland (NNN):** de realisatie van het NNN zoals gepland door de provincies en het Rijk wordt afgerond, zoals beschreven in Van Bussel & Van Hinsberg (2024). Daarnaast vinden nog enkele andere natuuruitbreidingen plaats (o.a. door concrete plannen uit Bossenstrategie en provinciaal natuurbeleid).
- **Voortzetting van regulier natuurbeheer:** bij het stoppen van regulier natuurbeheer, in de vorm van maaien of begrazen van graslanden in natuurgebieden (Natura 2000 en het NNN), zouden de natuurdoelen niet gerealiseerd kunnen worden (De Knecht et al. 2011).
- **Voortzetting van het agrarische natuurbeheer:** In het referentiescenario gaan we uit van de huidige arealen aan gesubsidieerd agrarisch natuur- en landschapsbeheer (ANLb). De recent voorgestelde uitbereiding door het nu demissionaire kabinet Schoof (2024-2025), is nog niet voldoende uitgewerkt om tot het staande beleid gerekend te kunnen worden.
- **Aanvullende natuurherstelmaatregelen:** maatregelen uit de Programmatische Aanpak Stikstof (via het Uitvoeringsprogramma Natuur) zoals beschreven in Van Bussel & Van Hinsberg (2024) zijn onderdeel van het staande beleid. De maatregelen omvatten: (1) maatregelen gericht op verbetering van de kwaliteit van de natuur, (2) hydrologische maatregelen, (3) natuurgronden verwerven, (4) inrichtingsmaatregelen, (5) maatregelen in overgangszones en (6) boscompensatie.
- **Uitvoering van maatregelen voor waterbeheerders.** Dit zijn maatregelen uit het 3^e Stroomgebiedbeheerplan (zie Van den Roovaart et al. 2024). Hierbij gaat het onder andere om maatregelen rond de emissies vanuit puntbronnen en diffuse bronnen, de regulering van waterbeweging en hydromorfologie en gebiedsgerichte maatregelen (zoals het vegetatiebeheer en visstandsbeheer op specifieke locaties).
- **Maatregelen uit het 7^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn.** Het 7^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn bevat een pakket aan maatregelen om de nutriënten uit de landbouw te beperken en zo de waterkwaliteit te verbeteren, voornamelijk in de zand- en lössgebieden. Deze maatregelen zijn onder andere gericht op duurzame bouwplannen (door middel van verplichting rustgewassen in rotatie), vanggewassen zaaien om uitspoeling te beperken, en verplichte bufferzones instellen (zie Van den Roovaart et al. 2024).

Intensief-technologisch scenario

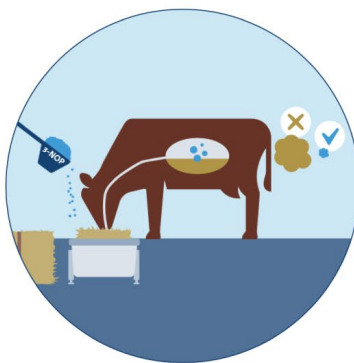
In deze paragraaf schetsen we hoe de voorkeursrichting voor intensief-technologische oplossingen en ruimtelijke optimalisatie voor landbouw en natuur (zie hoofdstuk 2) is vertaald in het intensief-technologische scenario. In dit scenario ligt de nadruk op het behoud van productiviteit in de landbouw, en op uitbreiding en herstelbeheer van zogenoemde donkergroene natuur (beschermde gebieden met enkel een natuurfunctie). Uitbreiding van natuurgebieden vindt plaats omdat zonder deze aanpassing het realiseren van natuurdoelen niet mogelijk is (Van Hinsberg et al. 2020). In dit scenario wordt het water- en bodemsysteem (waar nodig) aangepast aan de functies die een gebied heeft. Daarom gaan we in dit scenario uit van een strakke ruimtelijke ordening, die geoptimaliseerd is voor zowel landbouw als natuur (zie figuur 3.1).

Figuur 3.1

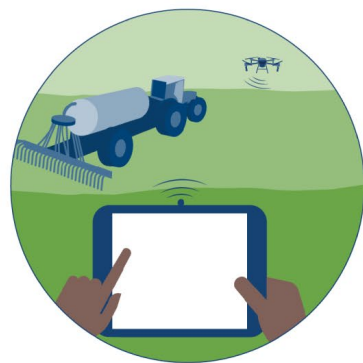
Impressie van intensief-technologisch scenario in 2050, met zes kenmerkende aanpassingen uitgelicht



Integraal emissiearme stallen



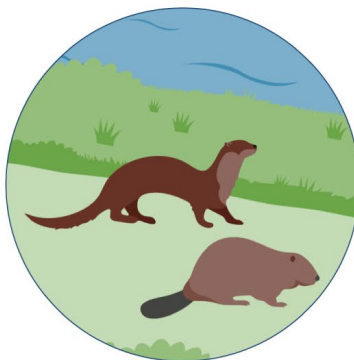
Toevoegen voeradditieven



Precisielandbouw



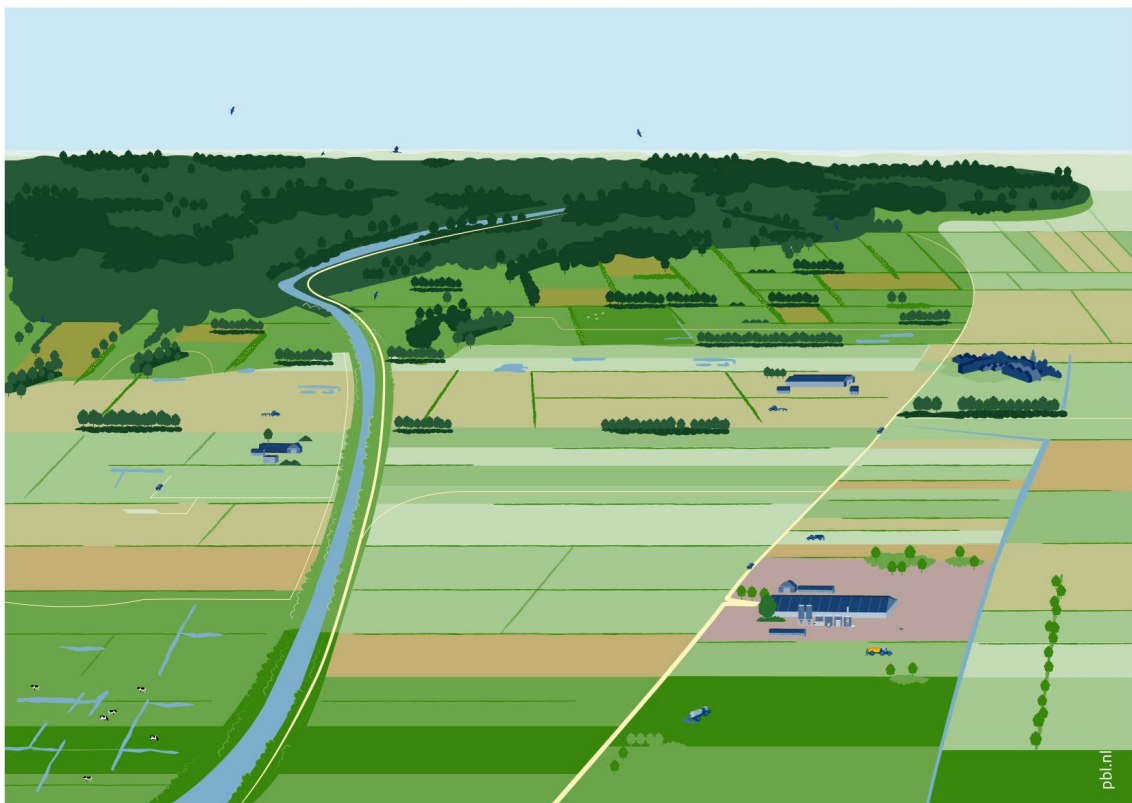
Waterzuivering voor natuur



Herintroductie soorten



Omvorming natuur



Bron: PBL, DPI

Ruimtelijke inrichting: huidige natuur uitbreiden en verbeteren

Bij de ruimtelijke inrichting wordt gestuurd op het verbeteren en uitbreiden van de huidige natuurgebieden. Voor de landbouw wordt de nadruk gelegd op maximaal efficiënt produceren, met de noodzaak tot omvangrijke investeringen in technologie, om zo de negatieve effecten van de landbouw op de leefomgeving fors te mitigeren. Natuur en landbouw blijven hoofdzakelijk van elkaar gescheiden. Dit alles vanuit de gedachte dat dit de efficiëntste route is naar meervoudig doelbereik, terwijl de competitiviteit en omvang van de landbouwsector maximaal worden behouden. Dit resulteert in een scenario met een sterke scheiding tussen ruimtelijke functies. Op hoofdlijnen bestendigt dit de bestaande scheiding tussen natuur en landbouw in Nederland. Wel worden er rond de Natura2000 gebieden twee kilometer brede overgangszones ingericht. Dit is nodig om de landbouw voldoende te kunnen laten extensiveren, om zo op de juiste locaties de waterconditie in natuurgebieden te verbeteren (verdroging tegengaan), agrarische natuur te creëren voor specifieke VHR-soorten, de stikstofdepositie op natuurgebieden efficiënt te laten dalen en de veenweidegebieden sterk te vernatten (voor sterke reductie van broeikasgasemissies). Paludicultuur, oftewel natte teelten, vindt soms plaats in gebieden waar forse verhoging van het grondwaterpeil nodig is.

Landbouw: alle beschikbare technische maatregelen inzetten

In de **landbouw** worden in dit scenario alle beschikbare technische maatregelen maximaal ingezet voor het verhogen van de productiviteit van de landbouw en het mitigeren van de effecten op natuur, waterkwaliteit en klimaat. Het gaat om technieken die zich in de praktijk op bedrijfsniveau hebben bewezen, maar die vaak nog niet breed worden toegepast. Deze inzet van managementmaatregelen en technische maatregelen leidt tot een productiviteitsstijging. De productiviteitsstijging compenseert deels voor de afname van landbouwgrond, die nodig is voor de uitbreiding van natuurgebieden. Daarnaast zal de landbouw binnen de overgangszones extensiveren, wat daar leidt tot een (grote) afname van productie.

Uitgangspunt voor de veehouderij is dat stallen emissiearm zijn op het gebied van stikstof en broeikasgasemissies. Daar bovenop komen aanvullende technische maatregelen om zoveel mogelijk broeikasgassen en stikstof te reduceren. Dit zijn aanpassingen zoals de snelle afvoer, scheiding en bewerking van mest, gesloten mestopslag en methaanafvang uit mestkelders. Melkvee staat voornamelijk binnen onder optimaal gecontroleerde omstandigheden met een uitgebalanceerd rantsoen (ruw- en krachtvoer) wat tot een stabiele en hoge melkproductie leidt. Daarnaast kunnen onder deze omstandigheden de maatregelen in de stallen gericht op emissievermindering (zoals luchtwassers en voeradditieven) maximaal effectief zijn.

Andere aanpassingen in dit scenario zijn de inzet van voeradditieven, en de inzet en verdere ontwikkeling van nutriëntefficiënte gewassen en teeltsystemen. Ook is er veel inzet van externe inputs, zoals krachtvoer en kunstmest. Veenweidegebieden buiten overgangszones hebben een beperkte peilverhoging (tot 40 centimeter onder het maaiveld). Daarbij wordt getracht de huidige productiviteit zoveel mogelijk te behouden, mogelijk met enige beperkingen. Door het toepassen van waterinfiltratie in de zomer vindt hier extra emissiereductie plaats. De veengebieden in de overgangszones worden verder vernat (tot 20 centimeter onder het maaiveld). Hier is het landbouwkundig gebruik van deze gebieden beperkt. In de akkerbouw wordt precisielandbouw de norm, waardoor emissies bij mestaanwending (stikstof en lachgas) en gewasbeschermingsmiddelen worden beperkt.

De landbouw wordt ruimtelijk zo geoptimaliseerd dat de effecten op natuurgebieden maximaal worden beperkt. Zo wordt rond natuurgebieden landbouw geëxtensiverd, zodat stikstofemissies daar het sterkst dalen en grondwaterstanden daar het meest kunnen worden verhoogd. In het intensief-technologische scenario geldt geen beperking op aanvoer van krachtvoer en eiwitrijk voer vanuit het buitenland. Het uitgangspunt is dat melkveebedrijven zoveel mogelijk kunnen voorzien in hun eigen behoefte aan ruwvoer. In elk geval wordt al het benodigde ruwvoer in Nederland geteeld. Voor varkens- en pluimvee gelden geen beperkingen voor de voerimport.

Natuurgebieden: vergroten, versterken en verbeteren

In de natuurgebieden worden de huidige dominante beleidsstrategieën geïntensiveerd van het vergroten, versterken en verbeteren van het natuurnetwerk (Van Hinsberg et al. 2020). Gebieden met een primaire natuurfunctie (Natura 2000-gebieden en het Natuurnetwerk Nederland) worden uitgebreid met die typen natuur die nodig zijn om tot leefgebieden te komen die gezamenlijk groot genoeg zijn voor het landelijk duurzaam voorkomen van de VHR-soorten. Denk bijvoorbeeld aan heide of natte graslanden. Het herstelbeheer wordt geïntensiveerd en gericht op het bereiken van de VHR-doelstellingen. Hierbij is er waar nodig inzet van technologische aanpassingen.

Bijvoorbeeld natuurgebieden bekalken om verzuring door stikstofdepositie tegen te gaan en stalen damwanden slaan rond verdroogde natuurgebieden. Deze laatste maatregel helpt om verdroging terug te dringen, maar (hydrologische) isolatie kan ook helpen om de verspreiding van verontreiniging naar natuurgebieden te voorkomen. Omvormingsbeheer wordt gericht op het tegengaan van verdroging door de verdamping van grondwater te beperken (bijvoorbeeld door naaldbos om te vormen naar loofbos). Ook kan omvormingsbeheer gericht zijn op het oplossen van interne versnippering (bijvoorbeeld door kleine heideterreinen binnen één natuurgebied te verbinden of te vergroten).

Ook in het intensief-technologisch scenario: extensiveren en agrarisch natuurbeheer

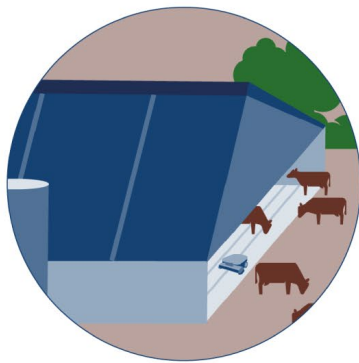
Extensivering van grondgebruik en agrarisch natuurbeheer passen niet bij de voorkeursrichting van dit scenario. Toch moet ook in het intensief-technologisch scenario een deel van het Nederlandse grondgebied beheerd worden met agrarisch natuurbeheer. Daar zijn twee redenen voor. Ten eerste komt een deel van de VHR-soorten buiten natuurgebieden voor, waaronder in het agrarisch gebied. Voor het voorkomen van de meeste akker- en weidevogels zijn daarom extensivering en uitbreiding van het agrarisch natuurbeheer nodig. Ten tweede wordt extensivering ingezet in de overgangszones tussen landbouw en natuur. Dit om de effecten van stikstofdepositie op natuur te beperken op een manier die zo min mogelijk de productiefunctie van de landbouwgrond beïnvloedt. De overgangszones zijn nodig omdat de stikstofemissies en deposities door de technische mitigatie in de landbouw nog onvoldoende zijn gereduceerd. Hoewel deze gebieden onderdeel blijven van het landbouwgebied, is de landbouwproductie er (zeer) beperkt. Akkerranden of bufferstroken worden alleen aangelegd waar wettelijke bufferstroken noodzakelijk zijn, en als dit nodig is om uitspoeling van nutriënten naar oppervlaktewater te voorkomen.

Natuurinclusief scenario

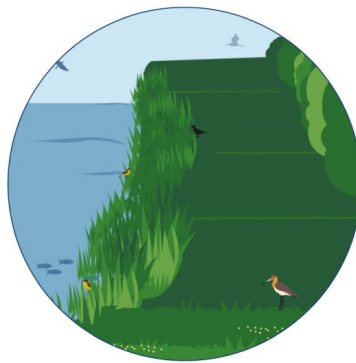
De andere voorkeursrichting is vertaald naar het natuurinclusieve scenario. Hierin ligt de nadruk op het verbreden van het natuurbeleid, het extensiveren van de landbouwproductie en het verweven van landbouw en natuur (zie hoofdstuk 2). In dit scenario wordt bij de inrichting van gebieden rekening gehouden met de beperkingen van het natuurlijke bodem- en watersysteem. Een aanzienlijk deel (circa 45 procent) van de landbouw zal een extensievere bedrijfsvoering hebben dan nu het geval is. Deze omvangrijke extensivering van de landbouw biedt – meer dan in het

Figuur 3.2

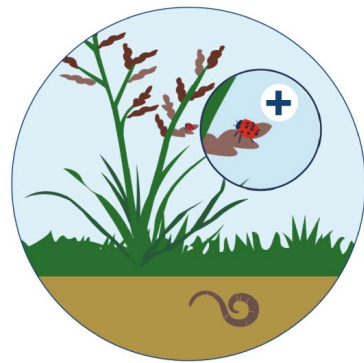
Impressie van natuurinclusief scenario in 2050, met zes kenmerkende aanpassingen uitgelicht



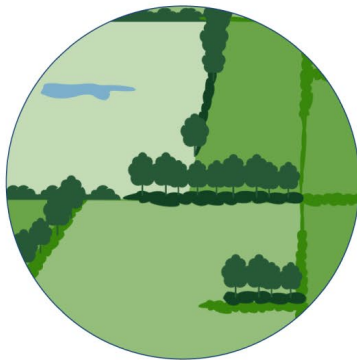
Emissiearme stallen met uitloop



Agrarisch natuurbeheer



Natuurlijke plaagbestrijding en aandacht bodemkwaliteit



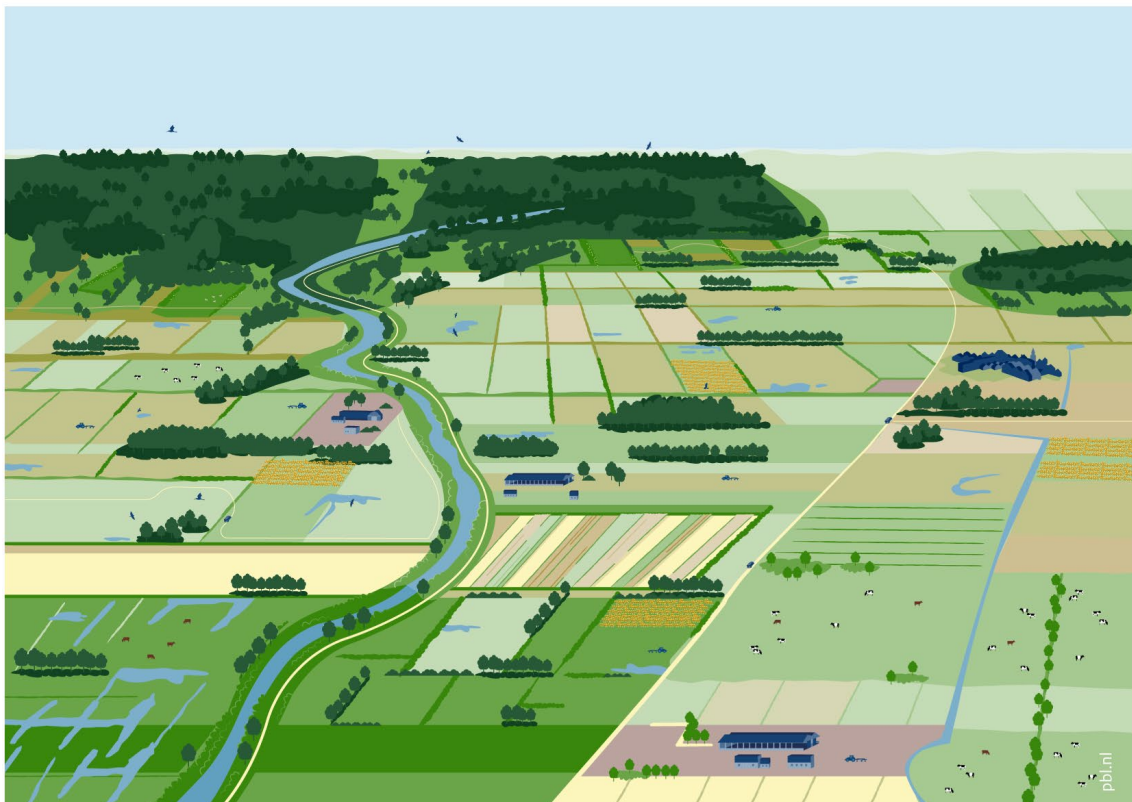
Groenblauwe dooradering



Hermeanderen beken



Vernatting en herstel kwel



Bron: PBL, DPI

intensief-technologisch scenario – ruimte voor lokaal en regionaal maatwerk. Natuurbeheer is in dit scenario gericht op breed systeemherstel, zowel binnen als buiten beschermde gebieden, en minder op specifieke soorten (zie figuur 3.2).

Landbouw: natuurinclusieve landbouwproductie

In de landbouw wordt sterk geëxtensiverd om de druk op natuur, waterkwaliteit en klimaat te reduceren. Dit past bij de uitgangspunten van natuurinclusieve landbouwproductie, zoals omschreven in Van Doorn et al. (2016). Naast het verminderen van drukfactoren op natuur (bijvoorbeeld via minder stikstofdepositie), is een uitgangspunt om meer gebruik te maken van natuurlijke processen. Het derde uitgangspunt richt zich op het verbeteren van de natuur en het landschap op en om het landbouwbedrijf, bijvoorbeeld door het verbeteren van de habitatkwaliteit van bepaalde soorten en de kwaliteit van landschapselementen via agrarisch natuur- en landschapsbeheer. In de praktijk zijn er verschillende niveaus van natuurinclusieve landbouw te onderscheiden, zoals recent nader uitgewerkt in Van Doorn et al. (2025). In dit scenario gaan we ervan uit dat bovenstaande uitgangspunten een rol krijgen in de bedrijfsvoering van de gangbare landbouwbedrijven. Een deel van de bedrijven zal hierin verregaande maatregelen nemen die hun productie, inrichting en werkzaamheden beïnvloeden. Dit zijn bijvoorbeeld zeer extensieve bedrijven, met zoveel mogelijk gesloten kringlopen. Dit komt overeen met niveau 2 en 3 zoals omschreven in Van Doorn et al. (2025).

Dit betekent een significant andere bedrijfsvoering en meer extensivering ten opzichte van wat momenteel als gangbaar wordt gezien. Een groot deel van de landbouwbedrijven teelt een groter aandeel extensieve gewassen met een lagere intensiteit van bemesting, gewasbeschermingsmiddelen en beheer en houdt minder vee. Daarnaast is uitloop en (permanente) weidegang de norm. Meer landbouwbedrijven volgen agro-ecologische, biologische en/of natuurinclusieve principes, zoals een ruimer bouwplan, minder of geen grondbewerking en een groter aandeel kruidenrijk grasland. Door deze extensivering zal de productiviteit van de landbouw lager zijn dan in het referentiescenario. Ruimtelijk zal dit tot uiting komen in een mozaïekpatroon, waarbij meer intensieve en extensieve arealen elkaar afwisselen, grotendeels gestuurd door de lokale condities (bodem- en watersysteem). Naast extensievere vormen van landbouw wordt ook ingezet op diversificatie door bijvoorbeeld stroken- of mengteelten in de akkerbouw. Deze diversificatie van landbouwsystemen brengt ook uitdagingen met zich mee, bijvoorbeeld omdat er andere machines nodig zijn en het management veel kennis vergt.

Gesloten voer- en mestkringlopen

Voer- en mestkringlopen worden op het niveau van Noordwest-Europa sluitend gemaakt. Dit betekent dat veevoer niet meer komt uit Zuid- en Noord-Amerika of andere delen van de wereld. De omvang van de veestapel wordt hierdoor begrensd. Melkvee krijgt daarnaast een rantsoen dat vergelijkbaar is met een biologisch rantsoen (meer ruwvoer, minder krachtvoer). In de intensieve sectoren worden de varkens- en het pluimvee voornamelijk gevoed met reststromen van de voedselproductie, de voedingsindustrie en *retail*. Dit wordt aangevuld met alternatieve eiwitbronnen, zoals insecten, algen of eendenkroos. Het overige veevoer komt uit Noordwest-Europa. De mest van de varkens en pluimveehouderij wordt, al dan niet bewerkt, samen met andere organische reststromen zo veel mogelijk toegepast in de akkerbouw.

Natuurbeheer: de condities op zoveel mogelijk plekken verbeteren

In tegenstelling tot in de huidige situatie ligt de nadruk in het natuurbeheer in dit scenario minder op het beschermen van specifieke soorten op specifieke plekken, en juist meer op het verbeteren van de condities op zoveel mogelijk plekken. De beheerfilosofie is om zoveel mogelijk natuurlijke dynamiek te bevorderen en ruimte te geven aan natuurlijke processen; 'als de condities goed zijn volgende de soorten vanzelf,' is het motto. Het beheer van de beschermde natuur is vooral gericht op het herstellen van de natuurlijke water- en bodemprocessen, met relatief licht regulier beheer. Hiervoor is het wel nodig dat eenmalige herstel- en inrichtingsmaatregelen uitgevoerd worden op die gebieden binnen Natura 2000-gebied en het Natuurnetwerk Nederland waar sprake is van aantasting door bijvoorbeeld vermesting en verzuring. Omvormingsbeheer wordt terughoudend en indien nodig het liefst éénmalig toegepast. Waar het wordt toegepast, is dit voornamelijk om het hydrologisch systeem te verbeteren door bijvoorbeeld verdamping van water te beperken (naaldbos om te vormen tot loofbos) en kwelstromen te herstellen. Uitbreiding van het natuurareaal zorgt, naast een grote toename in agrarisch natuurbeheer, voor voldoende leefgebied voor VR- en HR-soorten. Op dit extra areaal is ruimte voor passend medegebruik, zoals recreatief gebruik, mits het de natuurdoelen niet schaadt. De nieuwe arealen natuur liggen zo veel mogelijk dicht bij bestaande natuur, maar sommige bosarealen en zeker de arealen met (zwaar) agrarisch natuurbeheer, liggen in dit scenario meer verspreid over heel Nederland. Er is dus minder voor natuur en landbouw geoptimaliseerde ruimtelijke ordening nodig dan in het intensief-technologische scenario. Die ruimtelijke ordening is nog wel nodig voor de overgangszones. Zonder een overgangszone tussen landbouw en natuur is namelijk de verdroging in natuurgebieden niet goed op te lossen. De zones zijn echter zo smal mogelijk, met het idee dat verweving van natuur en landbouw de norm is. Dit krijgt vorm in het gehele landbouwgebied.

Brede inzet van agrarisch natuurbeheer

Agrarisch natuurbeheer wordt breed ingezet om een goede staat van instandhouding van soorten en habitats te bereiken. Het verlicht het tekort aan leefgebieden voor VR- en HR-soorten. Tegelijkertijd mitigeert het de druk van landbouwemissies door extensivering van agrarisch grondgebruik. Zeer extensief grasland speelt hierbij een belangrijke rol. In het landbouwareaal is licht agrarisch natuurbeheer de norm. Daarnaast wordt het areaal aan landschapselementen met een hoge biodiversiteit substantieel uitgebreid, zoals heggen, akkerranden en bomenrijen. Langs sloten zijn natuurvriendelijke oevers de norm. Beheer en inrichting van deze landschapselementen is blijvend en het is gericht op het scheppen van goede condities voor inheemse soorten.

Uitgaan van de natuurlijke hydrologische inrichting van het landschap

In dit scenario wordt uitgegaan van een meer natuurlijke hydrologische inrichting van het landschap. Zo resulteert het herstellen van de kwelstroom in hydrologisch herstel van grondwaterafhankelijke natuur. Daarnaast helpen de overgangszones rondom natuurgebieden om water langer vast te houden. In alle veenweidegebieden wordt het grondwaterpeil aanzienlijk verhoogd tot 20 centimeter onder het maaiveld, waardoor landbouwkundig gebruik beperkt is. Hier wordt ingezet op zwaar agrarisch natuurbeheer of paludicultuur (natte teelten). Het hermeenderen van beken (de oude loop herstellen van in het verleden gekanaliseerde beken) resulteert in herstel van beekdalen en de bijbehorende soorten en habitats. De oevers zijn natuurvriendelijk ingericht, gecombineerd met brede overgangszones en helofytenfilters. Deze zorgen, naast een verbetering van het leefgebied, ook voor verminderde uitspoeling van nutriënten uit de landbouw via natuurlijke processen.

3.1.2 Overzicht van de aannames in de scenario's

De specificering van de scenario's zoals hierboven beschreven is verder vertaald naar kwantitatieve aannames per scenario. In tabel 3.2 staat een overzicht van de belangrijkste aanpassingen voor in de landbouw, natuurbeheer en waterkwaliteit in het referentiescenario en in de twee normatieve scenario's. In bijlage 3 staat een detailoverzicht van de aanpassingen in de twee scenario's en de methodologische verantwoording voor de kwantificering van de aanpassingen in de scenario's.

Tabel 3.2a t/m g

Overzicht van de kwantitatieve aannames in de scenario's

Tabel 3.2a

Grondgebruik

Aanname voor:	Referentie-scenario	Intensief-technologisch scenario	Natuurinclusief scenario
Zonering	Geen	Extensief grondgebruik in zones van 2 kilometer rond Natura 2000-gebieden.	Extensief grondgebruik in zones van 500 meter rond Natura 2000-gebieden.
Bouwplan	Huidige bouwplannen.	Intensivering bouwplannen waar mogelijk (voorbeeldbouwplan gaat uit van ca. 65% intensieve gewassen op klei, ca. 55% op zand). Zware pakketten natuurbeheer geschikt voor akkerbouw in zones rond natuurgebieden.	Ruimere bouwplannen, groter aandeel rustgewassen (ca. 35% intensieve gewassen op klei, 25% op zand). Groenblauwe dooradering is onderdeel van alle landbouwarealen.
Gebruik kunstmest	Lichte afname t.o.v. 2022.	Afname (ca. 40%).	Sterke afname (ca. 60%).
Gebruik dierlijke mest	Afname van ca. 23% ten opzichte van 2022.	Afname met 40% ten opzichte van 2022, door afname landbouwareaal en toename extensief en zeer extensief areaal.	Afname met ca. 50%, door afname landbouwareaal en sterke toename extensief en zeer extensief areaal.
Gewasbeschermingsmiddelen	Voortzetting trend.	Precisielandbouw is de norm; gewasbeschermingsmiddelen worden heel precies ingezet.	Minimale inzet door robuuste gewassen, natuurlijke plaagbestrijding, en waar nodig inzet volgens precisielandbouw.

Tabel 3.2b

Veehouderij: technologie en management

Aanname voor:	Referentiescenario	Intensief-technologisch scenario	Natuurinclusief scenario
Melkproductie per koe	Voortzetting trend.	Hoger dan referentie a.g.v. voeding- en rantsoenoptimalisatie, fokkerij en diermanagement.	Lager dan referentie a.g.v. lagere bemestingsniveaus en beperkingen op gebruik kunstmest.
Voeraanpassingen	Beperkte verlaging ruweiwitgehalte, geen voeradditieven.	Aanpassing voersamenstelling voor reductie pensfermentatie, verlaging ruweiwitgehalte, gebruik voeradditieven (e.g. 3-NOP).	Beperkte aanpassing voersamenstelling voor reductie pensfermentatie, beperkte verlaging ruweiwitgehalte, gebruik natuurlijke voeradditieven.
Fokkerij	Geen gericht op minder methaanuitstoot.	Genetische verbetering gericht op minder methaanuitstoot.	Enige genetische verbetering gericht op minder methaanuitstoot.
Beweiding en uitloop	Melkvee: gelijk aan huidige situatie (gemiddeld 120 dagen/jaar). Geen uitloop varkens en pluimvee.	Melkvee staat voornamelijk binnen. Geen uitloop varkens en pluimvee.	Melkvee: permanent beweiding, varkens en pluimvee: uitloop.
Stallen	Groter aandeel emissiearme stallen (ammoniak).	Integraal emissiearme stallen (ammoniak en methaan), met snelle afvoer mest uit stallen, gesloten mestopslag en methaanoxidatie, of mestvergisting.	Verbetering emissiearme stallen pluimvee t.o.v. referentie, voor melkvee en varkens gelijk aan referentiescenario. Allen met snelle afvoer mest uit stallen naar gesloten mestopslag.

Tabel 3.2c

Omvang veestapel (t.o.v. 2022): als consequentie na uitvoeren van overige aanpassingen

Aanname voor:	Referentiescenario	Intensief-technologisch scenario	Natuurinclusief scenario
Melkvee ⁸ en vleeskalveren	Beperkte afname (16-23%).	Nagenoeg halvering (41-46%).	Halvering (50%).
Intensieve sectoren (varkens en pluimvee)	Beperkte afname (12-21%).	Beperkte afname (12-21%).	Halvering (50%).

Tabel 3.2d

Natuurbeheer: regulier beheer en herstel

Aanname voor:	Referentiescenario	Intensief-technologisch scenario	Natuurinclusief scenario
Regulier beheer	Voortzetting.	Voortzetting.	Voorzetting, maar waar mogelijk beperking en meer ruimte voor natuurlijke processen.
Herstelbeheer	Uitvoeren maatregelen staand beleid.	Regelmatig terugkerende herstelmaatregelen, actief omvormingsbeheer.	Eenmalige inzet van herstelmaatregelen en omvormingsbeheer.
Terugdringen verdroging	Uitvoeren maatregelen staand beleid.	Voorkeur via technische maatregelen. Waar nodig met brede zones (2 km).	Voorkeur via generieke natuurlijkere inrichting van watersysteem en peilverhoging. Extra in zones rond natuur (500 m).

⁸ Bij melkvee geldt dat de melkproductie per koe wel toeneemt in de scenario's, wat ook leidt tot een hogere emissie per koe. Hierdoor is de verandering in het aantal dieren geen goede indicator voor veranderingen in de (economische) omvang van de sector. In het referentiescenario is de afname van het aantal melkkoeien bijvoorbeeld 23 procent ten opzichte van 2022, terwijl de melkproductie met slechts 10 procent afneemt. In het intensief-technologische scenario daalt de melkproductie met 32 procent ten opzichte van 2022, in het natuurinclusieve scenario met 46 procent.

Tabel 3.2e

Natuurareaal en agrarisch natuurbeheer

Aanname voor:	Referentiescenario	Intensief-technologisch scenario	Natuurinclusief scenario
Uitbreiding natuurareaal	Uitvoeren huidige uitbreidingsplannen (50 duizend ha t.o.v. 2022).	Circa 150 duizend ha extra natuurareaal boven op het referentiescenario.	Circa 100 duizend ha extra natuurareaal boven op het referentiescenario.
Agrarisch natuurbeheer	Vergelijkbaar met de huidige situatie: een derde zware pakketten.	Rond Natura-2000 gebieden zware pakketten.	Norm is lichte pakketten aangevuld met zware pakketten.
Groenblauwe dooradering	Beheer van groenblauwe dooradering zoals in staand beleid.	Alleen groenblauwe dooradering waar nodig voor doelbereik (rond KRW-wateren en Natura 2000-gebieden).	Groenblauwe dooradering standaard in landbouwareaal.

Tabel 3.2f

Klimaatmitigatie

Aanname voor:	Referentiescenario	Intensief-technologisch scenario	Natuurinclusief scenario
Vernatting veenweiden	Enige vernatting tot 40 cm en 20 onder maaiveld door beleidsmaatregelen, vooral in Utrecht en Friesland.	Sterke vernatting tot 20 cm onder maaiveld in zones rond Natura2000 gebieden, 40 cm onder maaiveld standaard daarbuiten.	Sterke vernatting in alle veenweidegebieden (20 cm onder maaiveld).
Areaal klimaatbos en agroforestry	Zeer beperkt (circa 1000 hectare), (zie ook Kruit et al. 2025)	Circa 100 duizend ha boven op het referentiescenario. De helft van dit areaal is agroforestry.	Circa 55 duizend ha boven op het referentiescenario. De helft van het areaal is agroforestry.

Tabel 3.2g

Waterkwaliteit en -kwantiteit (aanvullend op maatregelen in landbouw en natuurbeheer)

Aanname voor:	Referentiescenario	Intensief-technologisch scenario	Natuurinclusief scenario
Inrichtingsmaatregelen	Inrichtingsmaatregelen uit bestaand beleid (inclusief hermeandering in sommige beekdalen).	Meer inrichtingsmaatregelen in de zone rond natuurgebieden, zoals aanleg van vistrappen naast stuwen in KRW-waterlichamen (zie ook bijlage 2).	Maatregelen in gehele landelijk gebied. Voorkeur voor maatregelen zoals hermeandering met brede beekdalen (250 meter) en inrichting als natuurvriendelijke oevers (zie ook bijlage 2).
Niet-bemeste bufferstroken in de landbouw	Smal	Smal	Breed

Tekstkader 3.1: Achtergrond bij de gevraagde omvang voor de uitbreiding van natuurgebied en extensief beheerd landbouwgebied

Voor het bereiken van geschikte omgevingscondities en ruimtelijke condities voor het duurzaam voorkomen van soorten van de Vogel- en Habitatrichtlijn voor de Nederlandse landnatuur (Van Hinsberg et al. 2020), en gunstige staat van instandhouding van VHR-soorten en habitats (WUR & SOVON 2022, zie ook paragraaf 2.2.3), zijn in Nederland meer hectaren leefgebied nodig. Uit verschillende analyses blijkt dat tussen de circa 100.000 en 150.000 hectaren nieuw natuurgebied nodig is (Van Hinsberg et al. 2020; WUR & SOVON 2022). Dit komt bovenop de 30.000 hectare grond die nodig is voor de afronding van het NNN onder het Natuurpact en enkele andere natuuruitbreidingen (o.a. concrete plannen uit de Bossenstrategie, verdere uitbreiding Markerwadden, extra ambities enkele provincies), die gepland zijn tot 2050 (in totaal gaat dit om 50.000 hectare ten opzichte van 2022).

Onderbouwing van de inschattingen

De inschatting van circa 150.000 extra hectare benodigd natuurgebied komt uit een modelanalyse met het model *Model for Nature Policy* (Van Hinsberg et al. 2020). Hierin gaan de onderzoekers uit van een toekomstige situatie waarbij alle andere drukfactoren hersteld zijn en de milieu- en watercondities waar nodig verbeterd zijn. Het blijkt dat voor een aantal soorten het areaal aan leefgebied dan nog onvoldoende is om duurzaam voort te kunnen bestaan. Door 150.000 hectare aan nieuwe natuur te ontwikkelen met een specifieke type leefgebied (zoals droge heide of hoogveen) op locaties waar dit bijdraagt aan het vergroten van de bestaande leefgebieden, kunnen ook voor deze soorten duurzame condities gerealiseerd worden.

De inschatting van circa 100.000 hectare aan extra benodigd natuurgebied volgt uit een andere analyse, gebaseerd op expertinschattingen van soortexperts en vegetatiedeskundigen (WUR & SOVON 2022). Allereerst zijn de onderzoekers nagegaan in hoeverre de huidige ongunstige staat van instandhouding beperkt wordt door het oppervlakte aan leefgebied voor soorten of habitattypen. Uitgangspunt is daarbij dat het huidige areaal een goede kwaliteit heeft. Vervolgens is gekeken welke uitbreiding nodig is om een populatieomvang en habitatareaal te bereiken met

een gunstige staat van instandhouding. Daarbij moeten ook andere drukfactoren hersteld zijn en de milieu-, water- en ruimtelijke condities waar nodig verbeterd zijn. Hierbij komen de experts tot een benodigde uitbreiding van circa 70.000 hectare nieuwe natuur, plus 35.000 hectare bestaande natuur die moet worden omgevormd naar een ander type (bijvoorbeeld kap van bossen ten behoeve van de uitbreiding van heide en stuifzanden).

In beide analyses is rekening gehouden met het type natuur dat nodig is om te komen tot duurzame condities, dan wel een gunstige staat van instandhouding. Voor veel soorten en habitattypen moeten zeer specifieke condities hersteld worden in de vegetatiestructuur, bodem en hydrologie. In beide bovenstaande analyses is daarom geprobeerd om de uitbreiding zo goed mogelijk in te zetten om condities voor meerdere soorten gelijktijdig mogelijk te maken. De ingeschatte grootte van de benodigde natuurgebieden kan dan ook worden gezien als een minimale inschatting. Aanname bij beide analyses is bovendien dat de hectares erbij komen op de goede locaties en in goede samenhang met bestaande leefgebieden.

Uitbreiding leefgebied in beide scenario's

In het intensief-technologische scenario kiezen we voor een uitbreiding van circa 150.000⁹ hectare natuurgebied in aanvulling op de al geplande 50.000 hectare vanuit het bestaande beleid. Deze uitbreiding vindt zoveel mogelijk in aaneengesloten gebieden plaats (gebaseerd op de analyse van Van Hinsberg et al. 2020). Een deel van dit areaal zal natuur zijn en zo worden ingericht dat leefgebieden ontstaan voor agrarische VHR soorten. Daarnaast wordt in het scenario circa 100.000 hectare zeer extensief agrarisch gebied aangelegd, dat veel landschapselementen bevat, zoals natuurvriendelijke oevers, hagen en bomen (gebaseerd op Van Hinsberg et al. 2020). In dit zeer extensief gebruikte agrarische gebied heeft de landbouw geen hoofdfunctie. Deze gebieden liggen vooral rond de Natura 2000-gebieden (gebaseerd op het scenario Mondiaal Ondernemend uit de Ruimtelijke Verkenning, PBL 2023). Naast dat deze zonering rond natuurgebieden de milieudruk in die natuurgebieden verlaagt, zorgt extensivering tegelijkertijd voor leefgebied voor agrarische VHR-soorten. Naast de uitbreiding van circa 150.000 hectare natuurgebied en de circa 100.000 hectare zeer extensief agrarisch gebied, neemt in dit scenario ook het areaal klimaatbos en *agroforestry* op agrarische grond toe met circa 100.000 hectare. Daarnaast worden de huidige arealen extensief en zeer extensief agrarisch gebied naar de ecologisch meest gunstige locaties verplaatst. Doordat het extra leefgebied voor agrarische soorten ruimtelijk geconcentreerd wordt ontwikkeld – in of nabij natuurgebieden met (zeer) extensief agrarisch beheer – kunnen weidevogels in veel hogere dichtheden voorkomen dan wanneer leefgebied verspreid wordt gerealiseerd (Huitzing et al. 2025). In hoeverre de hectares voldoende zijn voor ook de meest kritische agrarische soorten wordt momenteel verder onderzocht (Sierdsema et al. in prep.).

In het natuurinclusieve scenario gaan we uit van een extra areaal van circa 100.000¹⁰ hectare aan nieuwe natuur in aanvulling op de al geplande 50.000 hectare vanuit het bestaande beleid. Dit wordt gecombineerd met 230.000 extra hectare aan meer verspreid liggende, zeer extensieve agrarische gronden, die ook veel landschapselementen bevatten. Ook hier geldt dat de landbouw in

⁹ In de gebruikte digitale kaarten telt het hectaren op tot circa 160.000, maar onzekerheden zijn groot zodat we hier afronden voor 50.000-tallen.

¹⁰ In de gebruikte digitale kaarten telt dit op tot circa 95.000 hectaren, maar onzekerheden zijn groot zodat we het afronden op 50.000-tallen.

deze extensieve gebieden geen hoofdfunctie heeft. Daarnaast wordt in dit scenario circa 45 procent van de landbouw met een primaire productiefunctie extensief. In de landbouw zijn lichte agrarische pakketten natuurbeheer de norm en zullen ze veel landschapselementen bevatten; er komen 140.000 hectare bij aan groenblauwe dooradering, binnen de primaire landbouw. Ook is er circa 50.000 hectare met klimaatbos en *agroforestry*. Deze aannames sluiten aan bij het scenario 'Groenrijk' uit de Ruimtelijke Verkenning 2023 (PBL 2023), met als verandering dat de uitbreiding van het natuurareaal beperkt is tot 100.000 hectare en de extensivering van de landbouw plaatsvindt zonder verschuiving tussen grasland en bouwland. Aansluitend aan de WUR-SOVON-studie (2023) gaan we ervan uit dat met een groter areaal extensiever agrarisch gebruik een kleiner natuurareaal voldoet voor het systeemherstel van de natuur.

In de WUR-SOVON-studie (2023) komen de onderzoekers tot een areaal van ruim 700.000 hectare extra agrarisch leefgebied, dat nodig is voor een gunstige staat van instandhouding van soorten die voorkomen in het agrarisch gebied (broedvogels). Dit komt ongeveer overeen met het natuurinclusieve scenario. Het verschil met de aanpak in deze verkenning is dat de gunstige staat van instandhouding niet hetzelfde is als condities voor duurzame instandhouding (zie ook PBL & WUR 2017 en hoofdstuk 2). Belangrijk verschil is dat bij duurzame instandhouding wordt gekeken naar condities die nodig zijn voor de duurzame instandhouding op *nationale* schaal, rekening houdend met alle leefgebieden in ons land. Bij de gunstige staat van instandhouding gaat het om elke gebiedsspecifieke populatie- en habitatomvang ten tijde van het vaststellen van de richtlijnen. De condities voor duurzame instandhouding op landelijk niveau zullen veelal sneller gerealiseerd zijn dan een gunstige staat van instandhouding. Daarnaast maakt het voor het benodigde areaal agrarische natuur nogal uit of deze worden ingevuld met zware of juist lichte agrarisch natuurbeheerpakketten (zie ook Huitzing et al. 2025).

3.2 Resultaten van de scenario's

3.2.1 De omvang van de opgave: hoever komt Nederland met huidig beleid en hoe groot is de afstand tot de doelstellingen?

Uit het referentiescenario blijkt dat het halen van de doelen voor water, natuur en klimaat dichterbij komt als het staande beleid wordt uitgevoerd. Deze voortgang vlakt af rond 2035, als de meeste bestaande maatregelen hun effect gehad hebben. Er resteert dus een opgave om de doelen binnen bereik te brengen boven op het huidige beleid. In tabel 3.3 is de orde-grootte te zien van die restopgave voor de drie doelstellingen. Voor natuur blijkt uit het referentiescenario dat nog ruim een derde van de opgave resteert tot de doelstelling is bereikt. Voor waterkwaliteit moet een derde tot de helft van de wateren nog op orde worden gebracht (ecologische waterkwaliteit). Voor klimaat geldt dat de emissies voor landbouw en landgebruik samen ten opzichte van het referentiescenario nog met circa een derde tot ruim de helft zullen moeten worden gereduceerd. In paragraaf 3.2.2 gaan we voor de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat in op de redenen achter de ontwikkelingen in het referentiescenario. We bekijken vervolgens de manieren waarop de rest van de opgave wordt ingevuld in het intensief-technologische scenario en in het natuurinclusieve scenario.

Tabel 3.3
De afstand tot doelbereik in het referentiescenario

Doel	Natuur (VHR) (Aandeel VHR soorten van landnatuur waarvoor condities voor duurzaam voorkomen op orde zijn)	Waterkwaliteit, ecologische toestand (KRW) (percentage KRW-waterlichamen met goede staat, waarbij biologie alleen betrekking heeft op regionale waterlichamen)		Klimaat (broeikasgasemissies in Mt CO ₂ -equivalenten per jaar)	
		Nutriënten N & P	Biologie ¹	Landbouw ²	Landgebruik
Doelstelling 2050	100%	100%	100%	8,5– 11 Mt	0,3 –1,2 Mt
Situatie rond 2022 ³	50%	50 & 50% ⁴	36 tot 55%	24,4 Mt	5,1 Mt
Referentie-scenario 2050	60-65%	62 & 57%	45 tot 65%	15 Mt	4,5 Mt
Afstand tot doelbereik 2050	35-40%	38 & 43%	35 tot 55 %	4,0–6,5 Mt	3,3–4,2 Mt

¹Er zijn vier kwaliteitselementen voor KRW-doelbereik voor biologie: vissen, macrofauna, fytoplankton en overige waterflora. De percentages in deze kolom geven de score voor de laagste en de hoogste van deze vier elementen.

²Inclusief emissies uit energiegebruik in de landbouw (met name glastuinbouw). Deze bedroegen 6,2 megaton CO₂-equivalenten in 2022. De procesemissies uit veehouderij en akkerbouw bedroegen in 2022 18,2 megaton CO₂-equivalenten. In het referentiescenario 2050 is verondersteld dat er géén emissies meer uit energiegebruik in de landbouw plaatsvinden. De resterende emissies (en daarmee ook de doelstelling) hebben dus alleen betrekking op de proces-emissies uit veehouderij en akkerbouw.

³Situatie natuur 2024, klimaat 2022 en waterkwaliteit 2021.

⁴Uitgaande van gemodelleerde waarden bij een gemiddeld weerjaar.

3.2.2 Verschillende paden naar de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat

Natuur in het referentiescenario: verbetering in natuurgebieden, verslechtingen daarbuiten

Het staande en voorgenomen natuurbeleid uitvoeren, leidt tot verbeteringen in de staat van de natuur (Van Bussel & Van Hinsberg 2024). Het staande beleid dicht circa een kwart van de afstand tot de doelstelling (zie figuur 3.3). De inschatting van huidig en in 2050 verwacht doelbereik is lager dan eerder gepubliceerde cijfers. Dit komt door nieuwe wetenschappelijke inzichten over stikstofgevoeligheid (Bobbink et al. 2022).

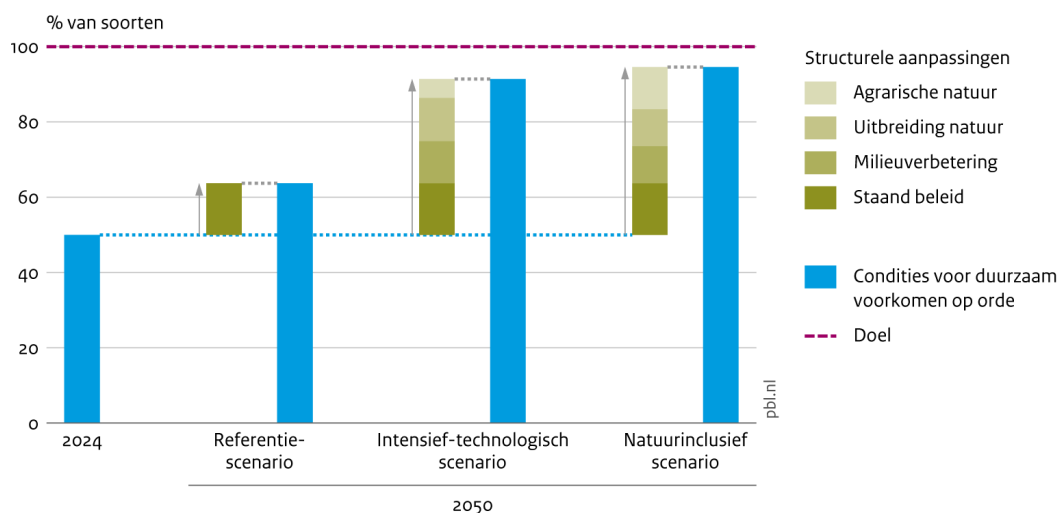
De afronding van het Natuurnetwerk Nederland leidt tot een aanvullende 35.000 hectare beschermde natuur. Daarnaast komt er landnatuur bij door uitvoering van de Bossenstrategie en uitbreiding van o.a. de Markerwadden. De verwachting is dat hierdoor een deel van de beschermde soorten en habitattypen in natuurgebieden zal profiteren. Met name verwachten we dat vogelsoorten kunnen profiteren van het staande en voorgenomen natuurbeleid (Pouwels & Henkens 2020). Het huidige beleid verbetert vooral condities binnen de gebieden van het

Natuurnetwerk Nederland en Natura 2000. Buiten natuurgebieden wordt in het Referentiescenario een verdere achteruitgang van veel soorten verwacht. Dit komt doordat met het staande beleid maar in een beperkt areaal maatregelen (zoals agrarisch natuurbeheer) worden uitgevoerd in het agrarisch gebied. Zo zullen de aantallen vogels van open boerenland waarschijnlijk verder gaan dalen. Een voorbeeld hiervan zijn de weidevogels. Daarnaast zijn ook voor sommige soorten, die in de natuurgebieden voorkomen, de huidige voorgenoemen natuurmaatregelen niet voldoende voor duurzame instandhouding, zoals soorten van hoogvenen. Voor dergelijke natuur is grootschaliger systeemherstel nodig om condities op orde te brengen.

Systeemherstel is vaak echter een complexe opgave en de snelheid waarmee dit herstel tot verbeteringen leidt is omgeven met onzekerheden (Van Bussel & Van Hinsberg 2024). De traagheid waarmee systemen herstellen zal er in de praktijk voor zorgen dat de staat van instandhouding achterloopt op de verbetering van de omgevingscondities. Verder is het halen van het systeemherstel en de noodzakelijke goede condities geen garantie dat de habitattypen of soorten terugkeren.

Figuur 3.3

Aandeel Vogel- en Habitatrichtlijnsoorten van landnatuur waarvoor condities voor duurzaam voorkomen op orde zijn in scenario's



Bron: PBL, WUR 2025

Natuur in de twee scenario's: twee paden richting doelbereik

In beide scenario's worden forse verbeteringen gemaakt om goede omgevingscondities en ruimtelijke condities voor het duurzaam voorkomen van VHR-soorten te bereiken. De aanpassingen in het natuur- en landbouwsysteem leiden in beide scenario's naar verwachting tot een verdere verbetering van de omgevingscondities. De aanpassingen leiden tot een toename van bijna 27-31 procentpunten van het aantal soorten dat potentieel landelijk duurzaam kan voortbestaan ten opzichte van het referentiescenario (zie figuur 3.3). Deze toename komt door een combinatie van extra areaal beschermd natuurgebied, verdere verbeteringen van milieucondities in en rond de natuurgebieden (door natuurherstelmaatregelen zoals plaggen en bekalken), en meer en deels zwaarder agrarisch natuurbeheer. In het natuurinclusieve scenario komt het bereiken van de doelstelling voor natuur naar schatting iets dichterbij dan in het intensief-technologische scenario.

In beide scenario's is uitbreiding van beschermde natuurgebieden nodig, met een grotere uitbreiding van het natuurareaal in het intensief-technologische scenario ten opzichte van het natuurinclusieve scenario (ca. 50.000 hectare meer). Het natuurinclusieve scenario leunt voor doelbereik op een aanzienlijk groter areaal extensieve landbouw en een groter areaal met lichter en zwaarder agrarisch natuurbeheer (zie ook paragraaf 3.3.3). Ook is in beide scenario's sprake van overgangsgebieden rondom Natura 2000-gebieden (zonerings). In het intensief-technologische scenario wordt nadrukkelijk ingezet op grote overgangsgebieden (van 2 kilometer) rondom Natura 2000-gebieden. Dit is om drukfactoren uit te landbouw te mitigeren, zodat er elders meer ruimte blijft voor landbouw. In het natuurinclusieve scenario zijn deze overgangszones beperkter van omvang (500 meter).

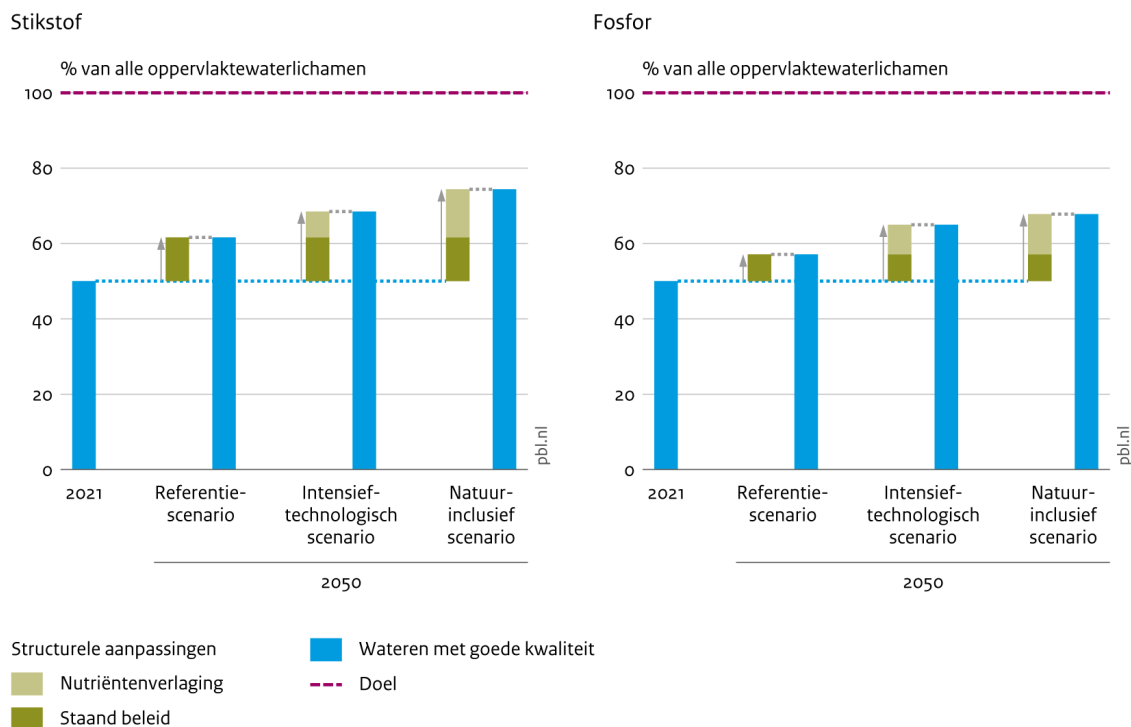
Volledig doelbereik voor natuur wordt in beide scenario's niet behaald. Dit is omdat de stikstofdeposities uit het buitenland in sommige natuurgebieden te hoog blijven voor duurzame instandhouding. Voor sommige soorten kan daarnaast duurzaam voortbestaan alleen worden geborgd met uitbreiding van grensoverschrijdende natuur, een effect dat geen onderdeel uitmaakt van onze analyses.

Voorwaarde om daadwerkelijk te kunnen bijdragen aan doelbereik is in beide scenario's dat natuuruitbreiding wordt gerealiseerd op geschikte plekken (wat betreft de bodem, hydrologie en nabijheid van bestaande natuur) en met optimaal beheer. De bestaande leefgebieden moeten met de juiste typen natuur worden uitgebreid, zodat de voortkomende soorten levensvatbare populaties vormen. Zo moet er bijvoorbeeld heide bij komen in te kleine heidegebieden. De uitbreiding moet in voldoende mate geclusterd worden. Ook moeten stikstofbron- en natuurmaatregelen in samenhang genomen worden, zodat milieucondities in samenhang verbeteren.

In de praktijk zullen de berekende percentages voor het bereik van de doelstelling waarschijnlijk lager liggen (zie ook hoofdstuk 2 over modelonzekerheden). Dit komt doordat niet alle bedreigingen in de modelinschatting zijn meegenomen. Zo houden we in het model geen rekening met biotische factoren die het voorkomen van soorten kunnen beïnvloeden (zoals de aanwezigheid van predatoren en ziekten), met verstoring als gevolg van recreatie, of met vervuiling door gewasbeschermingsmiddelen. Ook zijn de effecten van klimaatverandering niet meegenomen in de berekeningen van de indicator voor het doelbereik van de VHR-richtlijn. Niettemin zijn de modelresultaten qua orde van grootte goed vergelijkbaar met andere metingen en inschattingen (Pouwels & Henkens 2020).

Waterkwaliteit in het referentiescenario: het huidige beleid is onvoldoende voor het bereiken van de KRW-doelstellingen voor nutriënten en biologie

In het referentiescenario stijgt het percentage waterlichamen dat voldoet aan de waterkwaliteitsnormen voor nutriënten ten opzichte van 2021 met bijna 12 procentpunten voor stikstof en 7 procentpunten voor fosfor (zie figuur 3.4). Toch is dit niet voldoende: naar verwachting voldoen in 2050 maar 62 procent van de waterlichamen voor stikstof en 57 procent voor fosfor aan de doelstelling voor nutriënten (als onderdeel van het waterkwaliteitsdoel). Voor de nutriëntenbelasting vindt de grootste verandering plaats tussen 2021 en 2027. Dit wordt veroorzaakt door de landelijke stikstofmaatregelen in de landbouw in combinatie met maatregelen vanuit de stroomgebiedsbeheerplannen (SGBP 2022-2027), die zorgen voor emissiereductie van stikstof en fosfor. Na 2027 is er nog geen staand waterbeleid waarmee actief gewerkt wordt aan verdere verbeteringen in de waterkwaliteit. Tussen 2027 en 2050 zal door na-ijling van effecten van maatregelen nog een kleine verbetering optreden, maar dit is niet genoeg voor volledig doelbereik.

Figuur 3.4**Waterkwaliteit op basis van stikstof en fosfor volgens Kaderrichtlijn Water in scenario's**

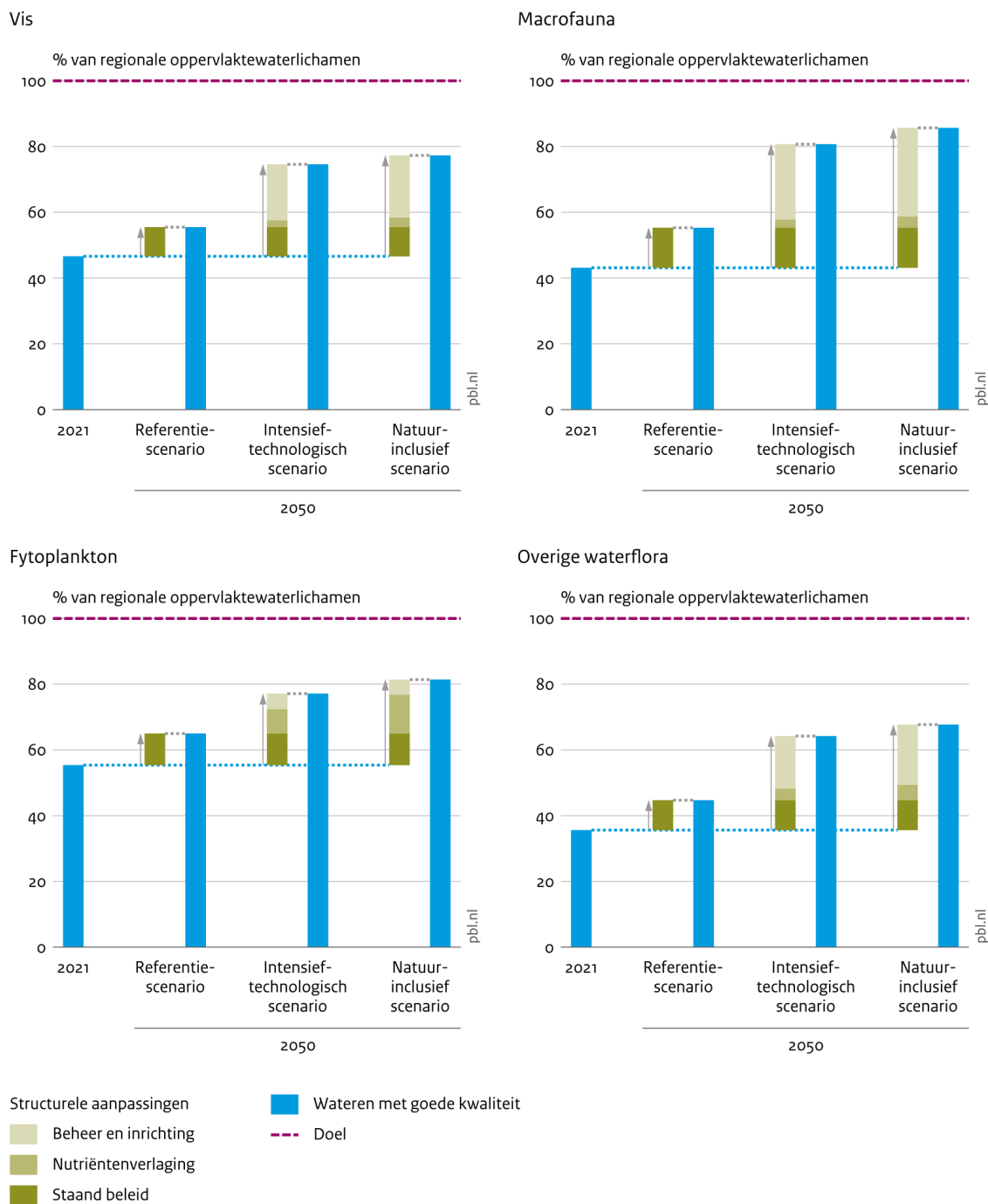
Bron: Deltares 2025

Als gevolg van landbouwmaatregelen verbetert ook de biologie van de regionale wateren, net als de toxiciteit, het doorzicht en de ammoniumconcentraties. Ook andere maatregelen dragen positief bij aan de biologie; zo zijn er in het staande beleid veel maatregelen voorzien die de inrichting van de waterlichamen verbeteren. De belangrijkste hiervan is de meandering van waterlichamen (gepland in 67 procent van de waterlichamen). Maar ook verstuwings, beschaduwings, oeverinrichtings en onderhoud worden in het staande beleid verbeterd in bijna de helft van de waterlichamen. Peilbeheer en connectiviteit worden daarnaast aangepast in circa 10 procent van de waterlichamen. Onder invloed van deze maatregelen wordt stijgt het doelbereik voor biologie (als onderdeel van het waterkwaliteitsdoel) wat betreft condities voor het voorkomen van vissen met 9 procentpunten, van 47 procent in 2021 naar 55 procent in 2027 (Van den Roovaart et al. 2024; zie figuur 3.5). Voor zowel fytoplankton als overige waterflora neemt het doelbereik ook toe met 10 procentpunten, tot 65 procent (fytoplankton) en 44 procent (overige waterplanten). Voor macrofauna stijgt het doelbereik met 12 procentpunten, van 43 procent naar 55 procent. Na 2027 zijn geen aanvullende maatregelen geformuleerd richting 2050. De verwachting is daarom dat doelbereik voor de biologie nog maar weinig verandert na 2027.

Waterkwaliteit in de scenario's: Doelbereik voor biologie en nutriënten neemt sterk toe; combinatie van emissiereductie en inrichtingsmaatregelen noodzakelijk

In het intensief-technologisch scenario stijgt het percentage waterlichamen dat voldoet aan de waterkwaliteitsnormen voor nutriënten met circa 7 procentpunten ten opzichte van het referentiescenario. In het natuurinclusieve scenario is dat 13 procentpunten (zie figuur 3.4). In beide scenario's is deze stijging het gevolg van de vermindering van de toediening van mest (zowel dierlijke mest als kunstmest), waardoor de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater wordt verlaagd. In de schatting is aangenomen dat de verandering in nutriëntenbelasting lineair mee

Figuur 3.5
Biologische waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water in scenario's



Bron: Deltares 2025

verandert met de vermindering van bemesting, waarmee we het effect op waterconcentraties overschatten (Van der Bolt et al., in prep). Ook kleinere, meestal aan landbouw gerelateerde bronnen van nutriënten nemen in beide scenario's af. Zo daalt de atmosferische depositie op oppervlaktewater als gevolg van reducties van de ammoniakemissies uit de landbouw. De biologische waterkwaliteit van de regionale wateren neemt in beide scenario's fors toe door enerzijds de verlaging van de nutriënten en anderzijds de verbetering van beheer en inrichting. Dit geldt voor alle vier de biologische kwaliteitselementen van de Kaderrichtlijn Water (zie figuur 3.5).

In het intensief-technologische scenario zijn tussen de 2-7 procentpunten van de verbetering van de biologie toe te schrijven aan verlaging van de nutriëntconcentraties. Met beheer- en inrichtingsmaatregelen is een aanvullende verbetering mogelijk, variërend van 5 procentpunten voor fytoplankton tot 16-23 procentpunten voor de overige soortgroepen. In het natuurinclusieve scenario zien we een verbetering van doelbereik met respectievelijk circa 3-12 procentpunten door nutriëntenverlaging en ruim 5-27 procentpunten door beheer en inrichting.

Er is een relatief klein verschil tussen de uitkomsten voor nutriënten en biologie voor beide scenario's. Dit laat zien dat een geconcentreerde inzet van waterinrichting en -beheer in en rond natuurgebieden, zoals is toegepast in het intensief-technologische scenario, in doelbereik op nationaal niveau niet veel verschilt van een omvangrijkere, maar meer verspreide inrichting en beheer van wateren, zoals is toegepast in het natuurinclusieve scenario. Regionaal kunnen er wel grote verschillen zijn. Zo ontstaan duidelijke verschillen rond natuurgebieden in het intensief-technologische scenario, waar de waterkwaliteit buiten de natuurgebieden en overgangsgebieden duidelijk lager is.

Volledig KRW-doelbereik is niet mogelijk met uitsluitend aanpassingen in landbouw en natuur

De beide scenario's leiden voor de Kaderrichtlijn Water voor de ecologische toestand dus niet tot volledig doelbereik. Waterlichamen die nog niet voldoen aan de KRW-normen liggen vooral in de waterschappen Hollands Noorderkwartier, Scheldestromen, Limburg en Rivierenland. Verder komen ook verspreid door Nederland waterlichamen voor die niet voldoen aan de normen. Er zijn verschillende redenen dat het volledig doelbereik achterblijft. Hieronder lichten we de vijf belangrijkste nader toe:

- Er zijn waterlichamen waarbij alleen de buitenlandse aanvoer van stikstof en fosfor al te hoog is om de doelen van de KRW te kunnen halen. Het gaat daarbij om grofweg 50 waterlichamen (7 procent van het totaal). Om ook in deze waterlichamen doelbereik te realiseren, is inspanning in het buitenland nodig.
- Er zijn nogal wat waterlichamen waarvoor de doelen buiten bereik blijven doordat stikstof en fosfor vanuit rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) in het water terechtkomen. Van den Roovaart et al. (2024) becijferden dat wanneer de uitstroom van alle RWZI's in Nederland aan de norm van het ontvangende oppervlaktewater zou voldoen, het doelbereik voor stikstof en fosfor in 2027 zou stijgen met respectievelijk 7 en 8 procentpunten. Hoewel deze percentages niet zomaar opgeteld kunnen worden bij de resultaten uit figuur 3.4, laten ze wel zien dat volledig doelbereik niet mogelijk is zonder aanvullende (technische) aanpassingen buiten enkel de natuur en landbouw.
- In het intensief-technologische scenario is er een paar procent van de waterlichamen waarin de concentratie van stikstof en fosfor stijgt en de biologie achteruitgaat. Een verslechtering mag niet volgens de doelen van de KRW. Een verdere ruimtelijke optimalisatie van het scenario zou dit kunnen voorkomen. Dit speelt minder bij de generieke aanpak in het natuurinclusieve scenario. Hieruit blijkt dat het voorkomen van lokale verslechtingen in het intensief-technologische scenario dus meer afhankelijk is van ruimtelijke optimalisatie.
- Er zijn daarnaast waterlichamen waar doelbereik niet gerealiseerd wordt doordat daar, in de huidige grove ruimtelijke uitwerking van de scenario's, nog geen aanpassingen zijn voorzien in inrichting en beheer. De verwachting is dat het doelbereik nog enkele procentpunten zou kunnen toenemen bij een gedetailleerdere en locatie-specifieke ruimtelijke uitwerking van de scenario's.
- De resterende toxiciteit in het water als gevolg van de emissies van chemische stoffen vanuit de landbouw (zware metalen vanuit dierlijke mest en kunstmest, gewasbeschermingsmiddelen, diergeneesmiddelen) en door industrie, huishoudens en

diffuse bronnen vormen ook een belemmering voor het behalen van de biologische KRW-doelen. Voor een hoger doelbereik zijn dus aanvullende maatregelen in de landbouw noodzakelijk, net als maatregelen buiten de landbouw (zie ook tekstkader 3.2).

- Er zijn geen additionele zuiveringsmaatregelen doorgerekend als onderdeel van de scenario's. Deze maatregelen kunnen zorgen voor additionele reductie van nutriënten. Hierbij kan worden gedacht aan meer natuurlijke zuiveringstechnieken met een helofytenfilter of een waterharmonica, of aan meer technische zuiveringstechnieken, met bijvoorbeeld filtratie met ijzerzand of toevoeging van ijzerchloride. Ook inlaat van voorgezuiverd water in natuurgebieden is een mogelijke, zij het zeer dure, technische aanpassing.

Tekstkader 3.2: Zonder aanpassingen van het toelatingsbeleid blijft het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in beide scenario's een punt van zorg

In beide scenario's wordt een grote stap gezet richting het bereiken van de doelen voor de KRW. Zoals we in hoofdstuk 2 aangeven, berekenen we voor beide scenario's het doelbereik voor de biologische doelen van de KRW en de doelen rond de nutriënten stikstof en fosfor. De KRW kent echter een zeer uitgebreide doelensystematiek waarin ook chemische stoffen een rol spelen (CLO 1412). Chemische stoffen zijn, naast nutriënten, van groot belang voor het halen van de doelen voor de biologie. Een metastudie naar stressfactoren in Europese wateren liet zien dat chemische stoffen ongeveer dezelfde bijdrage leveren aan de achteruitgang van macrofauna (kleine waterdiertjes) als de nutriënten (Lemm et al. 2020; zie ook PBL 2025). Gewasbeschermingsmiddelen spelen daarbij een belangrijke rol (Liess et al. 2021; Hallman & Jongejans 2021). Zoals in hoofdstuk 2 is genoemd, onderschatten de modellen die in deze studie gebruikt zijn het belang van chemische stoffen voor de biologie. Om toch duiding te kunnen geven aan het belang van gewasbeschermingsmiddelen voor de biologie, geven we in dit tekstkader nadere uitleg bij de te verwachte ontwikkelingen in het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in beide scenario's en benoemen we de blijvende punten van zorg.

Gebruik gewasbeschermingsmiddelen neemt in beide scenario's af

In beide scenario's is een afname te verwachten van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. In het intensief-technologische scenario komt dit doordat we ervan uitgaan dat precisielandbouw de norm wordt en doordat zaadveredelaars via innovatieve technieken sneller resistente gewassen kunnen ontwikkelen. Naar verwachting zal in het natuurinclusieve scenario het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen verder afnemen dan in het intensief-technologische scenario. In dit scenario zorgen robuuste gewassen en teeltsystemen ervoor dat plagen en ziekten zich minder snel ontwikkelen, waardoor minder gewasbeschermingsmiddelen nodig zijn (zie onder andere Luske et al. 2024 en Bonnet & Tiktak 2025).

Emissiereductie door driftbeperking kan de blootstelling van soorten buiten de akker verminderen...

Bij toepassing van spuittechnieken die nu zijn toegelaten voor toepassing in de akkerbouw, kan het verwaaien van gewasbeschermingsmiddelen naar de randen van de akker met maximaal een factor 20 verminderd worden (Van de Zande et al. 2012). Via modelsimulaties is bijvoorbeeld berekend dat hierdoor de milieubelasting van het oppervlaktewater door gewasbeschermingsmiddelen met ongeveer 40 procent kan afnemen ten opzichte van de situatie in 2018 (PBL 2019). Voorwaarde is dat telers daarbij regels naleven over de hoogte van de spuitboom, de windsnelheid en de spuitdruk (Leendertse et al. 2019). Echter, omdat de meest giftige gewasbeschermingsmiddelen de normen in het oppervlaktewater in sommige gevallen met wel met een factor 100 tot 1000

overschrijden, is veel meer reductie nodig om de doelen van de KRW volledig te halen (Bonnet & Tiktak 2025; zie ook de [Bestrijdingsmiddelenatlas](#)). Een stofgerichte aanpak die zich richt op de meest giftige stoffen, biedt meer perspectief dan generieke emissiebeperking (PBL 2019).

...maar heeft geen effect op de blootstelling van soorten die op de akker leven

Driftbeperking heeft vaak geen meetbaar effect op soorten die op de akker leven. Dit komt doordat het verwaaien naar de omgeving weliswaar verminderd wordt, maar de directe blootstelling op de akker zelf niet. Zo bleek het voorkomen van de loopkever *Bembidion lampros* amper te verbeteren door toepassing van driftreducerende technieken (Ziółkowska et al. 2022). Het voornaamste probleem is dat loopkevers – net als veel andere insecten – voor hun voortbestaan mede afhankelijk zijn van het bespoten akkerland of van het gewas. Hetzelfde geldt voor vogelsoorten die zich voeden met insecten (Mineau & Whiteside 2013; Hallmann et al. 2014), zoals de veldleeuwerik (Ziółkowska & Topping 2019). Voor het bevorderen van de agrarische biodiversiteit is de ontwikkeling en toepassing van gewasbeschermingsmiddelen met een lager risicoprofiel een belangrijke randvoorwaarde.

Precisielandbouw zal van belang zijn voor vermindering van gebruik

Om naast driftbeperking ook het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen te verminderen, wordt in beide scenario uitgegaan van de inzet van passende technieken voor precisielandbouw. Door gericht te spuiten – dus alleen daar waar dat nodig is – kan het gebruik van onkruidbestrijdingsmiddelen met driekwart verminderd worden (Kempenaar et al. 2019). In het geval van onkruidbestrijding kan reductie ook bereikt worden via geautomatiseerde schoffelmachines (Kempenaar et al. 2019). Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen voor de bestrijding van ziekten en plagen kan met precisietechnieken met 20 procent afnemen (Kempenaar 2024). Dit is vooralsnog minder dan bereikt kan worden bij onkruidbestrijding. Dat komt doordat bijvoorbeeld insecten relatief mobiel zijn en niet per se op één plek in het gewas zitten. Ondanks de reductie van het gebruik hoeft de toepassing van precisietechnieken niet per se te betekenen dat de doelen voor waterkwaliteit en biodiversiteit dichterbij komen (Faupel et al. 2022). Voor het verwaaien van middelen naar het oppervlaktewater is bijvoorbeeld de afstand tussen het behandelde gewas en de sloot een belangrijke factor (Holterman et al. 2023). Om die reden zullen ook bij de toepassing van precisietechnieken spuit- of teeltvrije zones noodzakelijk blijven (Faupel et al. 2022). Wat precisielandbouw betekent voor het leven op de akker zelf hangt van veel factoren af, zoals de eigenschappen en leefgewoontes van dieren en planten en de verdere landbouwpraktijk. Hoewel de technologische ontwikkelingen op het gebied van precisielandbouw snel gaan, is adoptie door telers op dit moment nog gering (zie Bonnet & Tiktak 2025 voor een verdere beschouwing).

Resistente gewassen blijven een belangrijke pijler om het gebruik verder te verminderen

In beide scenario's blijft het kiezen voor resistente gewassen en het controleren van zaai- en pootgoed op besmettingen de meest toegepaste maatregel om ziekten en plagen te voorkomen (zie ook PBL 2019). In een toekomstig hoogtechnologisch landbouwsysteem zullen veredelingsbedrijven daarom naar verwachting inzetten op het gebruik van nieuwe verdelingstechnieken, waaronder CRISPR-Cas. Dat het Europees Parlement in januari 2024 het voorstel heeft aangenomen om CRISPR-Cas niet langer onder de restrictieve wet op genetisch gemodificeerde organismen te laten vallen, zal het aannemelijker maken dat er in 2050 gebruikt gemaakt kan worden van deze innovatie (Katsarova 2024). Daarbij kan de toenemende afhankelijkheid van grote zaadveredelaars een keerzijde vormen van de keuze voor techniek. Omdat het voor deze bedrijven niet aantrekkelijk is om meerdere varianten van zaden te

ontwikkelen, kan dit leiden tot een verdere afname van de genetische variëteit. Voor het stimuleren van de agrarische biodiversiteit en uit het oogpunt van resistentiemanagement is juist een divers gewas van belang (Jaworski et al. 2023).

In een natuurinclusief scenario zal de nadruk op preventie liggen

Robuuste gewassen en teeltsystemen vormen de basis van het natuurinclusieve scenario (zie ook Hengsdijk et al. 2023; Luske et al. 2024; Bradley et al. 2002). Net als bij het intensief-technologische scenario vormen resistente gewassen de basis, maar omdat deze rassen verkregen zijn via natuurlijke veredeling is er meer variëteit. Daardoor is er minder kans op resistentiedoorbraak dan bij rassen verkregen via CRISPR-Cas (Bonnet & Tiktak 2025). Om robuustere teelten te krijgen, past de boer het principe van ecologische diversiteit toe. Variatie in tijd en ruimte wordt verkregen door een breder bouwplan, wat een uitgangspunt is van het natuurinclusieve scenario. De variatie in de ruimte kan verder worden vergroot door mengteelten en/of strokenteelten. Ten slotte dragen kruidenrijke stroken en akkerranden bij aan de ruimtelijke variëteit. Omdat akkerranden dicht bij het gewas liggen, is hun effect voor natuurlijke plaagbestrijding groter dan dat van verder van het gewas gelegen landschapselementen (Verschoor et al. 2019). In de natuurinclusieve landbouw spelen verder maatregelen zoals niet-kerende grondbewerking een belangrijke rol voor het behoud van het organische stofgehalte en de bodembiodiversiteit. Verder maken natuurinclusieve boeren ook gebruik van veel van bovengenoemde technologische ontwikkelingen, zoals emissiebeperking en precisielandbouw (waarbij de focus wel op andere technieken ligt dan in het intensief-technologische scenario). In het huidige landbouwsysteem zijn zonder precisielandbouw ontwikkelingen als strokenteelt immers niet rendabel te krijgen (Hengsdijk et al. 2023).

Natuurinclusieve landbouw vermindert afhankelijkheid van chemie

Uit verschillende studies is gebleken dat bij het consequent inzetten op preventie en ecologische diversiteit, het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen omlaag kan worden gebracht zonder opbrengstverliezen (Lamichhane et al. 2018). Een Nederlandse studie (Hees et al. 2016) liet zien dat bij het consequent toepassen van deze principes, het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen met de helft kon worden verminderd ten opzichte van bedrijven waar de principes niet consequent werden toegepast. In een veldexperiment met strokenteelt in de Flevopolders bleek het mogelijk om het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen te verminderen en de meest giftige stoffen – de zogeheten *Candidates for Substitution* – te vermijden (Hengsdijk et al. 2023). Maar het is belangrijk om te constateren dat met bestaande technieken en teeltmethoden het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen niet volledig kan worden vermeden zonder opbrengstverlies. Zelfs in de biologische landbouw worden gewasbeschermingsmiddelen gebruikt. Een van die middelen – spinosad – staat op de lijst van stoffen die de toelatingsnormen in het water structureel overschrijden. De stof komt daardoor in aanmerking voor herbeoordeling (Ctgb 2024).

In beide scenario's blijft een adequaat toelatingsbeleid belangrijk

Zoals hiervoor beschreven, zullen in beide scenario's de doelen voor waterkwaliteit dichterbij gebracht worden, maar is er nog geen garantie op volledig doelbereik. Om de doelen dichterbij te brengen is ook aanpassing van het toelatingsbeleid nodig. Allereerst worden in het huidige toelatingsbeleid minder strenge waterkwaliteitsnormen gehanteerd dan de KRW. Ook wordt er geen rekening gehouden met emissies via drainage en oppervlakkige afspoeling (PBL 2019). Hiertoe zijn stappen gezet (EFSA PPR Panel 2013; Tiktak et al. 2012), maar volledige afstemming van het toelatingsbeleid en het waterkwaliteitsbeleid vergt een lange adem. Ten tweede ondervindt de ontwikkeling van laagrisicomiddelen en biopesticiden hinder door grote onzekerheden rond de huidige Europese toelatingseisen en langdurige toelatingstrajecten. Omdat de werkzaamheid van

zulke alternatieven tegelijkertijd vaak specifieker of lager is dan bij chemische middelen, is het voor de gewasbeschermingsindustrie vaak niet aantrekkelijk om dergelijke middelen voor Europa te ontwikkelen en hier op de markt te brengen. Ten slotte wordt in het toelatingsbeleid geen rekening gehouden met de gecombineerde blootstelling aan meerdere (chemische) middelen tegelijk. Gecombineerde blootstelling aan stoffen kan leiden tot negatieve effecten op waterorganismen, zelfs als de norm van individuele stoffen niet wordt overschreden (Posthuma et al. 2020; Liess et al. 2021). Dit kan het halen van de biologische en ecologische doelen van de KRW onder druk zetten.

Broeikasgasemissies dalen in het referentiescenario, maar niet voldoende voor de restemissiedoelen voor landbouw en landgebruik

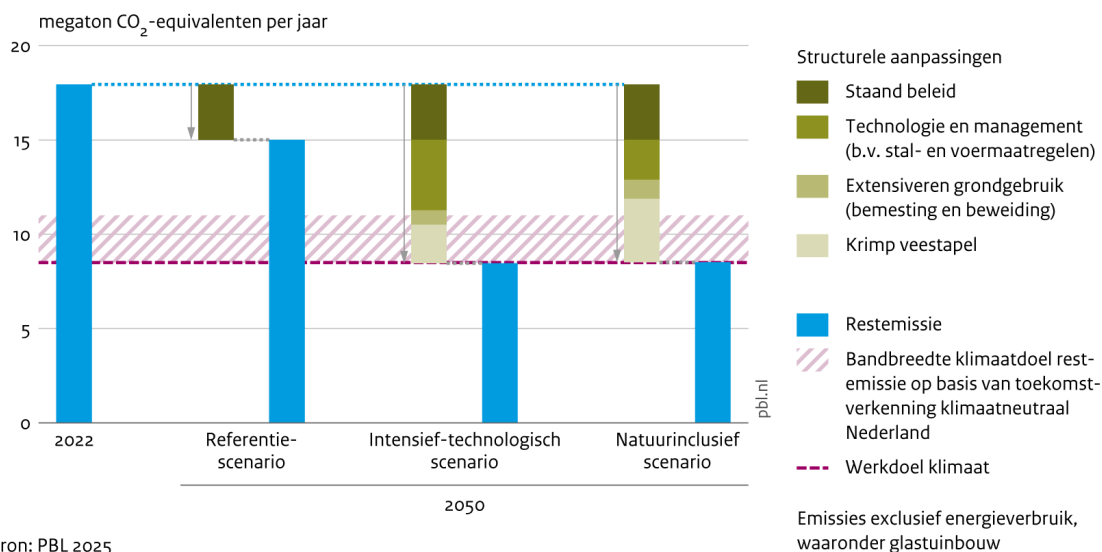
De broeikasgasemissies in de landbouw omvatten CO₂- en methaanemissies uit energiegebruik, met name van de glastuinbouw, en methaan- en lachgasemissies uit de veehouderij en akkerbouw. In 2022 was de emissie uit de landbouw 24,4 megaton CO₂-equivalenten per jaar (PBL et al. 2024). De grootste bronnen in 2022 waren energiegebruik in de glastuinbouw (methaan en CO₂, ongeveer 6 megaton CO₂-equivalenten per jaar), pensfermentatie (methaan, ongeveer 9 megaton CO₂-equivalenten per jaar), dierlijke mest (methaan, ongeveer 4 megaton CO₂-equivalenten per jaar) en landbouwbodems (lachgas, ongeveer 4 megaton CO₂-equivalenten per jaar).

De broeikasgasemissies in de landbouw nemen in het referentiescenario af, van 24,4 megaton CO₂-equivalenten per jaar in 2022 naar 15,0 megaton CO₂-equivalenten per jaar in 2050. Deze daling is vooral het gevolg van een daling van de emissies uit energiegebruik in de landbouw – hoofdzakelijk door aanpassingen in de glastuinbouw (van 6,2 megaton CO₂-equivalenten in 2022 naar nul megaton CO₂-equivalenten in 2050). In mindere mate is de daling van de broeikasgasemissies het gevolg van een daling van de emissies uit veehouderij en akkerbouw (van 18,2 megaton CO₂-equivalenten in 2022 naar 15,0 megaton CO₂-equivalenten in 2050, zie figuur 3.6). De emissies uit de veehouderij en akkerbouw dalen vooral doordat de veestapel krimpt. Deze krimp komt doordat de derogatie op de Nitraatrichtlijn (mestbeleid) vervalt – waardoor de melkveestapel krimpt – en door de bedrijfsbeëindigingsregelingen vanuit het stikstofbeleid (zie ook PBL et al. 2024).

De emissies uit landgebruik zijn in het referentiescenario in 2050 naar verwachting nauwelijks verminderd ten opzichte van de huidige situatie (zie ook PBL et al. 2024; zie figuur 3.5). Meer en oudere bossen leggen naar verwachting meer koolstof vast, maar als gevolg van de verwachte omzetting van grasland naar bouwland – in reactie op het vervallen van de derogatie – nemen de emissies ook weer toe. De emissies uit grasland blijven tot 2050 nagenoeg constant, maar dat is het effect van tegenovergestelde ontwikkelingen. Er is sprake van een (lichte) toename van emissies door minder vastlegging van koolstof op minerale bodems, onder andere door minder bemesting door het vervallen van derogatie, en een afname van emissies uit veenweidegebieden. Emissies uit grasland worden in Nederland namelijk grotendeels bepaald door emissies uit de veenweidegebieden. Deze gebieden hebben een netto-emissie, doordat de oxidatie van veen zorgt voor de emissie van met name CO₂. Deze emissies dalen tot 2050, doordat de verwachting is dat het areaal veengronden steeds verder afneemt. Tot 2030 is daarnaast enig effect te zien van beleidsmaatregelen (vernatting) in het veenweidegebied.

Figuur 3.6

Emissie broeikasgassen door landbouw in scenario's



Bron: PBL 2025

De volgende structurele aanpassingen vallen onder de categorieën 'technologie en management', 'extensiveren grondgebruik' en 'krimp veestapel':

Extensiveren grondgebruik: lagere toediening van dierlijke mest en kunstmest, toename weidegang, afname landbouwareaal (dit beschouwen wij dus ook als 'extensivering', niet alleen lagere bemesting op bestaande landbouwgrond)

Technologie en management: verlaging ruw eiwitgehalte in het rantsoen, emissiearme stallen, reductie CH₄ uit pensfermentatie door voeradditieven, rantsoenaanpassingen en fokkerij, reductie CH₄ uit stal en mestopslag door snelle mestafvoer in combinatie met vergisting, koeling of methaanoxidatie

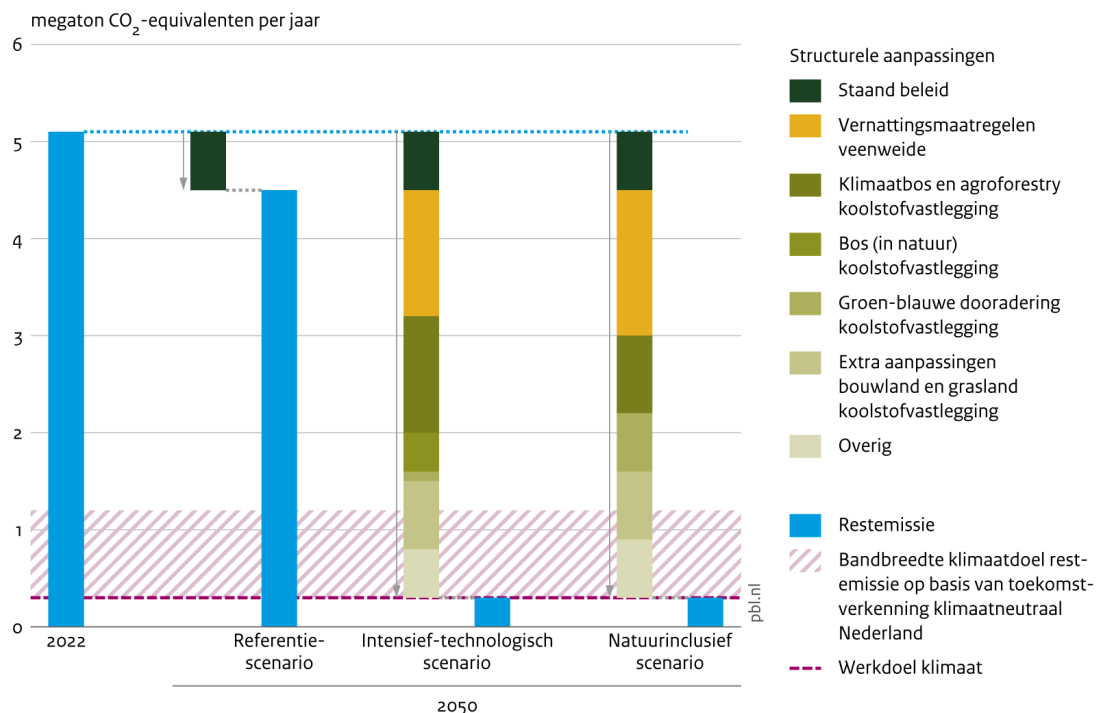
Krimp veestapel: reductie dieraantallen

In beide scenario's worden de restemissiedoelen voor klimaat gehaald

In beide scenario's wordt het restemissiedoel gehaald voor broeikasgasemissies uit de sectoren landbouw en landgebruik. De broeikasgasemissies uit de landbouw dalen tot 8,5 megaton CO₂-equivalenten in 2050, en de emissies uit landgebruik tot 0,3 megaton CO₂-equivalenten (zie figuur 3.6 en figuur 3.7).

In beide scenario's dalen de broeikasgasemissies uit de landbouw door technologie en management, krimp van de veestapel en extensivering van grondgebruik. De mate waarin deze factoren bijdragen aan de reductie, verschilt echter per scenario. In het referentiescenario daalt de broeikasgasuitstoot uit de landbouw van ongeveer 18 megaton CO₂-equivalenten in 2022 naar 15 megaton in 2050. Deze reductie wordt vrijwel volledig veroorzaakt door een krimp van de veestapel als gevolg van het standaard beleid. In het intensief-technologische scenario wordt de aanvullende reductie ten opzichte van het referentiescenario grotendeels gerealiseerd door technologische en managementmaatregelen (ongeveer 60 procent), en in mindere mate door krimp van de veestapel (ongeveer 30 procent). In het natuurinclusieve scenario is de reductie van broeikasgasemissies voornamelijk het gevolg van een kleinere veestapel (ongeveer 50 procent van de extra reductie ten opzichte van het referentiescenario), al spelen technologie en management ook hier een aanzienlijke rol (33 procent van de reductie).

Figuur 3.7
Emissie broeikasgassen door landgebruik in scenario's



Bron: PBL 2025

Onder technologie en management vallen onder andere voeradditieven, emissiearme stallen, meer mestvergisting en luchtdichte mestopslag in combinatie met methaanafvang, en de toepassing van nitrificatieremmers. In beide scenario's draagt het extensiveren van het grondgebruik beperkt bij aan de broeikasgasreductie (10 procent voor het intensief-technologisch scenario en 13 procent voor het natuurinclusieve scenario). Dit extensiverings-effect komt door een lager gebruik van dierlijke mest en kunstmest en veranderingen in weidegang. Ook de afname van het landbouwareaal, waardoor de bemesting daalt, beschouwen we als extensivering.

Bij landgebruik draagt de koolstofvastlegging in de nieuwe natuur en bossen (met en zonder primaire productiefunctie) in de scenario's het meeste bij aan de emissiereductie. Hoeveel nieuw natuurgebied en bossen erbij komen, verschilt sterk per scenario. De meeste koolstofvastlegging in natuur en bossen vindt plaats in het intensief-technologische scenario, waarin er meer nieuwe natuur bijkomt dan in het natuurinclusieve scenario. Om het klimaatdoel te halen in het intensief-technologische scenario, is er daarnaast een omvangrijk areaal van klimaatbos en *agroforestry* nodig (ongeveer 100.000 hectare). Dit is aanvullend, boven op het areaal dat nodig is voor VHR-soorten. Hoewel er in het natuurinclusieve scenario minder koolstof wordt vastgelegd door beperktere areaaluitbreiding van natuur (inclusief bos), wordt dat nagenoeg gecompenseerd door koolstofvastlegging in de omvangrijke arealen met groenblauwe dooradering in dit scenario. In het natuurinclusieve scenario vindt daarnaast meer emissiereductie plaats door vernatting van veenweidegebieden dan in het intensief-technologische scenario. Om het klimaatdoel voor landgebruik te halen is er in dit scenario ook een extra areaal van klimaatbos en *agroforestry* nodig, maar dit areaal beslaat ongeveer de helft van het benodigde areaal in het intensief-technologische scenario.

Het restemissiedoel voor landbouw en landgebruik blijkt zeer bepalend voor de veehouderij en voor de grondopgave. Een minder stringent rest-emissiedoel voor de landbouw van 11 megaton

CO₂-equivalenten zou aanzienlijk minder krimp van de veestapel kunnen betekenen (zie de bovenzijde van de bandbreedte in figuur 3.6). Evenzo zou een minder stringent rest-emissiedoel van 1,2 megaton CO₂-equivalenten voor landgebruik betekenen dat in het intensief-technologische scenario een groot deel van de circa 100.000 hectare klimaatbos en *agroforestry* niet nodig is. In het natuurinclusieve scenario zou dat betekenen dat de circa 50.000 hectare klimaatbos en *agroforestry* niet nodig is, of er zou kunnen worden gekozen voor bijvoorbeeld minder veenvernatting. De hectares klimaatbos en *agroforestry* dragen maar zeer beperkt bij aan het doelbereik voor natuur.

3.2.3 Sterke verschillen tussen de scenario's: ruimtegebruik, landbouwproductie en diensten van natuur

In de twee scenario's komen de doelen binnen bereik. Maar dit gebeurt langs verschillende paden. We schetsen hier opeenvolgend de implicaties van de twee verschillende scenario's voor ruimtegebruik voor landbouw en natuur, voor een zestal ecosysteemdiensten, en voor de landbouw (in termen van de omvang van de veestapel, plantaardige productie, stikstofdepositie en mestgebruik).

Ruimtegebruik voor landbouw en natuur

Referentiescenario: uitbreiding van bebouwing en natuur gaan ten koste van landbouwgrond

Vanwege de autonome ontwikkelingen en de raming van de effecten van het huidige beleid tot en met 2050, verwachten we in het referentiescenario een stijging van areaal van zowel bebouwing en natuur. Dit is het gevolg van toenemende ruimteclaims voor wonen, werken en recreatie door de groei van de bevolking, huishoudens en banen. Dit gaat grotendeels ten koste van landbouwgrond (zie figuur 3.8). Voor natuur wordt er uitgegaan van extra areaal door het afronden van het Natuurnetwerk Nederland onder het Natuurpact en nog enkele andere natuuruitbreidingen (zie 3.1.1). Na 2035 breidt natuur in het referentiescenario niet verder uit; de aanname is dat de uitbreiding van het Natuurnetwerk Nederland onder het Natuurpact dan is afgerond. De afname in het areaal landbouw komt na 2035 grotendeels door aanvullende bebouwing. We nemen aan dat er door restrictief ruimtelijk beleid geen verstedelijking plaatsvindt in beschermde gebieden (Natura 2000 en NNN).

Het areaal agrarisch grasland neemt in het referentiescenario af met circa 100.000 hectares (10 procent van het areaal grasland in 2022), terwijl het areaal akkerbouw (hierna: bouwland) met slechts 6 duizend hectares (1 procent) afneemt. Het verlies van de derogatie in het kader van de Nitraatrichtlijn voor de toediening van dierlijke mest leidt tot een verschuiving van grasland naar bouwland, vooral bij derogatiebedrijven op zand en löss en in minder mate op klei (Cals et al. 2024). Hierdoor neemt het areaal grasland sterker af dan het areaal bouwland. Daarnaast is er aangenomen dat er extensivering plaatsvindt, met dezelfde jaarlijkse toename als de toename van het areaal biologische landbouw in de periode 2015-2022. De aanname is dat het areaal glastuinbouw stabiel blijft, met een vergelijkbaar productieniveau. Daarom wordt er uitgegaan van een areaal van rond de 10 duizend hectare glastuinbouw in 2050 (TVKN 2024; Westhoek et al. 2024).

Beide scenario's impliceren een andere omgang met agrarische grond, op grote schaal

In beide scenario's vindt in het landelijk gebied een grote verandering plaats van het landgebruik. Het totale areaal landbouwgrond neemt in beide scenario's verder af door omzetting naar extra natuur. Daarnaast vindt er extensivering plaats, waardoor de arealen met een dominante landbouwproductiefunctie afnemen. Dit zijn de klassen 'intensief grasland', 'extensief grasland',

‘intensief bouwland’ en ‘extensief bouwland’ in figuur 3.8. Hoewel ‘zeer extensief grasland’ en ‘zeer extensief bouwland’ ook onderdeel zijn van het areaal landbouwgrond, is de productiefunctie hier secundair ten opzichte van de natuurfunctie (zie ook paragraaf 2.2.4). Hoewel het areaal met een primaire landbouwproductiefunctie met een relatief vergelijkbaar areaal afneemt in beide scenario’s in vergelijking met het referentiescenario (23-26% ter opzichte van het referentiescenario), neemt vooral het areaal intensieve landbouwgrond sterker af in het natuurinclusieve scenario (zie figuur 3.8). Deze afname is circa 350.000 hectare in het intensief-technologisch scenario ten opzichte van het referentiescenario, tegenover circa 750.000 hectare in het natuurinclusieve scenario. Daarnaast zijn er in het natuurinclusieve scenario 140.000 hectare groen-blauwe dooradering verweven in de arealen met een primaire landbouwproductiefunctie. Deze afnames van intensieve landbouwgrond volgen uit de optelsom van ruimtelijke ontwikkelingen in de scenario’s, zoals extra natuurareaal, klimaatmitigatiemaatregelen (extra *agroforestry* en klimaatbos, vernatting van veengebieden), en zonering met extensievere landbouw rond Natura 2000.

De extensivering is ook terug te zien in een toename van landbouwgrond met een zeer extensief karakter. Het gaat hierbij voornamelijk om arealen met zware agrarisch natuurbeheerpakketten en daardoor een zeer beperkte productiefunctie. In het intensief-technologische scenario gaat het hierbij om circa 100.000 hectare landbouwgrond ten opzichte van het referentiescenario. Deze grond is ruimtelijke geclusterd in de overgangszones, om de effecten van stikstofdepositie en verdroging op gevoelige natuurgebieden te reduceren, en in veenweidegebieden, vanwege de klimaatdoelstellingen. Daarnaast komt er in dit scenario ook 100.000 hectare extra klimaatbos en *agroforestry*, met (voornamelijk) een klimaatmitigatiefunctie. In het natuurinclusieve scenario is er 235.000 hectare zeer extensieve landbouw ten opzichte van het referentiescenario, naast circa 50.000 hectare in de vorm van klimaatbos en *agroforestry*. In het natuurinclusieve scenario ligt het zeer extensieve areaal meer verspreid over het land. Zoals hierboven in 3.2.2 toegelicht, zou een minder stringent rest-emissiedoel 1,2 megaton CO₂-equivalenten voor landgebruik betekenen dat een kwart van de circa 100.000 hectare (intensief-technologisch scenario) van klimaatbos en *agroforestry* nodig is. Voor het natuurinclusieve scenario zijn alle circa 50.000 hectare klimaatbos en *agroforestry* in dat geval niet nodig.

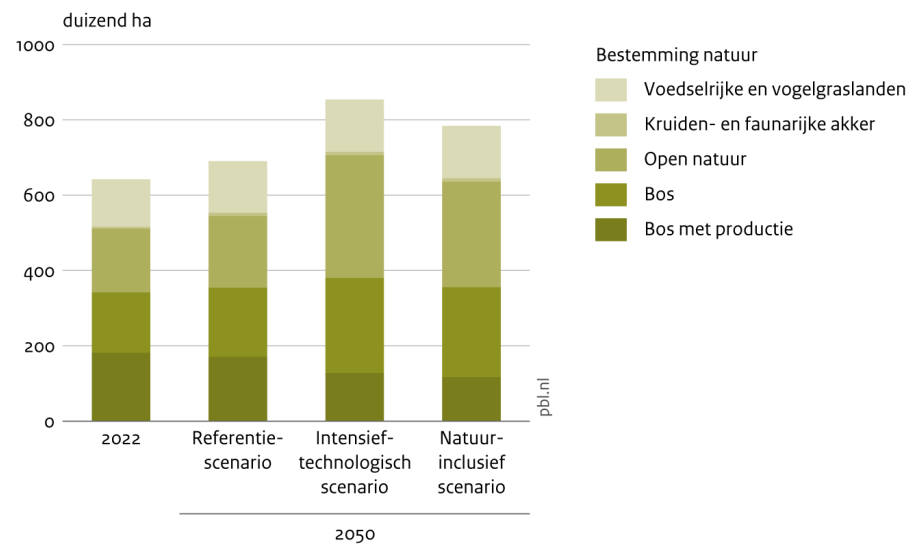
Om het mogelijk te maken dat soorten duurzaam voorkomen, is in beide scenario’s een uitbreiding van het natuurareaal nodig (zie ook tekstkader 3.1). De uitbreiding van het natuurareaal is het grootst in het intensief-technologische scenario met een toename van ruim 150.000 hectare ten opzichte van het referentiescenario (zie figuur 3.8). In het natuurinclusieve scenario wordt het natuurareaal minder uitgebreid, met circa 100.000 hectare ten opzichte van het referentiescenario. Binnen het natuurareaal neemt het areaal ‘open natuur’ en ‘bos’ in beide scenario’s toe, ten koste van het areaal ‘bos met productiefunctie’. Dit komt door de omvorming van natuurtypen in bestaande natuurgebieden, gericht op het maken van grote aaneengesloten leefgebieden voor VHR-soorten.

Effecten op de levering van ecosysteemdiensten

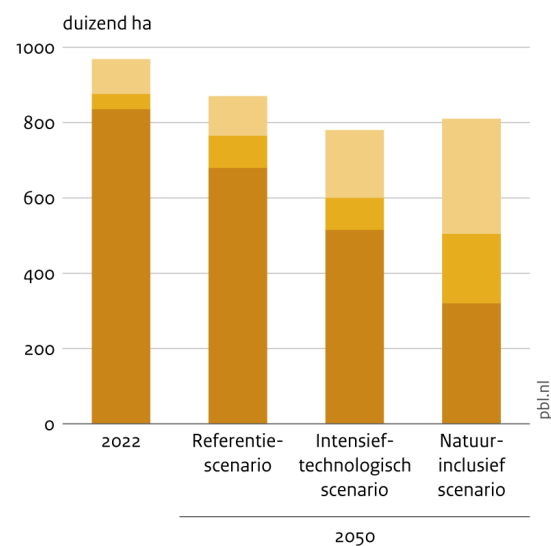
Natuur en landschap leveren een breed palet aan goederen en diensten aan mensen, maatschappij en economie. Denk hierbij aan kustbescherming door duinen en bestuiving van voedselgewassen door insecten, recreatie in het groen, of de beschikbaarheid van hout en vis. De levering van ecosysteemdiensten draagt in bredere zin bij aan verduurzaming, aan welzijn en aan (brede) welvaart. Voor de meerderheid van de ecosysteemdiensten nam in de afgelopen twintig jaar de maatschappelijke vraag sneller toe dan het aanbod ([CLO 1572](#)).

Figuur 3.8
Landgebruik van natuur en landbouw in scenario's

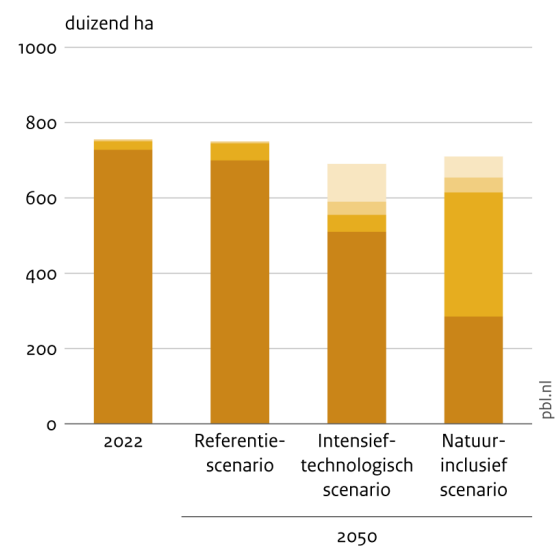
Natuur



Agrarisch grasland



Agrarisch bouwland

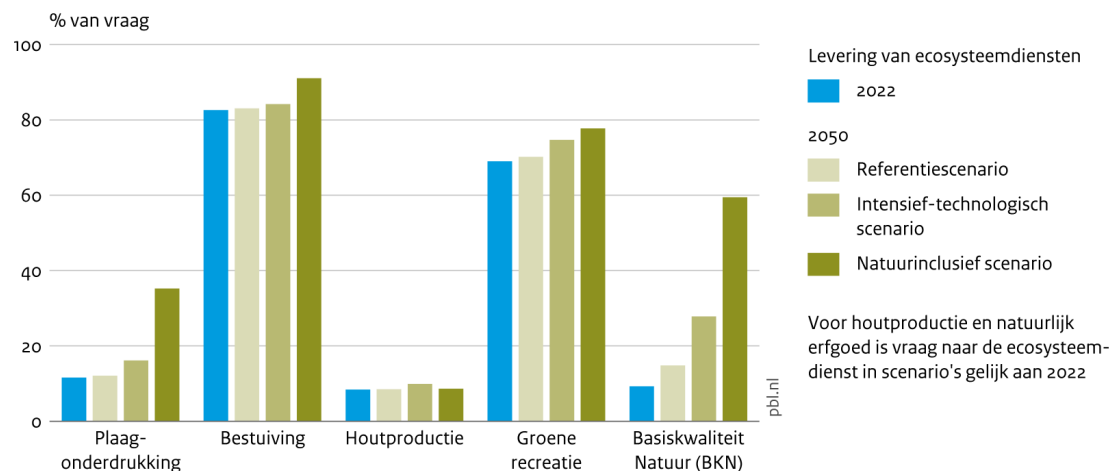


Bron: PBL 2025

De scenario's leiden tot verschillen in de toekomstige levering van ecosystemendiensten, doordat de oppervlakte en locaties van ecosystemen veranderen. Ook veranderen de omgevingscondities binnen ecosystemen. We kijken hier naar vijf ecosystemendiensten. De aanpassingen in de scenario's werken door op het aanbod (levering) van de diensten. Voor plaagonderdrukking en bestuiving en voor groene recreatie verandert in de scenario's ook de vraag naar de diensten, door veranderingen in bouwplannen (vooral in het natuurinclusieve scenario) en door bevolkingsgroei.

Figuur 3.9

Mate waarin aan vraag naar ecosysteemdiensten wordt voldaan in scenario's



Bron: WUR, PBL 2025

Figuur 3.9 laat zien in welke mate het aanbod van diensten voldoet aan de vraag, in de scenario's en ten opzichte van 2022 (Pouwels et al. in prep). Met het staand beleid in het referentiescenario treden er maar beperkte veranderingen op in het gat tussen vraag en aanbod van de diensten. De aanpassingen in beide scenario's leveren voor alle ecosysteemdiensten een verbetering op, waarbij de verbetering het grootst is in het natuurinclusieve scenario.

Plaagonderdrukking en bestuiving

De inrichting van het landschap bevordert in beide scenario's de aanwezigheid van natuurlijke plaagonderdrukkers en bestuivers. Met voldoende natuurlijke bestuivers zijn er minder opbrengstverliezen van gewassen die bestuivingsafhankelijk zijn, zoals fruitbomen en bepaalde groentes. Ook de toename van plaagonderdrukkers zal een positief effect hebben op de opbrengsten uit de landbouw. In het referentiescenario blijven bestuiving en natuurlijke plaagonderdrukking nagenoeg gelijk aan het huidige niveau. In het intensief-technologische scenario nemen deze twee diensten duidelijk toe. Met name de landbouw in de buurt van de overgangszones profiteert van de natuurlijke plaagonderdrukkers en bestuivers, omdat deze soorten vooral aanwezig zijn in gebieden met landschapselementen en bloemrijke akkerranden. Deze elementen en randen komen in het intensief-technologische scenario voornamelijk in de overgangszones voor. In het natuurinclusieve scenario nemen deze diensten sterk toe. In dit scenario is er een veel grotere uitbreiding van landschapselementen, meer extensivering van de landbouw en grotere verwevenheid tussen natuur en landbouw dan in het intensief-technologische scenario. Hierdoor kunnen plaagonderdrukkers en bestuivers een groter deel van het landbouwareaal bereiken.

Houtproductie

Bos en bomen kunnen hout leveren. De toename van circa 150.000 hectare nieuwe natuur, met daarnaast ongeveer 50.000 hectare klimaatbos, ten opzichte van het referentiescenario zorgt in het intensief-technologische scenario voor een productietoename ten opzichte van 2022. Dit komt door een totale uitbreiding van het areaal bos met circa 25 procent ten opzichte van het referentiescenario, en het behoud van bos met een productiefunctie. De toename van circa 100.000 ha extra natuur, met daarnaast circa 25.000 hectare klimaatbos, ten opzichte van het

referentiescenario leidt in het natuurinclusieve scenario tot een lichte stijging van de houtproductie in vergelijking met 2022. Dit komt vooral door een groter aandeel natuurbos met een bijbehorend lager oogstpercentage. Wel zal de levering van Nederlands hout in beide scenario's klein blijven in vergelijking met de vraag in 2022. Het overgrote deel van het hout en de houtproducten in Nederland zullen –net als nu– ingevoerd moeten worden uit het buitenland (De Knecht et al. 2020). Door de grote afstand tussen vraag en aanbod zijn de verschillen tussen de scenario's beperkt.

Groene recreatie

Mensen recreëren graag in het groen van natuurgebieden en agrarische gebieden. Daarbij wordt de waardering van het landelijk gebied significant beïnvloed door de fysieke kenmerken van het gebied, met name de aanwezigheid van natuurlijke elementen, vogels en insecten (Buijs et al. 2019). In het referentiescenario groeit de capaciteit voor groene recreatie licht door staand beleid. In het intensief-technologische scenario neemt het areaal natuur toe en daardoor stijgt de capaciteit voor groene recreatie (zie figuur 3.7). De stijging in groene recreatie is kleiner dan mogelijk verwacht, omdat de nieuwe natuur grotendeels naast of aan bestaande natuurgebieden wordt ingericht. En dus niet in de buurt van grote steden waar de vraag naar groene recreatie het grootst is. De recreatieve capaciteit in het agrarische gebied neemt tegelijkertijd iets af door de achteruitgang van de aantrekkelijkheid in een groot deel van het agrarisch gebied. Dit komt door de afname van landschapselementen in het referentiescenario, die in dit scenario in het agrarisch gebied doorzet. In het natuurinclusieve scenario nemen de recreatieve mogelijkheden sterker toe dan in het intensief-technologische scenario, ook al is er een beperkter areaal nieuwe natuur. Hoewel de nieuwe natuur in dit scenario ook vaak aansluitend aan bestaande natuurgebieden wordt ingericht, zal een deel van de nieuwe natuur in dit scenario ook gerealiseerd kunnen worden op locaties waar recreatietekorten zijn. Daarnaast wordt het agrarisch gebied aantrekkelijker voor recreatie door meer groenblauwe dooradering, natuurlijke elementen en extensieve landbouw. Hierdoor zal de capaciteit voor groene recreatie het grootst zijn in het natuurinclusieve scenario. Belangrijk is dat niet alleen de hoeveelheid natuur, maar vooral de ligging ten opzichte van stedelijke gebieden bepaalt hoeveel extra recreatieve capaciteit wordt gerealiseerd. Natuur dichtbij stedelijke centra leidt tot een disproportioneel grotere toename van deze capaciteit dan natuur in minder dichtbevolkte regio's.

Natuurlijk erfgoed: Basiskwaliteit Natuur (BKN) in het agrarisch gebied

Extensief of zeer extensief beheerd land beslaat 9 procent van het agrarisch areaal in 2022. Dit resulteert in een laag areaal waarin Basiskwaliteit Natuur voor het agrarische gebied als geheel is bereikt. Onder Basiskwaliteit Natuur verstaan we dat de condities op orde zijn om algemene plant- en diersoorten, zoals de veldleeuwerik, de grote bonte specht, de haas, het oranjetipje en de echte koekoeksbloem algemeen te laten blijven. De aanname is dat de condities voor het voorkomen van deze soorten in het extensief en zeer extensief beheerde gebied worden behaald. De verwachting is wel dat de condities in zeer extensief beheerd land hier nog geschikter voor zijn, maar dit onderscheid is in de berekening niet meegenomen. In het intensief-technologische scenario is de inschatting van Basiskwaliteit Natuur circa 30%, wat overeenkomt met het areaal extensief en zeer extensief beheerde landbouw en *agroforestry*. In het natuurinclusieve scenario stijgt dit naar circa 60%. Wanneer zeer extensief beheer zwaarder wordt meegewogen dan stijgt de geschatte BKN in dit scenario tot bijna 70%. In het intensief-technologische scenario zal de verbetering van Basiskwaliteit Natuur voornamelijk plaatsvinden in de overgangsgebieden rond natuurgebieden. In het natuurinclusieve scenario zal deze toename verspreid over heel Nederland plaatsvinden.

CO₂-opslag in veen, bossen en landschapselementen

De verandering van het landgebruik heeft invloed op de broeikasgasemissies uit landgebruik, die in beide scenario's sterk afnemen (deze dienst staat niet in figuur 3.9 maar wel in figuur 3.5). Het grootste verschil tussen de scenario's is zichtbaar in de CO₂-opslag in landschapselementen. Deze neemt toe in het natuurinclusieve scenario door de toename van het areaal groenblauwe dooradering. In beide scenario's zal de uitstoot van CO₂ uit veenweidegebieden afnemen, maar dit effect is sterker in het natuurinclusieve scenario. In dit scenario wordt het waterpeil namelijk sterk verhoogd in alle veengebieden (tot 20 cm onder het maaiveld). Dit leidt tot meer emissiereductie dan in het intensief-technologische scenario waar deze vernatting alleen in de overgangsgebieden gebeurt. Koolstofvastlegging in bossen vindt plaats in beide scenario's, maar is netto hoger in het intensief-technologische scenario omdat hier meer natuurareaal, *agroforestry* en klimaatbos blijkt. Aanplanten van *agroforestry* en klimaatbos is in beide scenario's nodig om het werkdoel voor klimaat te bereiken.

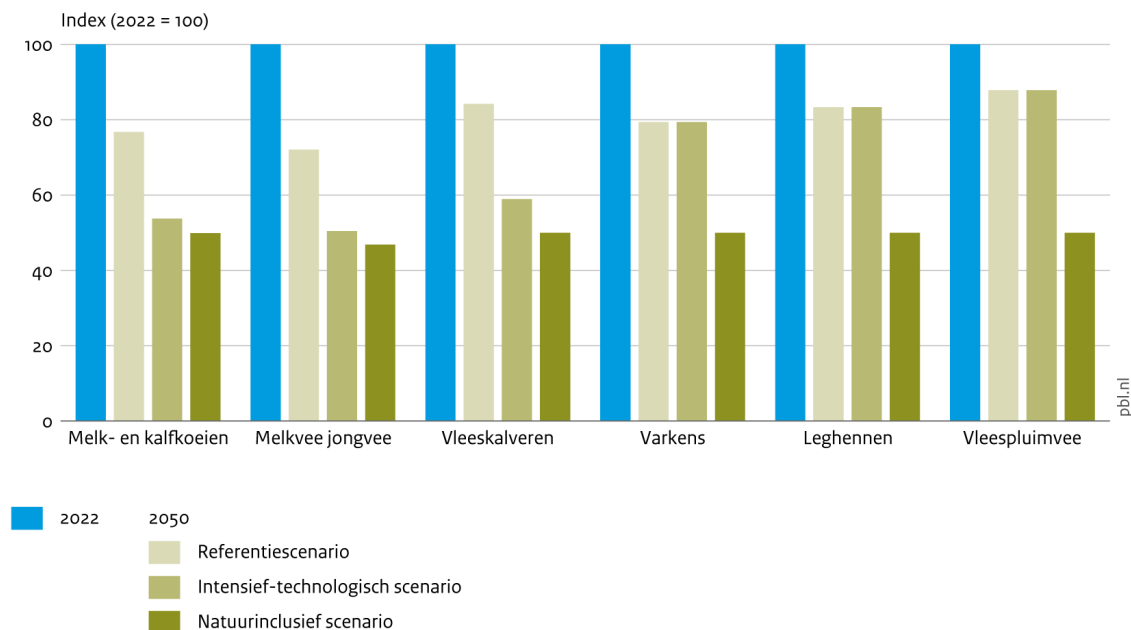
Landbouw: veestapel, melkproductie, methaan-afvang en mestgebruik

Zowel in het referentiescenario als in beide scenario's krimpt de veestapel (zie figuur 3.10). Het referentiescenario volgt de aannames over ontwikkelingen van de veestapel uit de Klimaat- en Energieverkenning (zie PBL et al. 2024 en 3.3.1). In de intensieve sectoren krimpt de veestapel vooral als gevolg van beëindigingsregelingen in het kader van het stikstofbeleid. De krimp is het grootst bij varkens (circa 20 procent), gevolgd door vleeskalveren en legpluimvee (circa 15 procent) en vleespluimvee (circa 10 procent). Ook de melkveestapel krimpt deels door beëindigingsregelingen, maar vooral doordat na afbouw van de derogatie de kosten voor mestafzet waarschijnlijk sterk zullen oplopen. Hierdoor is verondersteld dat boeren uit economische overwegingen minder dieren gaan houden.

In het natuurinclusieve scenario krimpen de varkens- en pluimveesectoren met nog eens 30 procentpunt ten opzichte van het referentiescenario (50 procentpunt ten opzichte van 2022). Uitgangspunt bij dit scenario is dat de varkens- en pluimveesectoren voor een groot deel gevoed worden met reststromen uit de landbouw, voedingsindustrie en *retail*. Daarbij gaan we in het natuurinclusieve scenario uit van een grote mate van circulariteit op Noordwest-Europese schaal, waarbij import van veevoer uit Zuid-Amerika niet meer mogelijk is. Doordat er in het intensief-technologische scenario geen beperkingen gelden voor voerimport voor de varkens- en pluimvee, blijft de omvang van deze sectoren in dit scenario op hetzelfde niveau als in referentiescenario.

In beide scenario's is het aantal melkvee (melkkoeien en jongvee) naar beneden bijgesteld tot het klimaatdoel gehaald wordt. In het intensief-technologische scenario is ook het aantal vleeskalveren naar beneden bijgesteld. In dit scenario krimpen de aantallen melkkoeien en vleeskalveren hierdoor beide met circa 25 procentpunt ten opzichte van het referentiescenario. In het natuurinclusieve scenario neemt het aantal melkkoeien met 25 procentpunt af ten opzichte van het referentiescenario en het aantal vleeskalveren ongeveer 35 procentpunt (evenveel als de afname in de andere intensieve sectoren). Dat het verschil in de omvang van de rundveestapel tussen de scenario's – ondanks de toepassing van meer broeikasgas-reducerende techniek in het intensief-technologische scenario – maar heel beperkt is, komt door meerdere factoren. Ten eerste is de krimp bij de overige dierlijke sectoren in het natuurinclusieve scenario groter, waardoor de broeikasgasemissie uit deze sectoren lager is.

Figuur 3.10
Omvang veestapel in scenario's



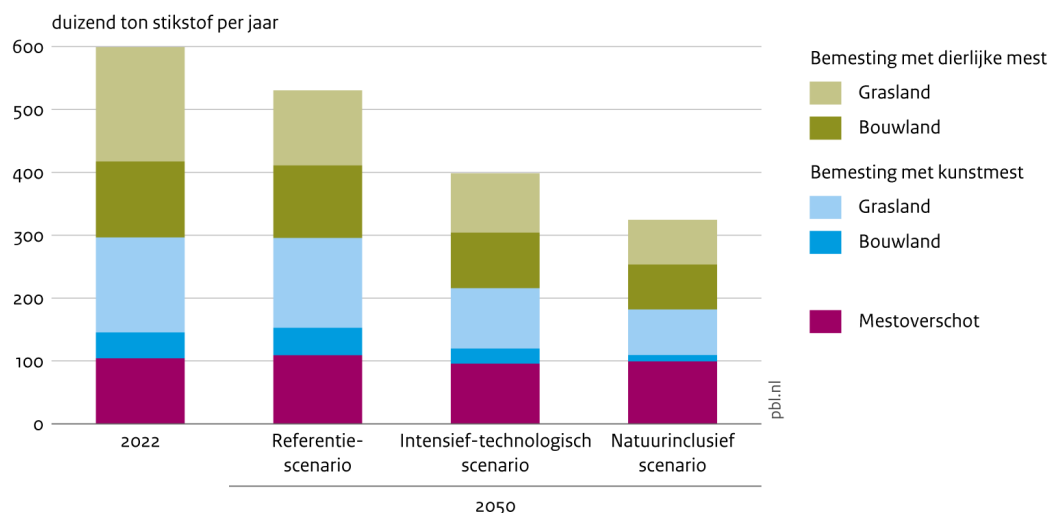
Bron: PBL 2025

Ten tweede is de melkproductie per koe in het intensief-technologische scenario groter. Hierdoor is het verschil in de economische omvang tussen de sectoren groter dan het aantal dieren suggereert. Ten slotte gaan we in het intensief-technologische scenario alleen uit van bewezen technieken. In tekstkader 3.3 wordt een technologisch scenario besproken waarin er innovatieve techniek wordt toegepast die methaan zuivert uit stallucht. In dat scenario hoeft de melkveestapel niet te krimpen ten opzichte van het referentiescenario om de klimaatdoelen te halen. Wel gelden de beperkingen van de geldende regelgeving rond mestproductieplafonds, de mestverwerkingskosten en mogelijk schaarste aan ruwvoer (grasproductie).

Bekijken we de melkproductie in plaats van de het aantal dieren, dan zien we dat in het intensief-technologische scenario de productie minder daalt dan de aantallen dieren (zie figuur 3.12, rechts, in Tekstkader 3.3). De daling is 24 procent ten opzichte van het referentiescenario (terwijl het aantal melkkoeien met 30 procent afneemt). Deze cijfers zien er anders uit voor het natuurinclusieve scenario. Doordat in het natuurinclusieve scenario de melkproductie per koe minder sterk stijgt dan in het referentiescenario, neemt de melkproductie met 40 procent af, terwijl het aantal dieren met 35 procent afneemt.

In beide scenario's neemt het gebruik van mest af (zie figuur 3.11). In het intensief-technologische scenario is de daling van kunstmest 36 procent in vergelijking met het referentiescenario. Voor dierlijke mest (inclusief mest van weidende dieren) is dit 22 procent. In het natuurinclusieve scenario neemt het gebruik van kunstmest af met 56 procent en het gebruik van dierlijke mest met 39 procent. De daling van het gebruik van mest komt door de afname van het landbouwareaal en door een groter aandeel extensief landgebruik. Op extensieve landbouwgrond gelden beperkingen voor het aanwenden van mest (zie ook figuur 3.8). In beide scenario's daalt de plaatsingsruimte voor mest, maar ook de totale excretie. Hierdoor blijft de omvang van het mestoverschot ongeveer gelijk aan die in het referentiescenario.

Figuur 3.11
Bemesting en mestoverschot in scenario's



Bron: PBL 2025

Tekstkader 3.3: De potentiële omvang van de melkveestapel is afhankelijk van nog te kiezen klimaatdoelen én ontwikkelingen rond methaanzuivering van de stallucht

In beide scenario's dalen de broeikasgasemissies uit de landbouw en wordt het werkdoel voor klimaat gehaald, te weten een restemissie van 8,5 megaton CO₂-equivalenten in 2050. Hierbij gaan we uit van technieken die in de praktijk al bewezen effectief zijn. In tegenstelling tot wat de huidige politiek-maatschappelijke discussie vaak suggereert, zijn het – gegeven de bestaande technieken – niet de stikstofdoelen die de grootste beperking vormen voor de toekomstige omvang van de veestapel, maar is dat -bij een restemissiedoel van 8,5 megaton CO₂-equivalenten het klimaatdoel. Methaanemissie uit pensfermentatie bij melkkoeien is namelijk de grootste bron van broeikasgasemissie in de landbouw. Er bestaan verschillende in de praktijk bewezen technieken die de methaanuitstoot verminderen. Toch blijft pensfermentatie, zelfs bij toepassing van deze technieken, de grootste emissiebron.

In beide scenario's is gekozen om de omvang van de melkveestapel te laten krimpen om te kunnen voldoen aan het restemissiedoel van 8,5 megaton CO₂-equivalenten. In het intensief-technologisch scenario neemt daarnaast ook het aantal vleeskalveren proportioneel af. In het natuurinclusieve scenario krimpen alle intensieve veehouderijsectoren met de helft. Het resulterende aantal melkkoeien is in het intensief-technologisch scenario, ondanks meer toepassing van techniek, slechts een klein beetje groter dan in het natuurinclusieve scenario (zie figuur 3.12, links). Voor een deel wordt dit kleine verschil in dieraantallen verklaard door de verschillen in productiviteit tussen de scenario's. In het intensief-technologisch scenario is de melkproductie per koe wél een stuk hoger dan in het natuurinclusieve scenario. Koeien die meer melk produceren, stoten ook meer methaan uit. De verschillen tussen de scenario's zijn daarom beter zichtbaar in de methaanemissie per liter melk: deze ligt in het intensief-technologisch scenario 30 procent lager dan in het natuurinclusieve scenario. Door de grotere productiviteit van de dieren in het intensief-technologisch scenario is het verschil in melkproductie groter dan het verschil in het aantal dieren (zie figuur 3.12, rechts). Ook zorgt de krimp van de intensieve sectoren in het natuurinclusieve scenario voor meer emissieruimte voor de melkveehouderij. Dit neemt niet weg dat het kleine verschil in de omvang van de melkveestapel tussen de scenario's hoofdzakelijk

wordt verklaard door het beperkte effect van de beschikbare techniek op methaanuitstoot uit pensfermentatie.

Restemissiedoel voor broeikasgassen bepaalt benodigde krimp

Minder krimp van de melkveestapel zou voor beide scenario's mogelijk zijn door voor een hoger restemissiedoel voor de landbouw te kiezen. Uit eerdere verkenningen is gebleken dat er in plaats van 8,5 megaton CO₂-equivalenten er ook voor een restemissiedoel van 11 megaton CO₂-equivalenten gekozen kan worden (Westhoek et al. 2024). In dat geval zouden andere sectoren meer emissie moeten reduceren om als Nederland in 2050 netto klimaatneutraal te kunnen zijn. Voor beide scenario's zou een restemissiedoel van 11 megaton tot ruim 20 procent minder krimp van het aantal melkkoeien kunnen leiden. Ook kan er in de melkveehouderij worden ingezet op effectieve inzet van innovaties in het zuiveren van methaan uit stallucht. Deze innovatie zou goed passen in het intensief-technologische scenario. Het is echter nog geen beschikbare bewezen techniek, en daardoor is deze niet meegenomen in de scenario-berekeningen. Om toch recht te doen aan de potentie van deze innovatie bespreken we de mogelijke effecten in dit tekstkader.

Bij in de praktijk bewezen technieken voor methaanreductie gaat het voornamelijk om rantsoenaanpassingen, zogenoemde additieven aan het voer toevoegen, en de invoering van stallen met een snelle afvoer van mest, een gesloten mestopslag en methaanoxidatie of mestvergisting. Ook in het natuurinclusieve scenario gaan we uit van aanpassingen aan het rantsoen met natuurlijke toevoegingen, net als snelle afvoer van mest uit stallen naar gesloten mestopslag (zie tabel 3.1 en bijlage 2 voor het volledige overzicht). Zonder deze techniektoepassing zou er in het natuurinclusieve scenario nog 10 procent extra krimp van de melkveestapel moeten plaatsvinden om het klimaatdoel te halen.

Methaanzuivering uit stallucht is nog niet in de praktijk bewezen, maar heeft wel potentie

Dat methaanuitstoot zo belangrijk is voor de klimaatopgave, zorgt ervoor dat er veel onderzoek plaatsvindt naar mogelijk nieuwe technieken om de methaanuitstoot verder te reduceren. Daarbij wordt bijvoorbeeld gedacht aan de beïnvloeding van het microbiom van de koe (Van Laar et al. 2023). Of aan de ontwikkeling van een vaccin dat antilichamen vormt die gericht zijn op methaanvormende bacteriën (Kager et al. 2021; ArkeaBio 2025). Van beide ontwikkelingen is de werking nog onduidelijk, net als het effect op diergezondheid en -welzijn. Een andere lijn van onderzoek is gericht op het zuiveren van methaan uit stallucht. Een uitdaging daarbij is de lage concentratie van methaan in stallucht (Kuipers et al. 2025). Verschillende technieken worden hiervoor nader onderzocht. Vooral een proces waarbij stallucht uit een semi- open stal wordt afgezogen en wordt gezuiverd met een fotochemisch proces met chloride en uv-licht lijkt potentie te hebben. Het uitgangspunt van deze techniek, genaamd MEPS (*Methane Eradication Photochemical System*), is wetenschappelijk bewezen, maar wordt nog niet in de praktijk gebruikt. Wel wordt momenteel gewerkt aan opschaling naar pilots op bedrijfsniveau (Krogsbøll et al. 2024).

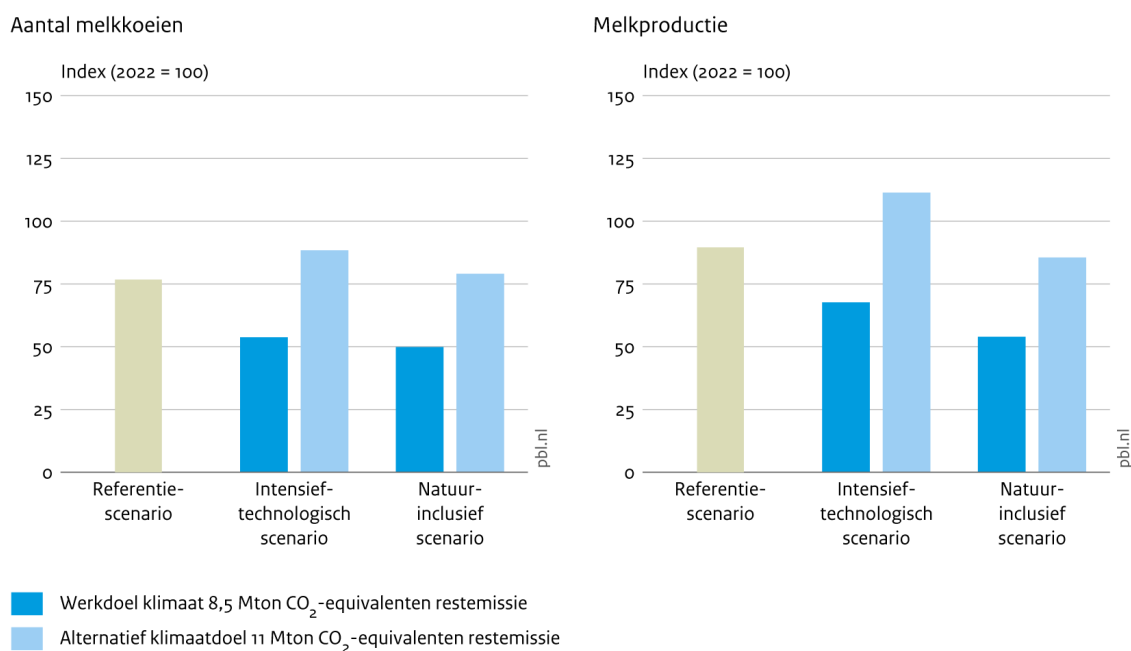
Vanwege de sterke focus op inzet van techniek, en gegeven de consequentie dat dieren vaker binnen moeten staan, past de bovengenoemde techniek voor methaanzuivering niet bij de principes van het natuurinclusieve scenario. Omdat de techniek nog niet in de praktijk wordt toegepast, hebben we er ook in het intensief-technologische scenario nog geen rekening mee gehouden. Om wel recht te doen aan de potentie van deze techniek hebben we ook een situatie doorgerekend waarin de techniek voor methaanzuivering uit stallucht in alle melkveestallen wordt toegepast. We gaan ervan uit dat de techniek een methaanemissiereductie van circa 70 procent bewerkstelligt, uitgaande van een situatie met (semi-)open staltypen. Hierbij is weidengang van

enkele uren per dag mogelijk. Het reductiepercentage van 70 procent sluit aan bij eerste veldproeven, waarbij circa 40-100 procent reductie werd gemeten in verschillende stallen (Krogsbøll et al. 2025).

Als een dergelijke techniek zijn potentie waarmaakt, kan dat implicaties hebben voor de maximale omvang van de melkveestapel in 2050. Bij een effectiviteit van 70 procent zou de melkveestapel in theorie zelfs fors groter kunnen zijn dan de huidige melkveestapel, zonder dat ammoniak- of methaanemissies naar de lucht een probleem hoeven te zijn. Uiteraard zal de totale hoeveelheid mest bij een grotere melkveestapel ook toenemen. Dit betekent dat het Europese mestproductieplafond de beperkende factor wordt voor de omvang van de melkveestapel. Onder de mestproductieplafonds zou in 2050 een melkveestapelomvang mogelijk zijn van 87 procent ten opzichte van de omvang in 2022, door productiviteitsgroei (zie figuur 3.13). De melkproductie zou in dat geval tien procent kunnen toenemen ten opzichte van 2022. Echter zou het mestoverschot (de hoeveelheid mest waar geen plaatsingsruimte voor is) in dat geval met 80 procent toenemen ten opzichte van 2022. In theorie kan dat mestoverschot worden verwerkt of geëxporteerd. In de praktijk zal dat zwaar drukken op de mestverwerkingscapaciteit én op het inkomen van de boer. Dit alles neemt niet weg dat de succesvolle ontwikkeling, uitrol, monitoring en handhaving van nieuwe methaanreducerende technieken in potentie een belangrijke rol kunnen gaan spelen in de toekomstige melkveehouderij.

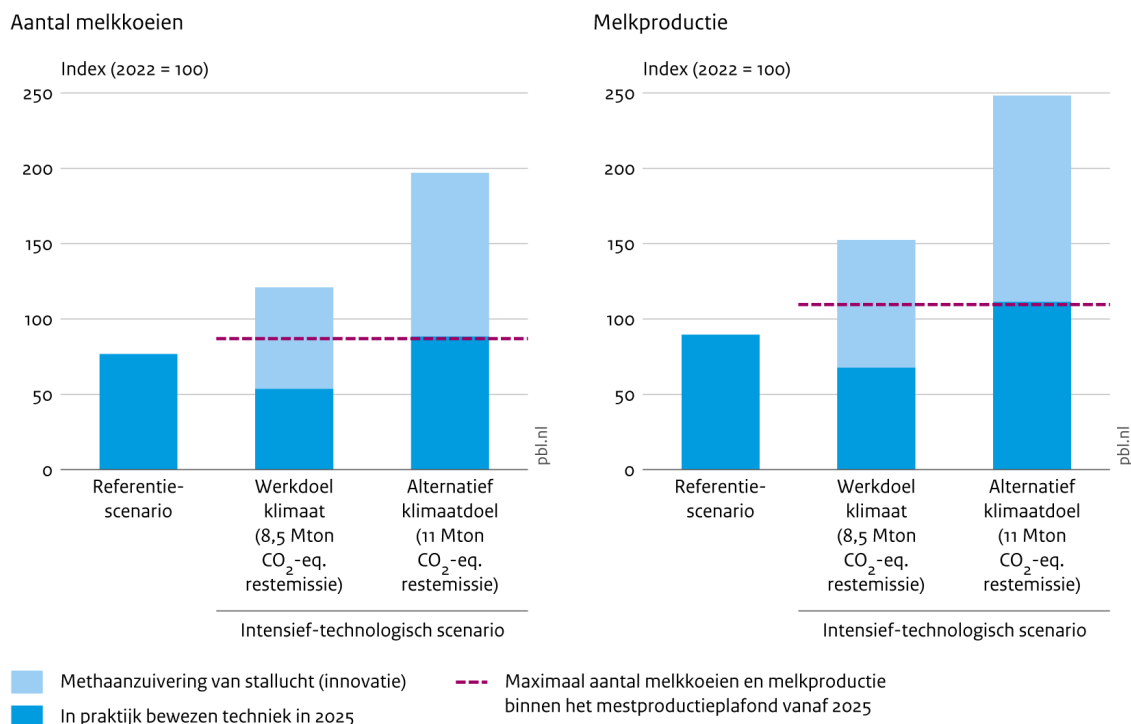
Figuur 3.12

Aantal melkkoeien en melkproductie in scenario's bij verschillende klimaatdoelen, 2050



Figuur 3.13

Aantal melkkoeien en melkproductie bij toepassing van methaanzuivering in stallucht in scenario's bij verschillende klimaatdoelen, 2050



Bron: PBL 2025

Plantaardige productie

In het intensief-technologisch scenario gaan we uit van de optimale teelt van hoogrenderende gewassen. De focus ligt op het verbouwen van aardappel, suikerbieten en akkerbouwgroenten, en het grootste aandeel rustgewassen bestaat uit granen, net zoals nu. Hierbij is het aandeel rustgewassen op zand- en lössgronden ietwat hoger. Emissiereducerende technieken worden ingezet om emissies naar de omgeving te verminderen en precisielandbouw wordt ingezet om het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen te reduceren (zie verder tekstkader 3.2) en zo de druk op de leefomgeving te verlagen.

In het natuurinclusieve scenario gaan we uit van extensivering van de akkerbouw. Dit rust er niet zozeer op dat het *aantal* gewassen afneemt, maar vooral dat het aandeel *intensieve* gewassen afneemt. Voor intensieve gewassen, zoals aardappel, peen, ui en suikerbiet, is veel grondbewerking nodig en er worden relatief veel gewasbeschermingsmiddelen in deze teelten gebruikt. Afname van deze gewassen gebeurt ten gunste van zogenoemde maai- of rustgewassen: gewassen die relatief gunstig zijn voor de bodemstructuur en het organische stofgehalte van de bodem, en die minder gewasbescherming vergen. Binnen het natuurinclusieve scenario gaan we ook uit van een grotere adoptie van alternatieve rustgewassen, zoals eiwitgewassen voor humane consumptie en veevoer en vezelgewassen, zoals vezelvlas en hennep. Hiernaast worden vanggewassen en groenbemesters zoveel mogelijk ingezet, om stikstofuitspoeling na het teeltseizoen te beperken.

Doordat het aandeel intensieve gewassen afneemt, neemt ook het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen af in het natuurinclusieve scenario. Hiernaast ligt de focus bij natuurinclusieve teeltpraktijken op geïntegreerd gewasbeheer. Hierbij horen robuustere teelten door middel van een gezonde bodem, hoge gewasdiversiteit, robuustere rassen, mengteelten, ruime gewasrotaties en de aanwezigheid van natuurlijke plaagbestrijders en bestuivers. Door consequent in te zetten op preventie van plagen en ziekten en op ecologische diversiteit, wordt het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen verminderd (zie verder tekstkader 3.2). Door middel van kruidenrijke stroken, akkerranden en landschapselementen wordt bijgedragen aan variatie en natuurlijke plaagbestrijding (Verschoor et al. 2019).

Bouwplannen

In de analyse zijn we uitgegaan van verschillende karakteristieke akkerbouwplannen in de twee scenario's. Hiertoe zijn vier voorbeeldbouwplannen opgesteld (per grondsoort een intensiever en extensiever bouwplan, zie nadere toelichting in bijlage 3). Omdat op klei de uitspoelingsgevoeligheid voor stikstof lager is dan op zand, staan er in de bouwplannen op kleigronden relatief meer (stikstofbehoefte) intensieve gewassen dan op zandgronden. Bij een intensief bouwplan op klei wordt uitgegaan van bijna twee derde intensief gewas (aardappel, ui, peen en suikerbiet) en een derde maaigewas (veldboon en wintertarwe). Op zand is het aandeel intensieve gewassen iets lager: circa 55 procent intensief gewas (consumptieaardappel, suikerbiet, winterpeen) naast maaigewas (snijmais, doperwt, zomergerst en wintertarwe). In de extensieve bouwplannen worden minder intensieve gewassen geteeld (op zand circa een kwart van het bouwplan, op klei een derde) en worden daarnaast meer vanggewassen ingezet. Zo worden op klei na vrijwel alle hoofdgewassen vervolgens groenbemesters of vanggewassen geteeld. Op zand worden vanggewassen geteeld waar dat nodig is om korting op de toegestane stikstofgift te vermijden.

Doordat er in beide scenario's uitgegaan is van een relatief hoge gift van dierlijke mest en weinig kunstmest, wordt de stikstofgebruiksnorm niet in voor alle gewassen behaald. Naar verwachting leidt dit in sommige gewassen tot enige opbrengstreductie (2-5 procent). Dit is op de langere termijn echter beperkt omdat het stikstofleverend vermogen van de bodem (de bodemmineralisatie) over tijd zal toenemen door o.a. de teelt van groenbemesters en vanggewassen. Een toename van het stikstofleverend vermogen van de bodem kan wel een risico geven op meer uitspoeling en een toename van de lachgasemissies, met name in een scenario waarbij geen of in beperkte mate vanggewassen worden ingezet.

Tekstkader 3.4: Glastuinbouw: in zijn aard intensief-technologisch

De glastuinbouw is bij uitstek een hoogtechnologische bedrijfstak, waarin natuurlijke elementen op een zo gecontroleerd mogelijke wijze ingezet worden. Zonlicht, temperatuur, water en nutriënten, maar ook biologische bestrijders en bestuivers worden door de teler zo optimaal mogelijk ingezet om plantengroei en opbrengst te bevorderen. Dit heeft tot gevolg dat de glastuinbouw in het intensief-technologische en in het natuurinclusieve scenario sterk op elkaar zal lijken. In algemene zin gaan we er vanuit dat glastuinbouw in beide scenario's zal bestaan, en dat het in beide scenario's een sterk op zichzelf staande activiteit zal zijn. Doordat de glastuinbouw in beide scenario's vrijwel onafhankelijk van de fysieke leefomgeving zal plaatsvinden, namelijk in zogenoemde 'gesloten kassen', hebben we deze bedrijfstak niet meegenomen in de doorrekening van de scenario's. Uitgaande van wat technisch mogelijk is, nemen we aan dat de glastuinbouw in beide scenario's in 2050 klimaatneutraal zal zijn en geen emissies van gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater zal veroorzaken. Dit hangt samen met het

uitgangspunt van deze verkenning dat de productie tegen die tijd volledig plaatsvindt in gesloten kassen. In dit tekstkader verkennen we kort waarin de glastuinbouw in beide scenario's zou kunnen verschillen.

Op dit moment groeien de meeste kasgroenten op substraat, maar niet alle kasgroenten doen het daar goed op. De meeste slasoorten, radijs, spinazie en andere bladgroenten, maar ook bloemeteelt van vaste planten, groeien in de grond. In het intensief-technologische scenario zijn deze teelten ondergebracht in bakken met substraat of worden ze hydropon (dus substraatloos, met de wortels direct in contact met water met voedingsoplossing) geteeld. Op deze manier worden emissies van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar de bodem voorkomen. In het natuurinclusieve scenario wordt dit kleine aandeel gewassen soms nog wel in de grond geteeld. In dat geval wordt er gestuurd op optimale bodemgezondheid: er wordt gewerkt om het organische stofgehalte te verhogen, de structuur en het waterbergend vermogen te verbeteren en het bodemleven te versterken. Dit gebeurt bijvoorbeeld door inzet van organische meststoffen of biostimulanten. In het natuurinclusieve scenario wordt het merendeel van de gewassen echter ook op substraat geteeld. Er wordt dan vaak gekozen voor organisch substraat om de weerbaarheid van gewassen te verbeteren. Ook de voedingsrecepten voor de gewassen worden aangepast op de principes van weerbaar telen: de voeding heeft een relatief laag stikstofgehalte, en een focus op elementen die weerbaarheid kunnen verhogen.

Voor ziekte- en plaagbeheersing wordt in beide scenario's gebruik gemaakt van biologische bestrijders, scouten met behulp van scoutingapps/deep learning-technologie, groene gewasbeschermingsmiddelen, robuuste rassen en voorspelling van ziekten met behulp van klimaatdata. Het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen wordt in het natuurinclusieve scenario zoveel mogelijk vermeden, maar het wordt wel ingezet als laatste redmiddel. In het intensief-technologische scenario worden chemische gewasbeschermingsmiddelen sneller ingezet. Wel wordt gepoogd dit efficiënt te doen. In de natuurinclusieve teelten zijn er rondom de kas zoveel mogelijk bloemstroken/vegetatiediversiteit, voor een optimale bijdrage aan de aanwezigheid van natuurlijke vijanden van ziekteverwekkers en algemene biodiversiteit rondom de kas (Messelink et al. 2021). Ook bankierplanten (planten die veel natuurlijke vijanden aantrekken) en planten die kunnen dienen als ei-afzetplek, schuilplaats of stuifmeel- of nectarbron in de kas, kunnen deze natuurlijke vijanden van ziekteverwekkers in de kas ondersteunen (Waite et al. 2014; Zhao et al. 2017; Bennison 1992). Biodiversiteit rondom kassen is niet alleen nuttig voor plaagbestrijding, maar kan ook bijdragen aan het algemene behoud en herstel van biodiversiteit. Tot slot kan het bijdragen aan het maatschappelijk draagvlak voor de glastuinbouw.

In het intensief-technologische scenario wordt minder geleund op dit biodiversiteitsprincipe, en wordt meer geleund op chemische middelen en zaken als insectengaas in de ramen om plagen te voorkomen en te bestrijden. Verder zijn er verschillende sensortechnieken in omloop voor ziektedetectie. Sommige zijn pathogeen-specifiek, andere nemen vooral plantenstress waar via de detectie van specifieke vluchtige stoffen of elektrochemische sensoren. Sensoren met een dergelijk bredere werking kunnen bijdragen aan de vroege detectie van plantenziekten, die vervolgens via genetische methoden in het lab verder geïdentificeerd kunnen worden. Zo kan een teler vroegtijdig ingrijpen op specifieke plekken. Ziektedetectie met sensortechnieken wordt nu nog uitsluitend experimenteel toegepast. In 2050 zal dit naar verwachting wel breder worden toegepast, maar het zal nog niet zijn uitontwikkeld.

Het energieverbruik in de sector landbouw wordt momenteel gedomineerd door het gebruik van aardgas, met name in de glastuinbouw (aardgasmotoren voor warmte-krachtkoppeling (kortweg WKK). Voor het doel van klimaatneutraliteit in 2050 is verschuiving naar een andere energiebron nodig. Dit energieverbruik van aardgas neemt naar verwachting af, onder andere door fiscale en beprijzende maatregelen (beperking vrijstelling energiebelasting voor aardgasinzet in WKK's, afbouw van het verlaagde energiebelastingtarief voor aardgas in de eerste en tweede schijf en CO₂-heffing glastuinbouw) (PBL et al. 2024).

Daarbij heeft de sector een convenant Energietransitie Glastuinbouw 2022-2030 ondertekend. De bijbehorende doelstelling is uiteindelijk vastgelegd op 4,3 megaton CO₂-equivalenten in 2030 via een individuele CO₂-heffing (EZK 2023). Overigens is het voornemen van de sector om richting 2040 klimaatneutraliteit te realiseren. Bij de huidige inzichten omtrent de beleidseffecten, zal het energieverbruik en de bijbehorende CO₂-emissie wel afnemen. Echter, de glastuinbouw ligt nog niet op koers om in 2040 klimaatneutraal te zijn (referentie: KEV 2025). Belangrijke technieken, die naar verwachting worden ingezet om deze doelstellingen te realiseren, zijn energiebesparing, warmtepompen (eventueel gecombineerd met warmte-koude opslag), geothermie en restwarmtegebruik. Om conform onze scenario's ook daadwerkelijk in 2050 klimaatneutraal te zijn zal er wel een stevige vinger aan de pols gehouden dienen te worden.

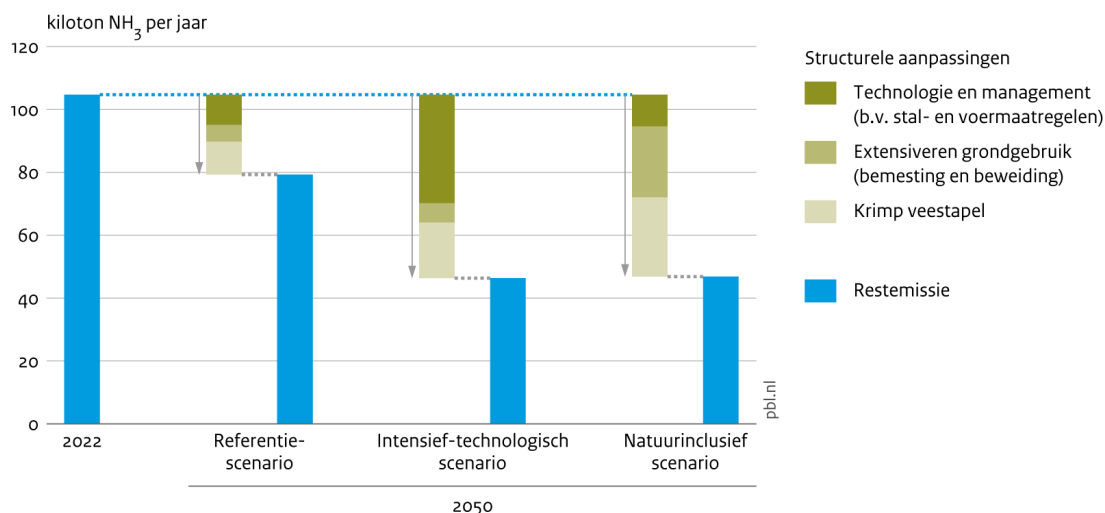
Daling van stikstofemissies in het referentiescenario

Vermindering van stikstofdepositie in beschermde natuurgebieden is nodig om natuurdoelen te halen. Veruit de grootste bijdrage aan de stikstofdepositie op natuur in Nederland komt van ammoniak (NH₃), wat onder andere vrijkomt bij de productie en het gebruik van mest. Ammoniak vormt in het referentiescenario (net als in de huidige situatie) circa 90 procent van de stikstofuitstoot uit de landbouw. De overige 10 procent heeft de vorm van stikstofoxiden (NO_x). Het merendeel van de stikstofoxidenemissies komen vrij door het gebruik van meststoffen (PBL & RIVM 2025). Als gevolg van de krimp van de veestapel, de toename van het aandeel emissiearme stallen en de afname van de toediening van dierlijke mest, nemen de ammoniakemissies uit de landbouw in het referentiescenario af met 24 procent, tot 79 kiloton in 2050 (zie figuur 3.14). De ammoniakemissie per dier ligt in het referentiescenario lager dan in 2022, vooral bij varkens en pluimvee. Dit komt zowel doordat er meer ammoniak-emissiearme stallen worden gebouwd, als doordat de effectiviteit van bestaande stalsystemen verbetert.

Stikstofemissie in de twee scenario's

De ammoniakemissies van de landbouw dalen in beide scenario's. De restemissie van ammoniak uit de landbouw in de scenario's is circa 47 kiloton. In vergelijking met het referentiescenario daalt de emissie met circa 33 kiloton. Het verschilt echter per scenario waardoor de ammoniakemissies dalen. De daling van de ammoniakemissies komt in het intensief-technologische scenario voor 59 procent door de inzet van technologie en management, terwijl de krimp van de veestapel 30 procent van de daling veroorzaakt. In het natuurinclusieve scenario spelen technologie en management een beperktere rol bij de daling van de ammoniakemissies (17 procent). De daling komt voornamelijk door de krimp van de veestapel (44 procent) en extensivering (39 procent).

Figuur 3.14
Emissie ammoniak door landbouw in scenario's



Bron: PBL 2025

De volgende structurele aanpassingen vallen onder de categorieën 'technologie en management', 'extensiveren grondgebruik' en 'krimp veestapel':

Extensiveren grondgebruik: lagere toediening van dierlijke mest en kunstmest, toename weidegang, afname landbouwareaal (dit beschouwen wij dus ook als 'extensivering', niet alleen lagere bemesting op bestaande landbouwgrond).

Technologie en management: verlaging ruw eiwitgehalte in het rantsoen, emissiearme stallen

Krimp veestapel: reductie dieren aantallen.

Tekstkader 3.5: In beide scenario's worden de wettelijke stikstofdoelen niet op tijd gehaald

In beide scenario's vindt een forse reductie plaats van de ammoniakemissie uit door de landbouw. In beide scenario's blijft een restemissie uit de landbouw over van rond de 47 kiloton ammoniak. Dat betekent dat de ammoniakuitstoot uit de landbouw grofweg 40 procent daalt ten opzichte van het referentiescenario, en 55 procent ten opzichte van de situatie in 2022. Deze studie laat zien dat deze reductie voldoende zou moeten zijn om grofweg voor 90-95 procent van de soorten de milieucondities op orde te krijgen voor het duurzaam voorkomen van VHR-soorten van de Nederlandse landnatuur als geheel.

Naast dit Europese VHR-doel bestaan er ook nationale stikstofdoelen. Deze doelen zijn in 2020 politiek afgesproken en wettelijk vastgelegd als reactie op het uitbreken van de stikstofcrisis in 2019. Deze doelen zouden moeten helpen bij het verlagen van de stikstofdepositie, en daarmee de Nederlandse natuurkwaliteit verbeteren. Doordat de stikstofdoelen geen Europese doelen zijn, maken ze geen onderdeel uit van de drie Europese doelen waar we in deze verkenning van uitgaan. Wel reflecteren we in dit tekstkader op het effect dat de aanpassingen in de scenario's hebben op het bereiken van de nationale stikstofdoelen.

Hoogte van de nationale stikstofdoelen niet gerelateerd aan de VHR

Bij het opstellen van de nationale stikstofdoelen is de hoogte van de doelen niet inhoudelijk onderbouwd en daarmee niet direct gerelateerd aan de eisen van de VHR (PBL 2021). De stikstofdoelen zijn uitgedrukt in het percentage van het aantal hectares met stikstofgevoelige natuur. Op dit aantal hectares stikstofgevoelige natuur moet de stikstofdepositie onder de kritische depositiewaarde (KDW) liggen. Depositie boven de KDW zorgt voor een risico op verslechtering,

maar is geen maat voor de staat van de natuur (PBL 2021). In 2022 lag de stikstofneerslag in 28 procent van het areaal stikstofgevoelige natuur in Nederland onder de KDW (RIVM 2025).

Voor deze verkenning heeft het RIVM ingeschat dat met de ruimtelijke invulling van de twee scenario's de depositie op stikstofgevoelige natuur in 2050 dicht in de buurt komt van de stikstofdoelen voor 2035. Zo zou bij het natuurinclusieve scenario de stikstofneerslag in circa 60 procent van het areaal natuur onder de KDW komen. In het intensief-technologische scenario is dit 77 procent. In het intensief-technologische scenario worden daarmee – in 2050 – de stikstofdoelen voor 2035 gehaald, zelfs bij een hogere restemissie dan eerder berekend door het RIVM (RIVM 2024). Dit komt doordat we in deze verkenning uitgaan van relatief grote overgangszones rond natuurgebieden. In die overgangszone wordt de landbouw sterk geëxtensiverd. Hierdoor wordt de reductie van stikstofemissie geoptimaliseerd naar waar dat voor de natuur nodig is. Daardoor vindt er in dit scenario ook meer reductie van stikstofneerslag op stikstofgevoelige natuur plaats dan in het natuurinclusieve scenario.

Consistent beleid impliceert het in lijn brengen van stikstofdoelen met de VHR

De constatering dat het halen van de stikstofdoelen in 2035 en het binnen bereik brengen van de gunstige staat van instandhouding in 2050 niet gelijk oplopen, roept uiteraard vragen op. Het verschil komt voort uit de aard van de doelen. In deze verkenning modelleren we dat bij een restemissie van 47 kiloton ammoniak uit de landbouw het VHR-doelbereik voor de Nederlandse natuur als geheel volgens de indicator grofweg voor 90-95 procent gehaald kan worden. Het stikstofdoel voor 2035 wordt daarbij in 2050 wel gehaald (intensief-technologisch scenario) of niet (natuurinclusief scenario). Dit laat zien dat het voor consistent lange termijnbeleid van belang kan zijn dat de stikstofdoelen en achterliggende natuurdoelen meer in lijn worden gebracht.

Overigens kent de VHR, naast de gunstige staat van instandhouding voor de Nederlandse natuur als geheel (het doel waar we in deze verkenning van uitgaan), nog een tweede doel: het verbod op verslechtering in de individuele Natura 2000-gebieden. Het PBL kan niet modelleren op het niveau van individuele natuurgebieden. De gunstige staat van instandhouding is een maat voor alle natuur samen, en kan in theorie ook gehaald worden wanneer er in individuele gebieden nog wel verslechtering plaatsvindt. Het kan dus zo zijn dat er voor dit tweede VHR-doel in specifieke gebieden nog extra reductie nodig is van de stikstofneerslag – en dus van de stikstofuitstoot. Dit kan ertoe leiden dat het gat van de resterende 5-10 procent doelbereik verkleind wordt.

3.3 Conclusies uit de scenario's

De resultaten van de scenario's leiden tot een aantal inzichten die belangrijk zijn voor het huidige politiek-maatschappelijke debat. We benoemen eerst drie aspecten die in ogenschouw dienen te worden genomen bij de interpretatie van de resultaten van de gepresenteerde scenario's.

De scenario's zijn hoekpunten; de politiek kan kiezen voor een combinatie van de scenario's

In hoofdstuk 2 hebben we toegelicht dat de scenario's vertalingen zijn van twee contrasterende voorkeursrichtingen voor de toekomst van landbouw en natuur in Nederland. De uiteindelijke keuze voor de toekomst kan tussen deze scenario's in liggen. De scenario's zijn bedoeld om de keuzeruimte weer te geven waarmee de doelen binnen bereik komen. Om de doelen voor natuur, water en klimaat binnen bereik te brengen, kan de politiek kiezen voor verschillende combinaties van aanpassingen, of sterk of minder sterk inzetten op specifieke aanpassingen. Hierbij moet

vanzelfsprekend opnieuw worden ingeschat of, of in welke mate, een combinatie van aanpassingen tot doelbereik leidt. Kiezen voor bijvoorbeeld de relatief beperkte zonerings uit het natuurinclusieve scenario, in combinatie met de beperkte extensivering uit het intensief-technologische scenario, zal vanzelfsprekend tot een lager doelbereik leiden. In de praktijk zal een middenweg ook niet in één keer in volledig detail uitgetekend kunnen worden. Invloeden van buitenaf, voortschrijdend inzicht en nieuwe technieken zullen ook invloed hebben op de kans om de doelen te halen en beleid moet daarop in kunnen blijven spelen. De twee scenario's bieden dus bovenal zicht op de grote lijnen, de belangrijke keuzes en de robuuste opties. In hoofdstuk 4 en 5 gaan we hier verder op in.

De scenario's veronderstellen dat het huidige beleid volledig wordt uitgevoerd

Het is belangrijk om te benadrukken dat het vroegtijdig stoppen of wijzigen van op dit moment staande beleid het doelbereik negatief zal beïnvloeden. In paragraaf 3.1 staat het overzicht van het staande beleid zoals we dit in het referentiescenario hebben meegenomen. Aanpassingen hierin zullen ook hun weerslag hebben op doelbereik en daarmee op de restopgave, die met aanvullende aanpassingen moet worden ingevuld.

Voor volledig doelbereik voor natuur en waterkwaliteit zijn ook aanpassingen nodig in andere sectoren en landen

In deze verkenning richten we ons op landbouw en het natuur in Nederland. Voor waterkwaliteit kijken we alleen naar ingrepen in deze domeinen. Hierdoor worden de doelen voor natuur (VHR) en waterkwaliteit (KRW) niet volledig gehaald. Voor natuur is het doelbereik circa 90 tot 95 procent, en voor water (biologie) tussen de 64 en 86 procent. Voor 100 procent doelbereik zouden ook aanpassingen nodig zijn in andere sectoren en in het buitenland. Immers, in deze verkenning nemen we boven op het referentiescenario geen aanvullende aanpassingen mee voor bijvoorbeeld de industrie, de rioolwaterzuiveringsinstallaties of voor zaken die zich afspelen in het buitenland. Voor de VHR en KRW is in paragraaf 3.2 toegelicht waarom de doelen in de scenario's niet worden gehaald.

3.3.1 Zeven inzichten uit de scenario's

Als we de resultaten van de scenario-analyse bij elkaar nemen, zien we zeven belangrijke inzichten:

1. In beide scenario's komen de doelen binnen bereik, maar de manier waarop verschilt sterk

De twee normatieve scenario's laten zien dat de Europese doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat binnen handbereik kunnen komen. Beide scenario's leiden tot eindbeelden die veel groener zijn dan het huidige Nederland. Daarbij zullen in beide scenario's veel populaties van planten en dieren groter en robuuster zijn, zal de waterkwaliteit verbeteren, neemt de stikstofemissie naar lucht en water af en zullen ook de broeikasgasemissies uit de landbouw ruim twee derde afnemen (ten opzichte van 2022). De emissies van landgebruik dalen zelfs met 95 procent ten opzichte van 2022.

De grote verschillen tussen de scenario's zitten in de manier waarop de aanpassingen uitwerken op (1) het aangezicht van het landelijk gebied en (2) op de primaire landbouwsector. Voor het aangezicht van het landelijk gebied geldt dat het natuurinclusieve scenario leidt tot een Nederland met veel meer verweving van landbouw en natuur dan nu (zie figuur 3.15). Er vindt – meer dan in het intensief-technologische scenario – herstel plaats van algemene planten- en diersoorten en de groenblauwe dooradering zorgt voor een gevarieerd landschap. In het intensief-technologische

scenario tekenen landbouw, overgangszones en natuurgebieden zich scherper af, waarbij de overgangszones – die vier keer zo breed zijn als in het natuurinclusieve scenario – de overgang vormen tussen landbouw en natuurgebieden.

In het intensief-technologische scenario blijft een groot deel van de huidige omvang van de primaire landbouwproductie behouden. In het natuurinclusieve scenario extensiveert de landbouw in hoge mate, en daalt de primaire productie aanzienlijk. De scenario's leiden daarmee tot vragen over de toekomstige inrichting – en het aanzien – van het landelijk gebied, over de rol die de landbouw in Nederland moet spelen en over de ruimte die deze sector daarvoor nodig heeft. Ook rijst de vraag welke vormen van natuur we belangrijk vinden om te behouden en te herstellen, en in welke mate. In hoofdstuk 4 gaan we verder in op deze keuzes en consequenties.

2. Om de doelen binnen bereik te brengen, zijn afgestemde combinaties van aanpassingen nodig – en dus integraal beleid

Uit de scenario's blijkt ook dat er niet één aanpassing is waarmee op zichzelf het grootste deel van de doelen gehaald kan worden. De reden is dat alle drie de doelstellingen meerdere drukfactoren en emissiebronnen kennen die veelal andere aanpassingen vereisen. Om de doelstelling te halen voor de biologische waterkwaliteit is zowel inzet nodig op de reductie van nutriënten in oppervlaktewateren als verbetering van de inrichting. Voor een deel is er synergie te vinden: zo is zonering een aanpassing die juist meerdere factoren van meerdere doelstellingen tegelijkertijd kan ondervangen. En er is uitruil mogelijk tussen aanpassingen: voor klimaat kan de doelstelling voor restemissies uit landgebruik bijvoorbeeld worden behaald door meer veenvernatting óf meer herbebossing. Het is zoeken naar een combinatie van technische oplossingen, management, natuurbeheer, extensivering en ruimtelijke inrichting, die politiek haalbaar, maatschappelijk acceptabel en qua doelbereik effectief is.

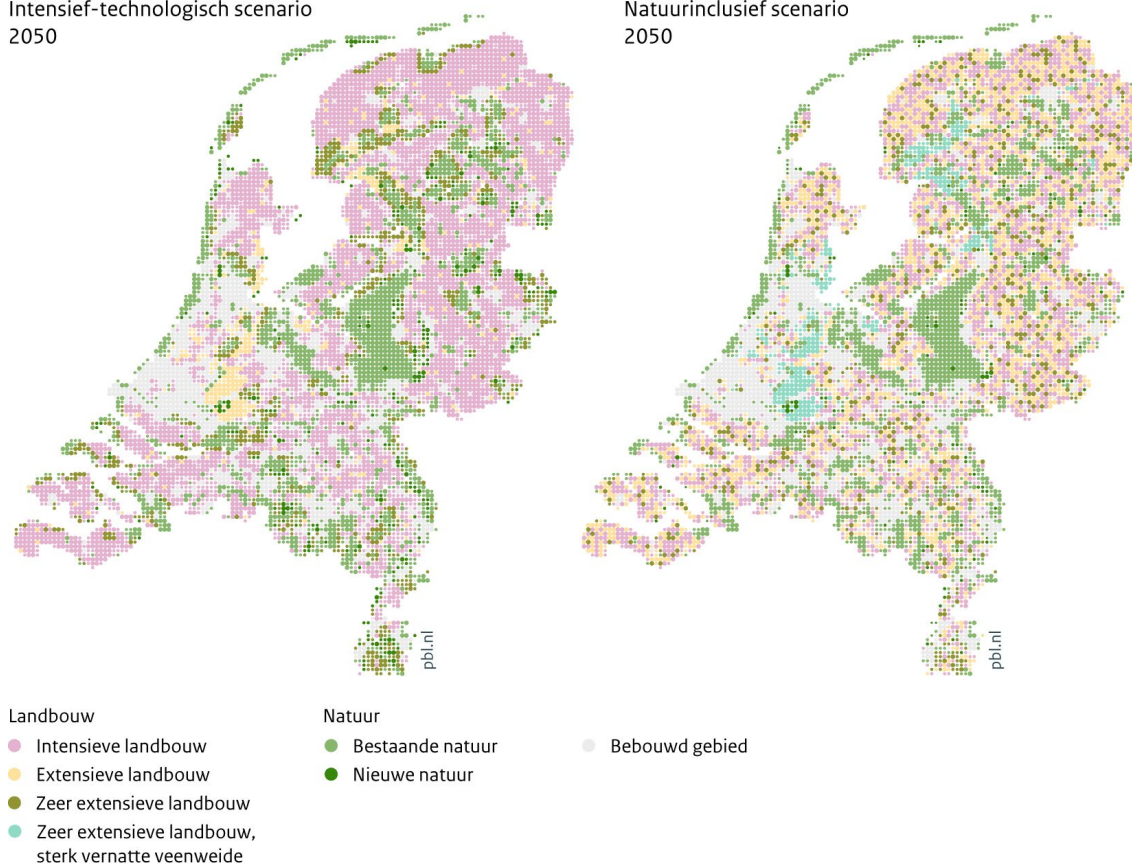
3. De grootste opgave is om anders om te gaan met agrarische grond

Ongeacht de uiteindelijke keuzes in de scenario's, ligt de grootste opgave bij het anders benutten van agrarische grond. Als de doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat binnen bereik moeten komen, zal, boven op het bestaande beleid, extra agrarische grond anders moeten worden gebruikt: ter uitbreiding van het natuurareaal of voor extensivering. In aanvulling op de 50.000 hectare natuuruitbreiding die al gepland is in het referentiescenario, zal het natuurareaal met zo'n 15 tot 25 procent ten opzichte van het referentiescenario moeten toenemen. Dit betekent dat tussen de 150.000 hectare landbouwgrond (intensief-technologisch scenario) en 100.000 hectare landbouwgrond (natuurinclusief scenario) een natuurfunctie zal moeten krijgen. Daarnaast krijgt tussen de 100.000 hectare landbouwgrond (intensief-technologisch scenario) en 230.000 hectare landbouwgrond (natuurinclusief scenario) een zeer extensieve invulling, met daarnaast in het natuurinclusieve scenario ook sterke verandering van intensieve landbouw naar een meer extensieve invulling. Doordat in het intensief-technologische scenario een beperktere hoeveelheid landbouwgrond hoeft te worden omgevormd, blijft er meer ruimte voor primaire productie in de landbouw. De grondopgave in de scenario's hangt ook af van het klimaatdoel voor landgebruik. Bij punt 5 gaan we hierop in. In hoofdstuk 4 gaan we in op de voorwaarden en uitvoeringscapaciteit die hiervoor nodig zijn.

Figuur 3.15
Impressie van ruimtelijke patronen in scenario's

Intensief-technologisch scenario
 2050

Natuurinclusief scenario
 2050



Bron: PBL

4. Zoeken naar een balans tussen extensivering, techniek en aangescherpte ruimtelijke ordening

De aanpassingen in de scenario's reduceren de milieubelasting van de landbouw. Dat gebeurt in het intensief-technologische scenario meer via technische maatregelen, en in het natuurinclusieve scenario meer via extensivering van de landbouwproductie. De scenario's laten zien dat tot op zekere hoogte een keuze is, maar dat ook enige techniek en enige extensivering altijd in combinatie nodig zullen zijn. De balans tussen techniek en extensivering zal afhangen van de afweging tussen de effecten van die keuze – bijvoorbeeld op de landbouwproductie, op het landschap of op het maatschappelijk draagvlak voor bepaalde aanpassingen, zoals bijvoorbeeld het hoofdzakelijk binnenhouden van vee. In hoofdstuk 4 gaan we verder in op de maatschappelijke voorwaarden. Uit de scenario's blijkt ook dat de zoektocht naar de balans tussen techniek en extensivering met een implicatie komt. Verbonden aan de keuze tussen extensivering en techniek is namelijk de mate waarin de overheid zal moeten sturen op de ruimtelijke inrichting. In het intensief-technologische scenario is strikte regie nodig vanuit de overheid, zowel van het Rijk als de provincies. Dit omdat de natuuruitbreiding en extensivering precies op de juiste plekken moeten komen. In het natuurinclusieve scenario betekent de grote omvang van de extensivering van de landbouw dat er een minder strikte ruimtelijke inrichting nodig is. Er is daarmee dus ook meer ruimte voor aanvullende nationale, provinciale en lokale ruimtelijke belangen.

5. Hoe strikt het klimaatdoel voor landbouw en landgebruik wordt gesteld heeft veel invloed op de melkveehouderij en op de grondopgave

Niet stikstofemissies, maar broeikasgasemissies zijn de meest bepalende factor voor de toekomstige omvang van de veehouderij. De doelstelling van 8,5 megaton CO₂-equivalenten in restemissies voor de landbouw dwingt in beide scenario's tot sterke reducties in de omvang van de melkveestapel. Een minder stringent restemissiedoel van 11 megaton zou betekenen dat in beide scenario's de omvang van de melkveestapel minder hoeft te krimpen ten opzichte van het referentiescenario. De reden hiervoor is dat de huidige in de praktijk bewezen technieken om methaan-emissies in de veehouderij te verminderen een relatief beperkt potentieel hebben, en een relatief groot aandeel van het doelbereik dus moet komen uit het krimpen van de veestapel. Innovaties in methaanzuivering van de stallucht zouden ertoe kunnen leiden dat de melkveestapel minder of niet hoeft te krimpen. Bij brede toepassing van methaanzuivering van de stallucht zou ook bij een stringent klimaatdoel van 8,5 megaton restemissie de melkproductie naar verwachting op peil kunnen blijven. Bij de grotere melkveestapel die daarbij hoort, doemen vervolgens wel al snel andere grenzen op, zoals mogelijke schaarste aan ruwvoer en bijna een verdubbeling van het huidige mestoverschot. De beschikbaarheid van ruwvoer en de plaatsingsruimte voor mest nemen in de scenario's namelijk af doordat er een kleiner areaal is aan landbouwgrond.

Ook voor de grondopgave speelt de hoogte van het klimaatdoel een belangrijke rol. Voor landgebruik gebruiken we een bandbreedte tussen de 0,3 megaton CO₂-equivalenten en 1,2 megaton CO₂-equivalenten, waarbij wij in deze verkenning uit zijn gegaan van een werkdoel van 0,3 megaton CO₂-equivalenten. Ook hier geldt dat een minder stringent restemissiedoel de omvang van de grondopgave vermindert, omdat dan minder bos nodig is voor koolstofvastlegging of minder vernatting van veenweiden nodig is. In het intensief-technologische scenario vermindert de grondopgave bij een rest-emissiedoel van 1,2 megaton CO₂-equivalenten met circa 100.000 hectare (van circa 200.000 hectare extensivering boven op het referentiescenario, naar 100.000 hectare), zonder dat dit het doelbereik voor natuur noemenswaardig aantast. In het natuurinclusieve scenario koppelt koolstofvastlegging meer mee met de andere aanpassingen en vermindert de grondopgave met 50.000 hectare en blijft de extensiveringsopgave dan rond de 600.000 hectare.

6. Circulariteit en het sluiten van kringlopen kunnen bijdragen aan doelbereik, en ook aanzienlijke impact hebben op landbouwsectoren

Uit de scenario's blijkt dat veel maatregelen ook bijdragen aan het sluiten van de kringlopen voor nutriënten en koolstof. De keuze voor het niveau waarop kringlopen dienen te worden gesloten is daarbij van grote invloed. Dit uit zich met name bij de intensieve veehouderij. Het uitgangspunt in het natuurinclusieve scenario is dat de import van veevoer uit bijvoorbeeld Zuid-Amerika verschuift naar reststromen, alternatieve eiwitbronnen en veevoer uit Noordwest-Europa. Dit leidt tot een halvering van het aantal dieren in de sector. In beide scenario's gaan we ervan uit dat het ruwvoer voor melkvee van binnen de Nederlandse grenzen komt. De krimp van de veestapel zal in beide scenario's leiden tot een reductie van de import van veevoer, en in beide scenario's loopt ook het mest- en kunstmestgebruik aanzienlijk terug. Daarbij blijft de omvang van het mestoverschot van dezelfde orde als nu. Eventuele omzetting van dierlijke mest naar kunstmestvervangers (via RENURE) kan dit overschot verminderen door de verdere vervanging van kunstmest.

Door veranderingen in landgebruik ontstaat extra koolstofopslag, zoals via de uitbreiding van natuur en bos (in beide scenario's) en groenblauwe dooradering (natuurinclusieve scenario). Ook zorgt goed bodembeheer, zoals de regelmatige aanvoer van organische stof naar bouwland (bijvoorbeeld in de vorm van gewasresten, compost of mest), voor additionele koolstofvastlegging.

Daarnaast dragen vernattingsmaatregelen in de veenweidegebieden bij aan een emissiereductie. Hierdoor komen emissies uit landgebruik beter in balans met de koolstofvastlegging in bodems en vegetatie. Daarnaast bieden de bouwplannen in voornamelijk het natuurinclusieve scenario kansen voor de productie van biograndstoffen zoals vezelgewassen. In hoofdstuk 4 geven we een korte reflectie over wat de verschuiving naar een biogebaseerde economie zou kunnen betekenen in het licht van de beide scenario's.

7. *Natuurbeheer blijft in beide scenario's een voorwaarde voor doelbereik*

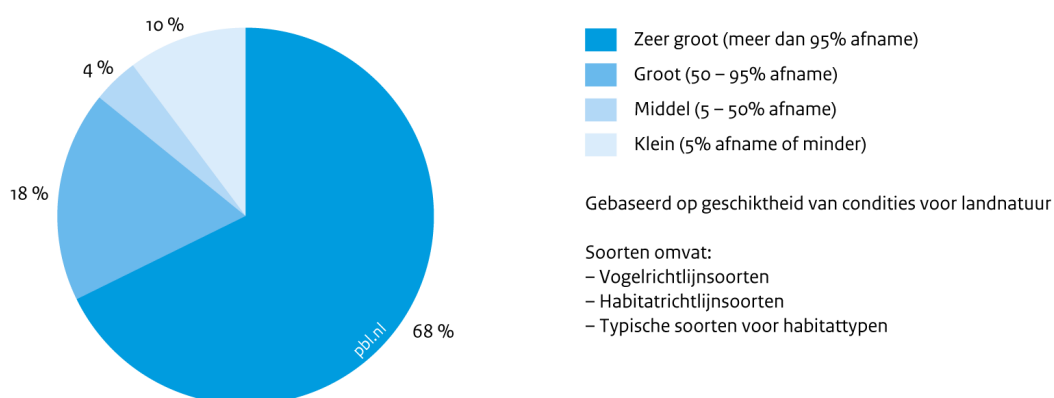
Natuurbeheer blijft in beide scenario's nodig. In figuur 3.16 is te zien dat stoppen met beheer naar schatting voor twee derde van de VHR-soorten zou leiden tot een zeer grote afname van de populaties. De beperkte omvang van natuurgebieden in Nederland, en de potentiële verdringing van soorten door natuurlijke successie, menselijke verstoring en doorgaande (milieu)druk vanuit het buitenland, zorgen er voor dat regulier natuurbeheer altijd noodzakelijk blijft. Dit geldt zelfs in het natuurinclusieve scenario.

Hoewel de manier waarop wordt omgegaan met natuurbeheer verschilt tussen de scenario's, zijn deze verschillen beperkt. Zo ligt er in het intensief-technologische scenario meer nadruk op het beschermen van specifieke soorten op specifieke plekken. Op die plekken worden geschikte omgevingscondities gecreëerd met technische maatregelen, zoals plaggen en bekalken en terugkerend beheer, zoals maaien. Ingrepen zoals boomkap in natuurgebieden – wat vaak tot maatschappelijke weerstand leidt – is in dit scenario meer nodig dan in het natuurinclusieve scenario. Dit is om de juiste natuur op de juiste plek te kunnen aanleggen, in lijn met de ruimtelijke optimalisatie van landbouw en natuur in het intensief-technologische scenario.

In het natuurinclusieve scenario ligt de nadruk op het zo structureel mogelijk verbeteren van de omgevingscondities voor soorten. De beheerfilosofie is om zoveel mogelijk natuurlijke processen en dynamiek te herstellen en zo de condities te verbeteren. Daardoor is minder regulier beheer nodig. Hiervoor is het nodig de natuurlijkere inrichting eenmalig te herstellen. De natuur zal daardoor op relatief veel plekken beter zelf zijn weg kunnen vinden, ook buiten natuurgebieden. Ook kan het creëren van een verscheidenheid van leefomstandigheden op korte afstand van elkaar de natuur beter bestand maken tegen weersextremen als gevolg van klimaatverandering. De twee scenario's impliceren een keuze tussen aan de ene kant het herstel van natuurlijke processen als middel om specifieke soorten te behouden, en aan de andere kant herstel als primair doel, waarbij soorten volgend zijn. In het intensief-technologische scenario zijn soorten dus leidend voor het beheer, en in het natuurinclusieve scenario zijn de soorten meer volgend, al zal ook dit scenario niet volledig zonder terugkerende beheersmaatregelen kunnen. In deze verkenning sturen we op de specifieke soorten die voor de VHR voorwaardelijk zijn, waardoor natuurbeheer in natuurgebieden in de praktijk maar weinig zal verschillen tussen de scenario's. Het maakt wel veel verschil voor de situatie buiten natuurgebieden. Daar leidt de nadruk op systeemherstel in combinatie met groenblauwe dooradering tot meer herstel van algemene soorten, die anders kunnen zijn dan VHR-soorten. In het natuurinclusieve scenario is dus bijvoorbeeld meer kans dat ook bepaalde boerenlandvlinder- en -plantsoorten herstellen, zoals de akkerleeuwenbek en de argusvlinder. In het intensief-technologische scenario wordt specifiek ingezet op het herstel van specifieke VHR-soorten.

Figuur 3.16

Inschatting van effect op Vogel- en Habitatrichtlijnsoorten bij niet uitvoeren van natuurbeheer, 2015 – 2100



Bron: Wageningen University & Research; bewerking PBL

Tekstkader 3.6: De potentiële impact van innovatieve technologieën

De ontwikkeling en implementatie van innovatieve technologieën kunnen in potentie een grote rol spelen bij de transitie naar duurzamere landbouw- en natuursystemen. Ze kunnen daarmee een navenante impact krijgen op de scenario's. Om inzicht te krijgen in de potentiële impact van innovatieve technologieën, is een explorerende studie uitgevoerd naar dertien relevante technologieën, zoals de ontwikkeling van kweekvlees en het gebruik van *digital twins* in de plantaardige teelten (zie tabel 3.4). Er is daarin gekeken naar hun mogelijke toepassing en implicaties binnen landbouw, natuur- en waterbeleid (Speijer 2025). We schetsen enkele algemene bevindingen.

- Het is complex om de impact van nieuwe technologieën op lange termijn te voorspellen. Diverse factoren bepalen of en hoe een technologie mainstream wordt.
- De snelheid varieert sterk waarmee technologieën maatschappelijk worden geadopteerd.
- Veel technologieën zijn afhankelijk van data. Zonder betrouwbare en inter-operabele gegevensstromen blijven veel technologieën beperkt in hun effectiviteit en toepasbaarheid.
- Bij diverse innovaties is het moeizaam om de stap van experiment naar brede adoptie te maken. Factoren zoals hoge kosten, complexe infrastructuur en regelgeving belemmeren de opschaling.
- Er bestaat samenhang tussen de beschouwde technologieën, zowel in de ontwikkeling van de individuele technologie als de maatschappelijke impact.
- Technologische innovaties zijn sterk verbonden met bredere maatschappelijke ontwikkelingen. Zonder brede acceptatie en duidelijke regelgeving blijft de implementatie beperkt.
- Hoewel technologieën technisch haalbaar zijn, vormen niet-technologische factoren vaak de grootste belemmeringen, bijvoorbeeld regelgeving, economische haalbaarheid en ethiek.

Om inzicht te krijgen in de potentiële impact van individuele technologieën maakt Speijer (2025) onderscheid tussen technologieën met een potentieel disruptieve- en een potentieel optimaliserende impact op het landbouw- en natuursysteem. Of de beschreven technologieën daadwerkelijk een disruptieve of optimaliserende impact gaan hebben, is in dit stadium niet met

zekerheid te zeggen. Om toch een beeld te geven van hoe en onder welke voorwaarden de technologieën mogelijk impact kunnen hebben, worden potentiële impactroutes en voorwaarden voor impact geschetst. In onderstaande tabel 3.4 staat een overzicht.

Tabel 3.4
Classificatie van technologieën en voorwaarden voor impact

Technologie	Impact type (potentieel)	Wijze van impact	Voorwaarden voor impact
AI - Artificial Intelligence	Optimaliserend	AI kan bestaande landbouwpraktijken verbeteren door gewasgroei te voorspellen, water- en meststofgebruik te optimaliseren en besluitvorming te ondersteunen. Dit kan leiden tot een hogere productiviteit en lagere milieubelasting.	- Beschikbaarheid van- en infrastructuur voor grote hoeveelheden gestandaardiseerde data. - Integratie met sensoren, drones en robotica.
XR - Extended Reality	Optimaliserend	XR-, AR- en VR-technologieën (<i>Extended, augmented en virtual reality</i>) kunnen landbouw- en natuurbeheer verbeteren via geavanceerde trainingsmethoden, <i>real-time data-overlay</i> in het veld en simulaties van teeltstrategieën. Dit kan de kennisoverdracht in de sector versnellen en de efficiëntie verbeteren.	- Acceptatie en adoptie door boeren en opleidingscentra. - Oplossen van mogelijke privacy-issues.
Climate engineering	Disruptief	<i>Climate engineering</i> kan op grote schaal de landbouwomstandigheden veranderen door temperatuur en neerslag te reguleren. Dit kan droogte en extreme weersomstandigheden verminderen.	- Bewezen effectiviteit zonder negatieve bijwerkingen. - Maatschappelijke acceptatie en ethische afwegingen.
Digital twins	Optimaliserend	<i>Digital twins</i> kunnen landbouw- en natuursystemen optimaliseren door <i>real-time</i> simulaties en datagestuurde besluitvorming. Impact in de praktijk zal samengaan met precisielandbouw.	Beschikbaarheid van- en infrastructuur voor grote hoeveelheden gestandaardiseerde data van (complexe) natuurlijke systemen.
Geavanceerde sensoren	Optimaliserend	Geavanceerde sensoren kunnen <i>real-time</i> inzicht geven in o.a. bodem, gezondheid en nutriënten. Individuele agrariërs kunnen ze toepassen binnen precisielandbouw-ontwikkelingen.	- Acceptatie en adoptie door boeren. - Hoogwaardige data infrastructuur. - Betaalbaarheid.
Genome editing	Disruptief	<i>Genome editing</i> kan de traditionele veredeling en gewasontwikkeling drastisch versnellen. De te kiezen vorm van intellectueel eigendom zal bepalen hoe <i>genome editing</i> impact krijgt: kans bestaat dat enkele grote	- Regelgeving (o.a. in de EU). - Acceptatie door boeren en consumenten. - Bewezen veiligheid en duurzaamheid van genetisch

		(biotech-)bedrijven monopolies verwerven.	gemodificeerde gewassen en dieren.
Kweekvlees	Disruptief	Kweekvlees kan de conventionele vleesindustrie aanvullen en uitdagen. Dit kan leiden tot een verandering in de opbouw van de vleesindustrie: biotech-bedrijven en <i>start-ups</i> kunnen de concurrentie aangaan met grote voedselbedrijven. Anderzijds kan grootschalig gebruik van kweekvlees leiden tot ander gebruik van landbouwgrond.	- Verlaging van productiekosten en energiegebruik. - Consumentenacceptatie en duidelijke regelgeving. - Verbetering van smaak, textuur en voedingswaarde van kweekvlees.
Zeewier	Onduidelijk	Zeewierproductie kan een nieuwe duurzame voedsel- en biomaterialenindustrie creëren. Impact kan gaan via nieuwe voedselproducten of aanvullen/vervangen van eiwitten en ingrediënten.	- Efficiënte kweek- en oogstmethoden. - Regelgeving rond zeewierteelt en biodiversiteit. - Marktvraag naar zeewierproducten.
Nutriënten terugwinnen	Optimaliserend	Nutriëntenkringlooptechnologieën kunnen helpen bij het terugwinnen van fosfaat en stikstof uit afvalstromen, wat de afhankelijkheid van kunstmest vermindert en bijdraagt aan een circulaire landbouw. Impact kan plaatsvinden door fossiele kunstmest te vervangen met circulaire nutriënten door individuele boeren.	- Overheidsbeleid dat kringlooplandbouw stimuleert. - Economisch haalbare technologieën voor nutriëntenherwinning. - Beperking van het gebruik van kunstmest.
Innovatieve fermentatie	Disruptief	Kan de conventionele vlees- en zuivelindustrie aanvullen en uitdagen. Dit kan leiden tot een verandering in de opbouw van de deze industrie: biotech-bedrijven en <i>start-ups</i> kunnen de concurrentie aangaan met grote voedselbedrijven. Anderzijds kan grootschalig gebruik leiden tot ander gebruik van landbouwgrond.	- Lagere productiekosten en schaalvergroting. - Integratie in voedingsindustrie en <i>retail</i>. - Acceptatie door consumenten en overheden.
Precisielandbouw	Optimaliserend	Precisielandbouw maakt het mogelijk om landbouwprocessen gericht en efficiënter in te richten. Impact kan bereikt worden doordat individuele boeren deze technologie gaan gebruiken.	- Beschikbaarheid van en infrastructuur voor grote hoeveelheden gestandaardiseerde data. - Training van boeren in precisielandbouw. - Aantrekkelijk verdienmodel t.o.v. traditionele landbouw.
Robotica	Optimaliserend	Autonome landbouwrobots kunnen menselijke arbeid vervangen bij taken zoals oogsten, zaaien en	- Optimalisering van betrouwbaarheid (navigatie, detectie, plukken en bewerken).

		onkruidbestrijding. Impact via toepassing door individuele boeren.	
<i>Vertical farming</i>	Optimaliserend	<i>Vertical farming</i> kan de voedselproductie verplaatsen naar stedelijke gebieden en gecontroleerde omgevingen, wat de afhankelijkheid van seizoensgebonden landbouw vermindert. Dit kan landbouwgrond vrijmaken voor andere functies.	- Verlaging van energieverbruik en productiekosten. - Duurzame energiebronnen voor verlichting en klimaatcontrole. - Integratie in stedelijke infrastructuur en logistiek.

4 Reflectie op keuzes voor de toekomst

In dit hoofdstuk zoomen we uit en plaatsen we de mogelijke toekomst in een breder maatschappelijke perspectief. Hoe kunnen de Nederlandse natuur en landbouw er volgens de verschillende scenario's in 2050 uitzien en wat betekent dit bijvoorbeeld voor het Nederlandse landschap? Vervolgens kijken we onder welke voorwaarden deze toekomstscenario's plausibel zouden kunnen worden; wat vraagt dit van overheden, van de markt en de gemeenschap? We gaan daarbij in op vragen als: wat zijn economische gevolgen voor de landbouwsector? En hoe verhouden de scenario's zich tot ethische kwesties die spelen rondom dierenwelzijn en ingrepen in natuur?

Tot slot kijken we in dit hoofdstuk naar de betekenis van de scenario's in het licht van drie grote maatschappelijke uitdagingen: gevoeligheden voor schokken en geopolitieke verschuivingen, de vraag naar bio-grondstoffen voor een circulaire economie en een veranderend klimaat.

4.1 Wat opvalt aan de scenario's

4.1.1 De scenario's in vergelijkend perspectief

Zeer verschillende scenario's, maar óók overeenkomstige manieren om doelen te kunnen halen

Wie de beide scenario's naast elkaar legt ziet duidelijke verschillen (zie ook tabel 4.1). Toch vallen ook overeenkomsten op. De belangrijkste zijn het feit dat in beide scenario's het leefgebied van dier- en plantensoorten toeneemt, en de veestapel krimpt in 2050. Dat heeft te maken met het 'doelzoekende' karakter van de scenario's: beide ingrepen zijn nodig om de doelstellingen (zie hoofdstuk 2) te halen.

Tabel 4.1

Vergelijking scenario's. Veranderingen aangegeven ten opzichte van de huidige situatie (2022)

	Intensief-technologisch scenario	Natuurinclusief scenario
Overgangszones	Extensief grondgebruik in zones van 2 kilometer rond Natura 2000-gebieden	Extensief grondgebruik in zones van 500 meter rond Natura 2000-gebieden
Natuurbeheer	Intensief beheer, met inzet technieken (o.a. hydrologische isolatie tegen verdroging)	Zo veel mogelijk natuurlijke processen
Natuurareaal	Toename 200.000 hectare (waarvan 50.000 hectare staand beleid)	Toename 150.000 hectare (waarvan 50.000 hectare staand beleid)
Extensievere landbouwgrond	Toename 300.000 hectare, waarvan 120.000 hectare zeer extensief en 100.000 hectare <i>agroforestry</i> en klimaatbos	Toename 750.000 hectare, waarvan 250.000 hectare zeer extensief en 50.000 hectare <i>agroforestry</i> en klimaatbos
Vee: rundvee	Nagenoeg halvering (41-46 procent)	Halvering (50 procent)
Vee: varkens en kippen	Beperkte afname (12-21 procent)	Halvering (50 procent)
Landbouwproductie	Melk- en vleesproductie dalen, plantaardige productie blijft zo veel mogelijk op peil	Dierlijke productie halveert, plantaardige productie neemt af

Landbouwtechnieken	Maximale inzet. Dieren vooral binnen. Kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen via precisietechnieken	Beperkte inzet. Uitloop voor alle vee-soorten, ruimere bouwplannen, lagere inzet kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen
--------------------	---	---

Meer leefgebied ...

Om de doelstellingen uit de Vogel- en Habitatrichtlijn binnen bereik te kunnen brengen, is het niet voldoende om uitsluitend de drukfactoren, zoals stikstofdepositie en verdroging, in de natuurgebieden op te lossen, zo laten de modelanalyses zien. In beide scenario's zal er ook leefgebied buiten de natuurgebieden nodig zijn om een gunstige staat van instandhouding voor habitattypen en VHR-soorten te realiseren. In beide scenario's moet er daarom fors meer natuur worden gecreëerd. De manier waarop dat gebeurt, verschilt wel tussen de scenario's.

In lijn met de scheidingsgedachte van functies in het intensief-technologische scenario is de inzet op beschermde natuurgebieden in dat scenario groter, met daaromheen grote overgangszones om drukfactoren op deze natuurgebieden (zoals verdroging en stikstofdepositie) te verminderen. Het agrarisch grondgebruik in de overgangszones zal veelal zeer extensief zijn, waardoor het ook leefgebied vormt voor plant- en diersoorten. In deze zones zullen boeren hun inkomen vooral ook moeten verdienen met nevenactiviteiten zoals landschapsbeheer of recreatie, omdat landbouwproductie veelal secundair is aan het agrarische natuur- en landschapsbeheer. Met ruim 200.000 hectare nieuwe natuur komt er dus een oppervlak ter grootte van de provincie Utrecht aan natuur bij (150.000 hectare), boven op de huidige uitbreidingsafspraken zoals voor het Natuurnetwerk Nederland.

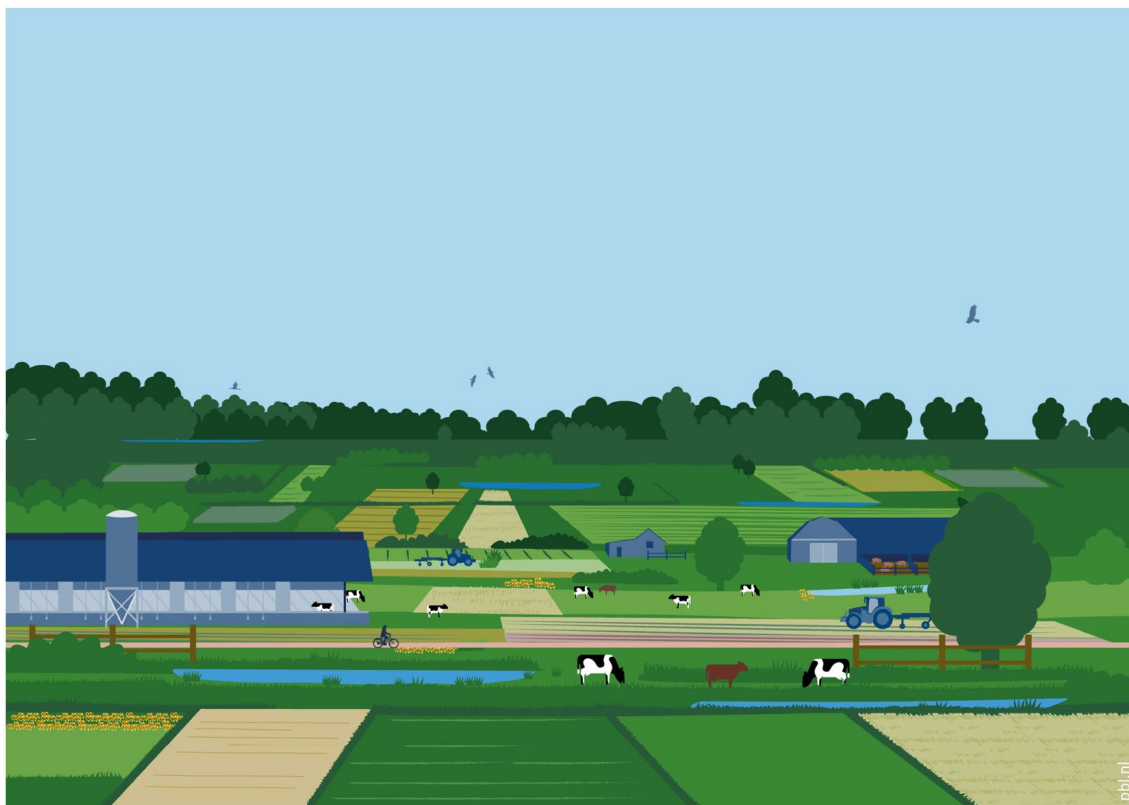
In het natuurinclusieve scenario kan het oppervlak nieuwe 'reservaatnatuur' beperkt blijven tot bijna 150.000 hectare (100.000 hectare bovenop de huidige uitbreidingsafspraken), omdat het oppervlak (zeer) extensief gebruikte landbouwgrond veel groter is dan in het intensief-technologische scenario. Er is dus linksom of rechtsom veel extra leefgebied nodig.

... minder koeien

Een tweede punt van overeenkomst is de melkveestapel in 2050. De scenario's laten zien dat voor de melkveestapel geldt dat – met de huidige technieken – de maximaal toegestane methaanemissies de beperkende factor zijn en niet stikstof (zie tekstkader 3.3 in hoofdstuk 3 voor een toelichting). Beschikbare technieken kunnen methaanuitstoot verlagen, maar dit effect is maar beperkt. Het te kiezen restemissiedoel voor de landbouw in 2050 zal hierin dus een grote bepalende factor zijn. Uitgaande van de beschikbare technieken zal de melkveestapel bij een ambitieus restemissiedoel van 8,5 megaton CO₂-equivalenten in beide scenario's met nog 23 (intensief-technologisch) tot 27 (natuurinclusief) procentpunt extra krimpen boven op de 23 procent die nu wordt voorzien op basis van de afschaffing van de mestderogatie en de uitkoopregelingen. Gerekend in de totale melkproductie is het verschil tussen de scenario's groter: om aan het genoemde doel te voldoen moet in het intensief-technologische scenario de melkproductie met 32 procent dalen ten opzichte van 2022, in het natuurinclusieve scenario met 46 procent. Bij een minder stringent restemissiedoel van 11 megaton is er in beide scenario's minder krimp van de melkveestapel nodig (en in het intensief-technologische scenario is in theorie zelfs ruimte voor een *toename* van de melkproductie ten opzichte van 2022). Het aantal dieren zal tussen de scenario's meer gaan verschillen. De keerzijde hiervan is dat het mestoverschot met 80 procent toeneemt ten opzichte van 2022 en dat ruwvoer schaars wordt.

Figuur 4.1

Impressie van natuurinclusief scenario in 2050, op ooghoogte



Bron: PBL, DPI

Wanneer we verder kijken dan in de praktijk bewezen technieken, dan kan de techniek rond methaanzuivering uit stallucht, die nu in ontwikkeling is, veel betekenen in het intensief-technologische scenario (zie tekstkader 3.3). Dan zou de melkveestapel zelfs bij een klimaatdoel van 8,5 megaton CO₂-equivalenten restemissie niet hoeven te krimpen. Door een verkleining van het totale landbouwareaal neemt het mestoverschot fors toe, wat zal drukken op het inkomen van de melkveehouders en waarvoor extra verwerkingscapaciteit nodig zal zijn. Bovendien zou de Europese Commissie Nederland een ruimer mestproductieplafond moeten toestaan.

Wandelen door een totaal ander Nederland

Wie voorbij de cijfers over natuur en de melkveestapel kijkt ziet dat de scenario's staan voor een totaal ander Nederland. Wie in 2050 een rondje door Nederland zou maken zou zien dat in het natuurinclusieve scenario (zie figuur 4.1) de aard van de landbouw een andere is geworden dan die van vandaag de dag. De landbouwsector zou kunnen gaan lijken op de landbouw in bijvoorbeeld Oostenrijk of delen van Engeland. Grote delen van voorheen intensief gebruikte landbouwgrond is dan in gebruik door veel extensievere bedrijven. Die bedrijven zullen hun verdienmodel veel minder gestoeld hebben op landbouwproductie, maar eerder diensten leveren zoals natuur- en landschapsbeheer of recreatie voor een groeiend inwoneraantal in 2050. Het landschap zal afwisselender zijn met veel heggen, oevers en akkerranden, die naast een bijdrage voor biodiversiteit ook zorgen voor bijvoorbeeld natuurlijke plaagonderdrukking en bestuiving. Die extensief gebruikte landbouwgrond biedt naast extra leefgebied voor dieren, ook een bijdrage aan het tegengaan van verdroging of juist waterberging in een veranderend klimaat.

Figuur 4.2

Impressie van intensief-technologisch scenario in 2050, op ooghoogte



Bron: PBL, DPI

De exportgerichte landbouw, die nu circa 40 procent bijdraagt aan de positieve Nederlandse handelsbalans, zal veel kleiner worden. Zuivel en eieren, sierteelt, en vlees zijn tenslotte de huidige top 3 van geëxporteerde landbouwproducten (Jukema et al. 2025). Ook de economische clusters van toeleverende en verwerkende bedrijven die samenhangen met binnenlandse productie zullen hun omzet in Nederland zien teruglopen. Vooral de dierlijke sector halveert; ook de plantaardige productie daalt. Het is de vraag of de dierlijke productie met de dure Nederlandse arbeid en stijgende productiekosten nog competitief plaats kan vinden, ook omdat er in het natuurinclusieve scenario, omwille van de aandacht voor het sluiten van kringlopen, van uit wordt gegaan dat hoogwaardige eiwitten uit bijvoorbeeld Zuid-Amerika of Oekraïne niet meer gebruikt worden in de intensieve veehouderij (zie ook Berkhout et al. 2025). Dit roept ook vragen op over de levensvatbaarheid van bijvoorbeeld de intensieve veehouderijsectoren (zie daarvoor paragraaf 4.2.1). Tegenover deze ingrijpende aanpassing in aard en omvang van de landbouw staat een landschap waarin de landbouw die er nog is voor een groot deel verweven is met natuur. Meer dan in het technisch intensieve scenario zal het landschap bestaan uit ‘halfnatuur’, met kruidenrijke graslanden, veel landschapselementen en veel ruimte voor groene recreatie.

In het intensief-technologische scenario (zie figuur 4.2) wandelen we door een veel strakker geordend Nederland, dat meer lijkt op het huidige Nederland of Denemarken. Wel zijn er naar verwachting veel minder, maar veel grotere, landbouwbedrijven. Net als nu zijn er op plekken scherpe contrasten te zien tussen intensieve landbouwgebieden en natuurgebieden. Anders dan nu zullen er meer en bredere extensief gebruikte overgangszones om de natuurgebieden heen liggen, waardoor de contrasten op die plaatsen minder scherp zullen zijn.

In het intensief-technologische scenario blijft de landbouw een hoogtechnologische en op efficiëntie gerichte sector die voor een aanzienlijk deel produceert voor de omringende landen én de wereldmarkt. Door de extra kosten voor techniek zullen met name de grotere efficiëntere bedrijven overblijven, wat tot een forse schaalvergrotingssprong zal leiden. Dit zal ook in het landschap te zien zijn. De productie van eieren en vlees zal beperkt teruglopen waardoor die clusters waarschijnlijk internationaal competitief blijven. De melkproductie loopt wel terug, tenzij een hoger klimaatdoel wordt aangehouden of de huidige innovaties in het afvangen van methaan uit stallucht zich in de praktijk weten te bewijzen.

Het landschap zal leger worden doordat dieren eigenlijk jaarrond vooral in stallen zullen moeten staan om de staltechniek maximaal te benutten. Koeien in de wei zijn een beeld uit het verleden geworden. Net als nu zal de Nederlander natuur vooral kunnen beleven in de daarvoor aangewezen natuurgebieden, maar deze zijn groter, en ook de ruime overgangszones geven mogelijkheden voor (agrarische) natuurrecreatie. Anders dan in het natuurinclusieve scenario bestaat 70 procent van het agrarisch landschap uit hoogproductief en efficiënt bemeste landbouwgrond. Er zijn aanzienlijk minder landschapselementen zichtbaar dan in het natuurinclusieve scenario.

Uitersten in het landelijk gebied

De verschillen tussen de twee scenario's zijn goed terug te zien in figuren 4.1 en 4.2. Die verschillen zijn ook te zien aan de hand van de ruimtelijke verdeling van de ammoniakemissie: in het intensief-technologische scenario dalen emissies scherp in de overgangszones, terwijl die in de overige landbouwgebieden zelfs iets kunnen toenemen ten opzichte van nu. In het natuurinclusieve scenario wordt het leeuwendeel van de productie extensiever en daalt de emissie per hectare daarmee overal.

De uitersten tussen natuur en landbouw zijn dus groter in het intensief-technologische scenario dan in het natuurinclusieve scenario. Toch zullen de overgangen tussen die uitersten vaak minder scherp zijn dan in het huidige landschap. Dit komt omdat er ook in het intensief-technologische scenario veel meer overgangszones tussen natuur- en landbouwgebied zijn. Zoals hierboven reeds aangegeven is dit de rode draad door beide scenario's: zonder grote delen van het landschap extensiever te gebruiken of om te vormen in natuurgebied, is het niet denkbaar dat de Europese natuurdoelen kunnen worden gehaald.

Tekstkader 4.1: Nederland in 2050 van het 'stikstofsloot'?

Het turbulente debat over landbouw en natuur komt deels voort uit het beeld dat Nederland na de PAS-uitspraak van de Raad van State in 2019 op een 'stikstofsloot' zou zitten, én het feit dat de landbouw relatief veel stikstofneerslag veroorzaakt (zie ook: PBL 2021; Trienekens 2024; SEO 2025). Het debat centreert zich daarom rond mogelijke ingrepen in de landbouw om stikstof te reduceren, de natuur te verbeteren en daarmee vergunningverlening weer makkelijker te maken. Dat we in deze verkenning scenario's schetsen waarbij in 2050 de doelstellingen voor natuur vrijwel worden behaald, kan suggereren dat Nederland in die scenario's voorgoed 'van het stikstofsloot' zal zijn. Echter, onder de huidige dominante juridische argumentatie zal dit naar verwachting complexer liggen.

Na de PAS-uitspraak van de Raad van State zijn er grofweg nog twee manieren om toestemming te krijgen voor een activiteit die stikstof uitstoot. De eerste route loopt via een relatief eenvoudige zogenoemde 'voortoets'. Het slagen van deze route vereist dat er nergens binnen een straal van 25 kilometer van de te ondernemen activiteit een overschrijding van de KDW bestaat, óf dat de

activiteit nergens minder dan 0,005 mol extra depositie veroorzaakt. Op dit moment is dat voor weinig activiteiten een haalbare route. De tweede – omvangrijkere – route loopt via een ecologische beoordeling. Hierbij moet – bijvoorbeeld door een ecologisch adviesbureau – worden onderbouwd dat er: a) geen verslechtering in een specifiek natuurgebied plaatsvindt, en b) óók geen verslechtering door de nieuwe activiteit kan gaan plaatsvinden.

In beide scenario's zullen er in 2050 minder hectares stikstofgevoelige natuur overschreden worden. Echter, door de ligging van de overschreden hectares zal er in het grootste deel van Nederland ook in 2050 binnen een straal van 25 kilometer wel een overschreden stukje natuur te vinden zijn. De route via de voortoets blijft dus voor veel activiteiten, ook in 2050, 'op slot'. Doordat de natuur in beide scenario's fors verbetert, biedt de route via een ecologische beoordeling meer perspectief. Echter, ook die route zal in beide scenario's naar verwachting niet een 'makkelijke' garantie op toestemming bieden. Dat zit zo: in beide scenario's zal volgens de hier gebruikte indicator het VHR-doelbereik naar schatting 90-95 procent zijn. Of soorten en habitats ook daadwerkelijk overal in een duurzame vorm zullen voorkomen blijft onzeker (zie ook hoofdstuk 2). Ook kan er in individuele gebieden nog verslechtering plaatsvinden. Omdat er op de meeste plaatsen ook nog binnen 25 kilometer overschrijdingen van de KDW zullen voorkomen, kan het juridische argument gemaakt worden dat er in een specifiek gebied onvoldoende is gedaan om verslechtering te voorkomen. In dat geval zal de overheid voor dat gebied eerst meer moeten doen (aan stikstofreductie) dan waar we in deze verkenning van uitgaan. Hoeveel meer zal afhangen van de mate van overschrijding van de KDW. Binnen de kaders van de VHR bestaat nog een alternatief. Een gezaghebbend wetenschappelijk oordeel zou de overschrijding van de KDW in perspectief kunnen plaatsen van de mate van verslechtering, de dalende trend in stikstofdepositie, de rol van andere drukfactoren, en het voorgenomen natuur- en stikstofbeleid dat zeker is. Ook zou een dergelijk oordeel gebruikt kunnen worden om onder voorwaarden van bijvoorbeeld een stabiel dalende depositietrend een depositiedrempelwaarde in te stellen. Bouwactiviteiten die zowel individueel als in totaal maar zeer weinig depositie veroorzaken zouden daar onder kunnen blijven. Om tot zo'n gezaghebbend oordeel te komen heeft het PBL hiervoor eerder voorgesteld een Wetenschappelijke Autoriteit in het leven te roepen (PBL 2019a; PBL 2021).

4.1.2 De scenario's betekenen ook een breuk met het verleden

Wie de scenario's voor 2050 afzet tegen het recente verleden ziet dat sommige ontwikkelingen ook in de afgelopen 25 jaar herkenbaar zijn geweest in het landelijk gebied. Verdergaande technologische ontwikkeling (OECD 2023), de groei van multifunctionele landbouw (Van der Meulen 2025) of het keurmerkenmarktsegment (Berkhout et al. 2024), de uitbreiding van natuur (CLO 2025a) zijn allemaal trends die niet nieuw zijn. Tegelijkertijd zouden die trends – afhankelijk van het scenario – wel fors moeten versnellen om de scenario's realiteit te laten worden. Zo liep het aantal koeien, kippen en varkens de afgelopen 25 jaar wel wat terug, maar de veestapel zal vooral in het natuurinclusieve scenario krimpen zoals Nederland na de Tweede Wereldoorlog nog niet zag. De stagnerende milieu-efficiëntie zal vooral in het intensief-technologische scenario weer sterk moeten accelereren.

De landbouwontwikkeling in het intensief-technologische scenario is er een van verdergaande ruimtelijke differentiering. Dat is in dat scenario veel meer het geval dan in het natuurinclusieve scenario. Dat verschillende landbouwgebieden in Nederland gekarakteriseerd worden door een verschillend ruimtelijk-economisch ontwikkelpad is ook het beeld van de afgelopen 25 jaar (Gerritsen & Agricola 2022). Er zijn gebieden waar schaalvergroting en intensivering sterk doorzet,

terwijl het landbouwareaal maar beperkt kromp en grondprijzen hard stegen. Dat kenmerkt de noordelijke provincies. Daarnaast zijn er ook gebieden waar de positie van de landbouw terugloopt mede door gronddruk voor nieuwe functies (zie ook tekstkader 4.1) en milieurestricties, zoals in het westen van Nederland.

Die ruimtelijke differentiëring in de landbouw is er nauwelijks een van actieve ruimtelijke keuzes, maar eerder van de samenkomst van druk van andere functies op het landelijk gebied. Daarnaast kenmerkt het idee van ruimtelijke scheiding de ontwikkeling van landbouw en natuur in Nederland in de afgelopen decennia (Janssen 2024): het realiseren van overgangszones in de scenario's en het opschalen van extensieve vormen van grondgebruik zal daarmee een trendbreuk met het verleden vergen (PBL et al. 2024).

Samengenomen zullen de scenario's dus economische en maatschappelijke gevolgen hebben. Bovendien zullen die versnellingen van trends of breuken met het verleden alleen onder voorwaarden realiteit kunnen worden. In de volgende paragraaf gaan we nader in op de plausibiliteit van de scenario's en de voorwaarden die nodig zouden zijn om ze realiteit te laten worden.

4.2 Plausibiliteit: voorwaarden en vermogens

Om de transformaties die de scenario's schetsen realiteit te laten worden is 'sturend vermogen' van de maatschappij nodig. Dat sturend vermogen is afhankelijk van de eigenschappen en hulpbronnen van overheden (zie bijvoorbeeld Acemoglu et al. 2015; Peters 2015), zoals expertise in het ambtelijk apparaat, de financiële slagkracht of de capaciteit van uitvoeringsorganisaties. Nationale overheden zijn echter door mondialisering en de internationale verwevenheid van economieën in hun mogelijkheden beperkt. Mogelijkheden die bovendien begrensd worden door de vraag in hoeverre collectieve actie en het handelen van die overheden maatschappelijk aanvaardbaar en legitiem worden geacht. In de wetenschappelijke literatuur over 'governance' (Bevir 2012) wordt sturend vermogen juist ook gezocht in de interactie tussen, en wederzijdse afhankelijkheden van, partijen uit overheden, markt en de gemeenschap (zie ook Gonzalez & Healey 2006). Het gaat ook om factoren als vertrouwen en geïnstitutionaliseerde patronen voor samenwerking. In deze paragraaf verkennen we de voorwaarden en condities die nodig zijn om die scenario's werkelijkheid te laten worden. Welke voorwaarden en consequenties zou dat hebben voor achtereenvolgens bedrijven en markten, de overheden en de maatschappij?

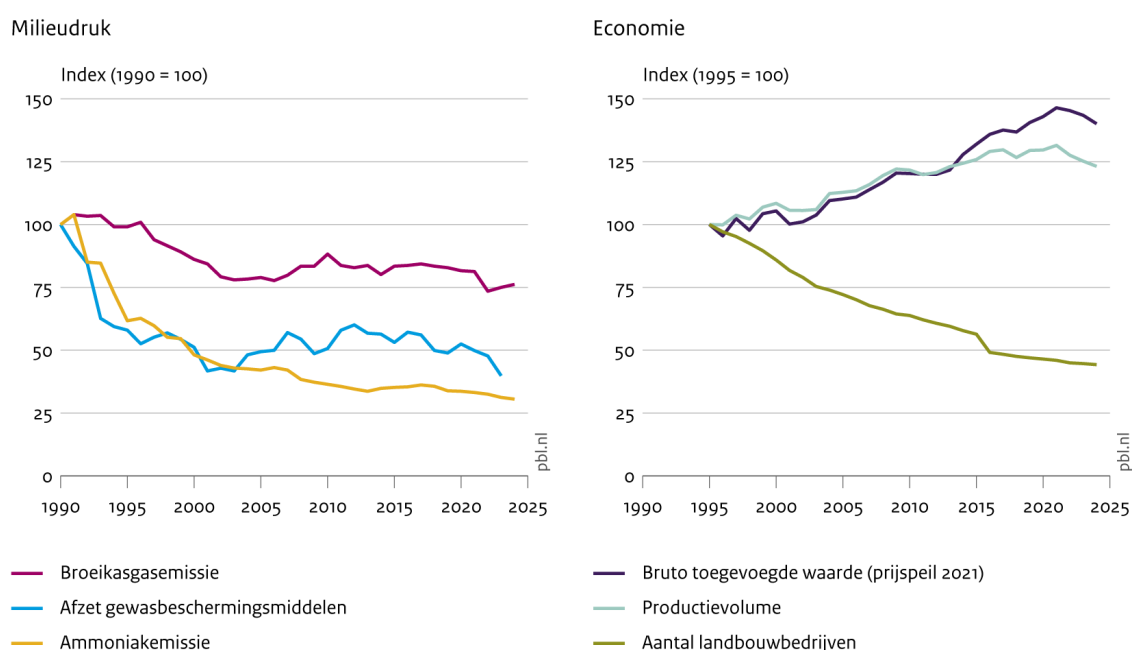
4.2.1 Economische voorwaarden en gevolgen

Beide scenario's zetten in op ontwikkelpaden voor landbouwbedrijven die ook nu in de praktijk te ontwaren zijn. Er zijn verschillende studies geweest naar dergelijke 'bedrijfstijlen' (Van der Ploeg 2003), die vaak ook de basis vormen voor ideaaltypische indelingen (bijvoorbeeld SER 2021). De bedrijven die zich in een hoogtechnologisch pad willen doorontwikkelen met een zo efficiënt mogelijke bedrijfsvoering bestaan naast bedrijven die veel natuurinclusiever willen werken dan een keurmerk als biologisch vraagt. Daarbinnen bevinden zich allerlei groentinten, maar het blijkt moeilijk kwantitatieve inschattingen te geven van het aantal bedrijven dat aan die ideaaltypen voldoet. Echter, het zal in beide ideaaltypische scenario's dus vooral het type bedrijven aan die flanken van dat continuüm zijn die in omvang een vlucht nemen, terwijl er minder ruimte zal zijn voor bedrijven in het midden.

Intensief-technologisch scenario vergt een nieuwe innovatiesprong en versnelde uitrol van techniek ...

In het intensief-technologisch scenario is op het gebied van landbouw en natuurbeheer een versnelde en effectieve uitrol van de bestaande innovatieve techniek nodig. Denk aan zeer emissiearme stal- en teeltsystemen, beheertechnieken, diervolgsystemen en voeradditieven. Om de doelen te kunnen halen zullen deze nieuwste technieken breed moeten worden toegepast. Als ook wordt uitgegaan van verregaande methaanreductie uit de melkveehouderij, zullen ook de innovatieve technieken die hun potentie nu alleen nog in een pilotfase hebben bewezen, moeten opschalen.

Figuur 4.3
Milieudruk en economie van landbouw



Bron: CBS

Ten dele is verdergaande modernisering en mechanisering in de landbouw uiteraard niet nieuw (Bieleman 2001): het zorgde de afgelopen decennia voor een productiviteitsgroei waarbij de milieubelasting afnam waardoor de sector per eenheid product tot de efficiëntste in Europa en de wereld wordt gerekend (OECD 2015). De totale factorproductiviteit zwakt in de landbouw de laatste decennia echter af (OECD 2023). De factorproductiviteit is een maat voor hoe efficiënt de landbouw omgaat met het geheel van zijn productiefactoren, zoals land, kapitaal, arbeid, en variabele inputs zoals kunstmest, bestrijdingsmiddelen en krachtvoer. In figuur 4.3 is ook te zien dat dat het totale productievolume in de landbouw stagneerde; de reële toegevoegde waarde steeg wel door als gevolg van een verbeterde ruilvoet (hogere afzetprijzen en lagere inkoopprijzen). Eerder observeerden De Man & Bigwoord (2006) ook dat het aantal patentaanvragen door de Nederlandse landbouw vanaf 2001 terugliep en, met uitzondering van de tuinbouw, Nederland minder patenten aanvroeg dan het buitenland. Ook Berkhout et al. (2024) wijzen op een teruglopende R&D-intensiteit van de Nederlandse *agribusiness*: de uitgaven aan onderzoek en ontwikkeling afgezet tegen het bruto nationaal product lopen de afgelopen decennia terug. Hoewel de groei van de arbeidsproductiviteit in de landbouw nog altijd zeer hoog is (door mechanisering

zijn minder mensen nodig voor evenveel productie), slaagt de Nederlandse landbouw er de afgelopen decennia dus minder goed in om via innovatie en techniek ‘meer met minder’ te realiseren. Dat geldt overigens ook voor andere hoogtechnologische landbouweconomieën zoals Denemarken.

... maar die innovatiesprong kent wel een ander karakter dan in het verleden

De technieken die in het hoogtechnologische scenario om grootschalige toepassing in de landbouw en veehouderij vragen, verschillen wel van de op productiviteitsverhoging gerichte technieken die in het verleden werden doorgevoerd. Veel van de technieken zoals veevoeradditieven om methaanuitstoot te remmen, mestbehandelingstechnieken of integraal-emissiearme stalconcepten staan niet alleen nog aan het begin van een eventuele brede toepassing, maar ze leveren vaak vooral geen direct economisch voordeel voor de landbouwer op in termen van een hogere opbrengst of lagere arbeidskosten. Voor sommige technieken ligt dat anders. Denk aan technieken zoals precisielandbouw of geavanceerder drainage, die naast het voorkomen van emissies naar het milieu ook economische voordelen kunnen opleveren.

Techniektoeepassing vindt plaats op efficiënte bedrijven, in efficiënte clusters

De implementatie van technieken zal tot kostprijsverhoging leiden, zeker omdat technieken ook gestapeld moeten worden: alle technieken zijn nodig. In een studie naar de financiële gevolgen van dergelijke maatregelpakketten raamt Wageningen Social & Economic Research (Jongeneel et al. 2024a; Vissers et al. 2024) de jaarlijkse kosten per bedrijf – inclusief het basispad, waarin bijvoorbeeld de effecten van het mestbeleid en de teruglopende hectaretoeslagen in zijn meegenomen – op 73.000 euro (melkvee), 57.000-272.000 euro (varkens), 97.000-183.000 euro (kippen). Dat zijn jaarlijkse bedragen die grofweg gelijk zijn aan een gemiddeld jaarinkomen in die sectoren. Ros et al. (2025) ramen de jaarlijkse kosten van een dergelijk scenario voor de hele veehouderijsector in de orde van grootte van 400 miljoen euro per jaar. Voor de plantaardige sectoren (akkerbouw, fruitteelt, etc.) liggen die kosten lager. Hier levert vooral het natuurinclusieve scenario met meer rustgewassen, die een beperkt economisch rendement hebben, grotere inkomensverliezen op.

Omdat landbouw- en voedselsystemen sterk internationaal verweven zijn zet een dergelijke kostprijsverhoging de positie van boeren direct onder druk (Berkhout et al. 2025). Schaalvergroting in de landbouw was in het verleden een belangrijke bedrijfsstrategie om bij hogere kosten voor (verplichte) emissiereducerende technieken het inkomen op peil te houden. De ontwikkeling en toepassing van kostbare technieken zoals combi-luchtwassers, die worden ingezet om ammoniak, fijnstof en geur te verwijderen, kon zo over meer productie worden uitgesmeerd. De bedrijven die een grotere schaalomvang hebben, presteren economisch vaak beter én doen dat met minder emissies per dier en een betere diergezondheid (Beldman 2023). Hierbij ontstonden ook innovatieve clusters van bedrijven om de landbouw heen. Die bedrijven konden wederzijds profiteren van de opgebouwde expertise, goed geschoolde mensen en infrastructuur. Het is daarmee aannemelijk dat het hoogtechnologische scenario hand in hand zal gaan met verdere schaalvergroting, die bovendien in specifieke geografische clusters zal plaatsvinden.

In het intensief-technologische scenario zal de economische structuur van de landbouw dus ingrijpend veranderen (zie ook Berkhout et al. 2025). Het is mogelijk dat richting 2050 minder dan 25 tot dertig procent van de huidige bedrijven in de primaire land- en tuinbouw overblijft. Dit zijn niet langer relatief kleine gezinsbedrijven, maar grootschalige, technisch geavanceerde productie-eenheden. Een ontwikkeling die de glastuinbouw al doormaakte. Deze bedrijven nemen de leiding

en investeren op verschillende productielocaties in precisielandbouw, innovatieve stalsystemen en emissiebesparende technieken. Het ligt in de rede dat de exportpositie wel grotendeels behouden kan blijven, evenals het ‘ecosysteem’ van toeleverende en afnemende bedrijven om de technologisch-intensieve sector heen.

Vergaande investeringen in hoogtechnologisch scenario alleen plausibel bij internationaal gelijk speelveld of langjarige financiële ondersteuning

Het is alleen aannemelijk dat kostprijsverhogende technieken worden toegepast als die publiekrechtelijk door regulering verplicht zijn, al dan niet in combinatie met financiële ondersteuning, of dat private ketenpartijen de technieken als afzeteis aan boeren opleggen en hen daar al dan niet extra voor belonen. In het geval dat die toepassing wordt afgedwongen met publiekrechtelijke regulering zal het voor de Nederlandse landbouw van belang zijn in hoeverre andere landen in Europa – of een cluster van gelijkgestemde landen die eerder gezamenlijk optrokken rondom dierenwelzijnsregels: Nederland, België, Denemarken, Duitsland en Zweden, de ‘Vucht-groep’ – dat ook doen of in hoeverre het binnen staatsteunkaders mogelijk zou zijn dat die investeringen voor een groot deel uit publieke middelen worden gefinancierd. Zonder een gelijk speelveld op het gebied van regulering zal de exportgerichte landbouw sterk onder druk komen, evenals de plausibiliteit dat zij de investeringen in technieken kunnen maken. In het tweede geval waarin private ketenspelers een belangrijke rol zouden gaan spelen zal de marktvraag of marktafspraken voor landbouwproducten met een lage milieu-impact een vlucht moeten nemen.

In natuurinclusief scenario moet nichemarkt mainstream worden ...

In het natuurinclusieve scenario heeft de landbouw – in vergelijking met het referentiescenario – een extensiever karakter. Natuurinclusievere vormen van landbouw hebben nu een beperkt, maar wel groeiend areaal in gebruik. Ter vergelijking: het Nederlandse biologische areaal nam toe van circa 21.000 hectare in 1999 tot 83.000 hectare in 2023, oftewel van 1 procent van het landbouwareaal naar 5 procent (CBS 2000; CLO 2024a). Het leeuwendeel is grasland. Ook de omzet van ‘multifunctionele’ landbouw neemt toe, waarbij boerenbedrijven ook andere diensten aanbieden, zoals zorg, natuurbeheer, kinderopvang, educatie, recreatie en boerderijverkoop. Die omzetwaarde nam naar schatting toe van 300 miljoen euro in 2007 naar 1,68 miljard euro in 2023 (Van der Meulen 2025). De totale productiewaarde van de primaire landbouw ligt rond de 41 miljard euro (Verhoog 2024), waardoor de omzet van multifunctionele activiteiten dus enkele procenten van de totale omzet bedraagt. Met andere woorden, een landbouw die over de hele linie extensiever is dan de huidige landbouw zal om een zeer grote toename aan alternatieve inkomsten vragen.

... maar in de huidige markt ontbreekt de vraag die deze schaalsprong aannemelijk maakt

Om het natuurinclusieve scenario werkelijkheid te laten worden zal er dus een enorme schaalsprong nodig zijn in de vraag naar diensten die deze toename aan alternatieve inkomsten mogelijk maakt. Het areaal extensieve landbouw neemt, ten opzichte van 2022, toe met 750.000 hectare, waarvan en het areaal zeer extensieve landbouw en *agroforestry* met ruim 300.000 hectare. Voor een deel kan dat extensieve areaal bijvoorbeeld onder een biologisch (of vergelijkbaar) keurmerk produceren, waarbij de hierboven geschetste groei van die sector dan enorm zal moeten versnellen (Berkhout et al. 2025). Maar op grofweg 20 procent van het Nederlandse areaal zal het landbouwkundig gebruik zeer extensief moeten zijn. Daarbij kan (in lijn met Van Doorn et al. 2025) worden gedacht aan bijvoorbeeld volledig grasgevoerde melkveehouderijbedrijven, met een zeer lage veedichtheid en veel ruimte voor kruiden en weidevogels in het grasland. In de akkerbouw gaat het hierbij om bedrijven met een zeer extensief bouwplan, zonder bestrijdingsmiddelen en

kunstmest en met voedselakkers voor korenwolven of akkervogels. Momenteel vinden enkele nichebedrijven daar een economisch verdienmodel in. Er zijn bij de huidige omstandigheden weinig aanwijzingen dat het marktaandeel van dit soort bedrijven veel zal groeien. Berkhout & Galema (2022) geven aan dat uit verschillende onderzoeken blijkt dat rond de 10 procent van de consumenten bereid is vrijwillig meer te betalen voor producten als anderen dat niet doen. Het ‘stapelen van beloningen’ wordt vaak als kansrijk benoemd, maar komt in de praktijk moeizaam van de grond (Silvis et al. 2022).

Het is daarmee niet aannemelijk dat uit de huidige markt de condities zullen ontstaan die een grootschalige opschaling van extensieve bedrijven mogelijk maken (zie ook Berkhout et al. 2025). Om dit scenario werkelijkheid te laten worden zal dus op een andere wijze een maatschappelijke herverdeling van middelen richting extensieve bedrijven nodig zijn. Hierbij kan gedacht worden aan boeren die een alternatief inkomen halen uit het leveren van publiek gefinancierde groene diensten. Boeren worden dan in veel grotere mate dan nu soms het geval is natuurbeheerder of recreatieterreinbeheerder. De terugloop in de primaire agrarische productie zal consequenties hebben voor toeleverende bedrijven en verwerkende industrieën, die afhankelijk zijn van de aanvoer van ruwe grondstoffen. Zij vestigen zich in de regel nabij productielocaties, om zo transportkosten en -tijd te vermijden. Zeker voor producten waarvan een relatief snelle verwerking gewenst is (zoals melk) of die relatief duur zijn om te vervoeren (aardappelen, suikerbieten). Afhankelijk van de afname van de primaire productie ligt het in de rede dat verwerkende bedrijven één of meer vestigingen zullen sluiten in Nederland en/of activiteiten verplaatsen naar het buitenland.

4.2.2 Sturend vermogen van de overheid

Scenario's vragen elk om andere inzet en capaciteit van overheid

Om de economische ontwikkeling in de geschetste scenario's mogelijk te maken, zijn inspanningen nodig van de overheid. De rol van de overheid verschilt per scenario. In deze paragraaf staan we stil bij drie facetten van die overheidsinzet. Ten eerste gaat het om innovatiebeleid en de brede toepassing van nieuwe technieken. Met name het intensief-technologische scenario zal niet alleen investeringen in nieuwe technieken vergen, maar ook andere vormen van regulering. Ten tweede gaat het om de keuzes rondom de herverdeling van middelen richting boeren en natuurorganisaties voor het leveren van publieke diensten. Vooral voor het natuurinclusieve scenario zal die herverdeling een belangrijke voorwaarde zijn. Ten derde zullen beide scenario's vragen om een veranderde inzet op het gebied van ruimtelijke ordening en grondbeleid.

Alvorens we deze drie facetten bespreken gaan we in op de relatie tussen overheid aan de ene kant, en het private initiatief aan de andere, die de afgelopen decennia sterk is veranderd.

De sturende rol van de overheid is de afgelopen decennia van karakter veranderd

De overheid heeft, lang in nauwe samenwerking met de landbouwsector, een onmiskenbare rol gespeeld in het moderniseren van de landbouw. De keerzijden daarvan, maar vooral óók de veranderende neoliberale opvattingen over de sturende rol van de staat, leiden ertoe dat veel van het oude sturingsinstrumentarium is afgebouwd. De dirigerende en richtinggevende rol werd ingeruild voor een regulerende rol (Majone 1994). Het afschaffen, verzelfstandigen, privatiseren en/of decentraliseren betrof een brede stoet aan instituties zoals het Landbouwschap (2001 opgeheven), de productschappen (2015 opgeheven), de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (1997 verzelfstandigd), de Dienst Landbouwvoorlichting (1993 geprivatiseerd) en de Dienst Landelijk Gebied (2015 opgeheven).

Ondanks herhaalde pogingen regeldruk tegen te gaan, ging een terugtrekkende overheid gepaard met meer (fijn)regulering (zie voor dit patroon ook Levi-Faur 2005), waarvan het uitgebreide stelsel van agri-milieuregels bij uitstek een voorbeeld is. Daarnaast won 'private ketensturing' aan belang, met publieke organisaties die 'toezicht op toezicht' door de marktpartijen hielden en waarin private financiering van onderzoek en ontwikkeling in de landbouw aan belang won (Commissie Schaaf 2017). Dat beeld gaat overigens op voor veel meer geavanceerde landbouweconomieën in Europa (Pardey et al. 2016; Labarthe & Laurent 2013) maar Nederland hoort daarbij wel tot de 'liberale' groep lidstaten (Vranken et al. 2021).

Ook in het natuurbeleid is naast decentralisering een veranderende verhouding te zien tussen publieke en private organisaties. Staatsbosbeheer werd verzelfstandigd, de Dienst Landelijk Gebied, die een belangrijke taak had bij natuurrealisatie, werd afgeschaft. De traditionele aanpak gestoeld op het publiek verwerven, inrichten en (vaak 'om niet') doorleveren van gronden aan terreinbeherende natuurorganisaties, of het hen verstrekken van aankoopsubsidies, kwam onder druk te staan vanwege staatssteunregels. Gelijkberechtiging (het beginsel dat iedere gegadigde gelijke kansen heeft om in aanmerking te komen om gebieden te verwerven of te beheren) en 'zelfrealisatie' van natuurwaarden door private eigenaren van grond werden in het Natuurpact (2013) belangrijke uitgangspunten.

Deze veranderingen zijn van invloed op de mate waarin de overheid kan sturen op publieke belangen. De afbouw van het sturingsinstrumentarium zorgt niet alleen voor minder capaciteit en expertise om ideeën en beleid uit te voeren, maar ook is het moeilijker geworden om tot collectief breed gedragen en bindende afspraken te komen rondom gedeelde belangen (PBL 2018; Hoogendijk 2025). Hieronder bespreken we de drie aspecten van de overheidsinzet die van belang zijn om de scenario's werkelijkheid te laten worden.

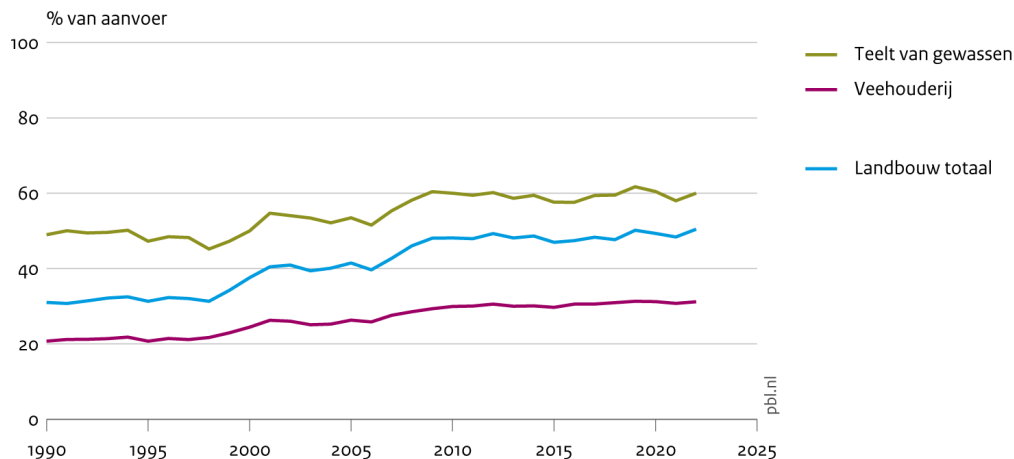
Toepassen van nieuwe innovaties vergt investeren, maar ook markten creëren

De overheid kan ten eerste een belangrijk aandeel hebben in de ontwikkeling en toepassing van innovaties. Het relatieve belang daarvan is het grootst in het intensief-technologische scenario. Immers, in dat scenario staat het op peil houden van productie centraal, terwijl tegelijkertijd emissies en het grondgebruik afnemen. Deze ontwikkeling is op zichzelf niet nieuw: in de afgelopen 25 jaar is die efficiëntie verbeterd – oftewel de ont koppeling van productietoename van milieudruk of inputgebruik Brand 2022; 2023); zie figuur 4.3. Toch is het een misvatting om te denken dat efficiëntie en innovatie 'business-as-usual' zijn en vanzelf zullen doorgaan. Ten eerste omdat in het afgelopen decennium sprake was van stagnatie van de emissiedaling; zie bijvoorbeeld de afvlakking bij de stikstofefficiëntie (zie figuur 4.4). Dat is een maat voor de verhouding tussen de nuttige afvoer (in de vorm van gewassen, dierlijke producten, dierlijke mest) en de aanvoer van stikstof, en geeft dus een beeld van de milieuverliezen. Ten tweede zou het een misvatting zijn dat die verbetering 'als vanzelf' zou gaan; behalve prestaties van de sector speelt ook het overheidsbeleid er een belangrijke rol in.

Een verdere verbetering van de techniekontwikkeling en -toepassing vergt investeringen en regulering. Bij de investeringen gaat het om de rol die de overheid kan spelen in het bevorderen van de ontwikkeling van nieuwe technieken. Deze studie en andere analyses (Ros et al. 2025; De Vries et al. 2023; Gies et al. 2023; Lesschen et al. 2020) hebben laten zien dat bekende technieken de potentie hebben om de doelen bijna binnen bereik te krijgen, maar daarvoor is het wel nodig dat alle technieken volledig en juist worden ingezet en dat er geen tegenvallers zijn. Om de doelen met meer zekerheid te halen zijn dus ook nieuw te ontwikkelen innovaties nodig (zie ook tekstkaders 3.3

en 3.6). Deze technieken en innovaties moeten de uitstoot verder gaan terugdringen en een milieuvriendelijkere landbouw mogelijk maken. Ze dienen daarmee vooral een publiek belang; ze hebben niet, of veel minder, als doel om bijvoorbeeld de opbrengsten te verhogen of (arbeids)besparing op te leveren.

Figuur 4.4
Stikstofefficiëntie in landbouw



Bron: CBS; bewerking PBL

Landbouwonderzoek dat is gericht op publieke waarden is vaak lastig te financieren met private geldstromen (Commissie-Schaaf 2017) te financieren; zo ging 80 procent van het budget van de Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen naar veredelingsonderzoek waarbij vermarktbare eigenschappen als smaak en vorm vaak een grotere rol speelden dan bijvoorbeeld resistentie (Thijssen et al. 2019). Het is dan ook waarschijnlijk dat het ontwikkelen van de benodigde technieken of 'groene gewasbeschermingsmiddelen' voor een belangrijk deel zal leunen op publieke investeringen.

Bij regulering gaat het om andere vormen van overheidsregulering. Het investeren in innovaties is op zichzelf geen voldoende voorwaarde voor de toepassing van die innovaties. Publiek beleid dat toeziet op het (correct) toepassen van nieuwe landbouwmethoden en -technieken, het creëren van markten daarvoor en het afbouwen van niet-duurzame productiemethoden speelt daar een belangrijke rol in. Juist het stellen van heldere en voldoende stringente regels met geloofwaardige aanscherpingen in de toekomst kan innovatie versnellen (Vollebergh & Roozendaal 2022). Het moet dus duidelijk zijn waar de sector wanneer aan zal moeten voldoen – die (geloofwaardige) duidelijkheid zal voorwaardelijk zijn voor ontwikkelende bedrijven om marktkansen te zien voor hun technieken. De omslag naar vormen van doelsturing kan daarbij zorgen voor een voortdurende prikkel om nieuwe methoden en technieken bij bedrijven door te voeren. In dat proces zal een deel van de bedrijven echter niet mee kunnen komen; met het onder druk zetten van bedrijven kan ook de naleving van regels in het geding komen. Eerder werd bijvoorbeeld vastgesteld dat het doelsturingssysteem Mineralen Aangifte Systeem (MINAS) tot fors hogere nalevingskosten leidde, omdat in de handhaving ook op nieuw strategisch gedrag door de doelgroep moest worden gereageerd (MNP/RIVM 2004; Oenema & Berentsen 2005). Bij een inzet op innovatie is dus ook extra inzet in controle en handhaving nodig.

Keuzes voor de herverdelende staat

De overheid kan ten tweede ook een belangrijke rol spelen als het om herverdeling gaat. Hierboven is al eerder geschetst dat het natuurinclusieve scenario een forse ondersteuning zal vergen om de landbouw publieke diensten te laten leveren – zoals agrarisch natuur- en landschapsbeheer – waarvan gebleken is dat de vergoedingen daarvoor zeer moeilijk via de markt betaald kunnen worden. Overheidssteuning kan ook nodig zijn in het intensief-technologische scenario, als er op Europese schaal geen strenge eisen gesteld zouden worden aan agrarische productie. Immers, als de regels wel voor Nederlandse boeren sterk worden aangescherpt maar dat niet op Europees niveau zou gebeuren dan zullen boeren een aanzienlijk concurrentienadeel ondervinden, waardoor productie naar andere Europese landen kan verplaatsen. De scenario's impliceren dus dat er ook geld zou moeten gaan van de algemene middelen naar de natuur- en landbouwsector.

Tot op zekere hoogte is dit niet nieuw; boeren kunnen een vergoeding krijgen voor zowel het agrarisch natuurbeheer als voor productieve investeringen (investeringen in verduurzaming of modernisering waarmee een rendabele(r) bedrijfsvoering mogelijk wordt). Wel liep in reële termen de ondersteuning van de landbouwsector via het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid de afgelopen 25 jaar in Europa terug (OECD 2024). Ook als aandeel van het bruto binnenlands product liep die landbouwsteun terug. Nederland gaf uit de Europese subsidiepotten de afgelopen jaren tussen de 800 en 900 miljoen euro per jaar uit aan inkomensondersteuning en plattelandsontwikkeling; opvallend is uiteraard ook dat sinds het uitbreken van de 'stikstofcrisis' de uitgaven aan de landbouwsector uit nationale middelen (in tegenstelling tot Europees geld) fors toenamen. Denk aan de miljardenbedragen die vrijgemaakt werden rondom de Aanpak Stikstof, de Aanpak Piekbelasting en het Nationaal Programma Landelijk Gebied.

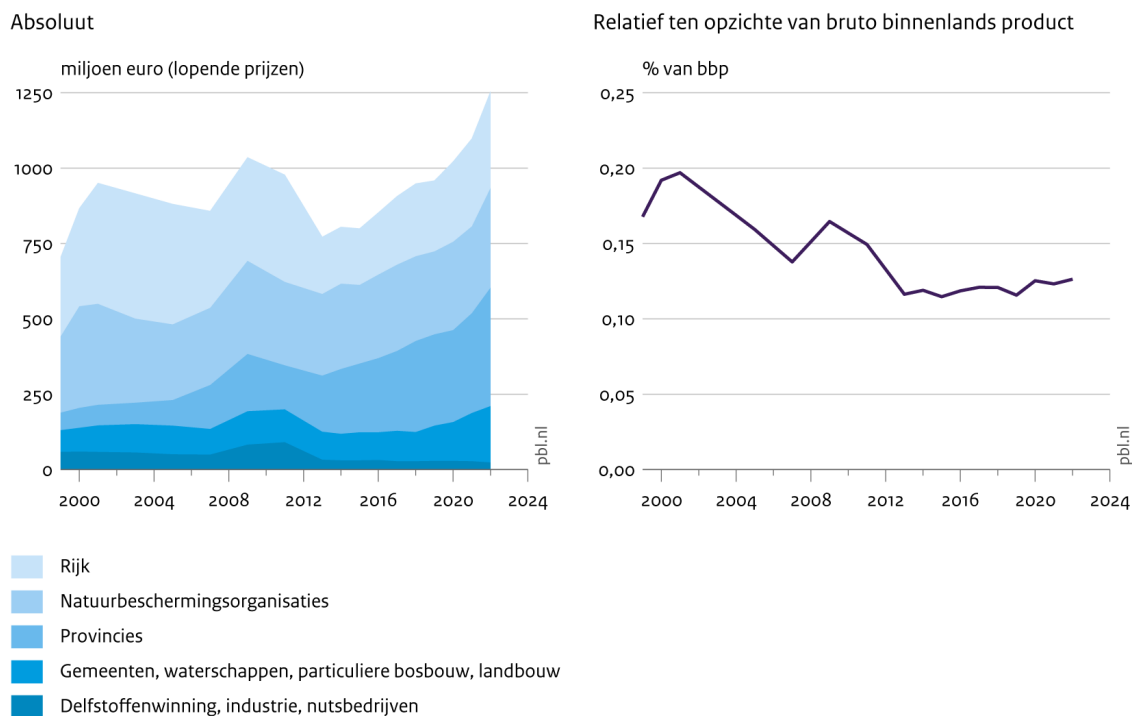
In de scenario's gaat Nederland een groter deel van het bbp aan natuur en landschap uitgeven

In beide scenario's zullen de maatschappelijke kosten in Nederland voor natuur- en landschapsbeheer toenemen. Immers, om de scenario's werkelijkheid te laten worden zullen meer gebieden als natuur moeten worden ingericht en zal er landbouwgrond moeten worden verworven. Het natuurbeheer, of dat nu door agrarische partijen of terreinbeheerders zal worden gedaan, breidt uit en zal moeten worden bekostigd. De samenleving zal die lasten, via belastingen of via bijvoorbeeld giften aan natuurorganisaties, moeten dragen. In hoeverre is dat een verandering ten opzichte van de ontwikkeling in de afgelopen decennia?

De afgelopen jaren zijn de maatschappelijke uitgaven aan natuur en landschap toegenomen (zie figuur 4.5). In 2000 schommelde dat rond de 750 miljoen euro en in 2022 rond de 1200. Overheden nemen daar via de algemene middelen nu grofweg twee derde van voor hun rekening. Private partijen zoals natuurorganisaties droegen netto ongeveer een derde bij, die voor een groot deel door huishoudens worden gedragen via giften, contributies, nalatenschappen en bijdragen uit loterijen.

Gecorrigeerd voor inflatie zijn de maatschappelijke uitgaven in de afgelopen twee decennia echter grofweg gelijk gebleven. Het bruto binnenlands product nam bovendien harder toe. Daardoor gaf Nederland in 2022 circa 0,1 procent van het bruto nationaal product uit aan het beheer van natuur en landschap, waar dat rond 2000 in de orde van 0,2 procent lag. Dat aandeel zal volgens de scenario's toenemen.

Figuur 4.5
Netto kosten natuur- en landschapsbeheer



Revitalisering van ruimtelijk beleid

Ten derde heeft de overheid een rol in de toekomstige landbouw en natuur door de ruimtelijke ordening en het grondbeleid. In beide scenario's is sprake van een aanzienlijke verandering van het ruimtegebruik in Nederland. Om die verandering te coördineren en richting te geven zal dat prestaties vragen van de overheid. In lijn met de WRR (1998) is het daarbij behulpzaam om onderscheid te maken tussen ruimtelijke ordening en ruimtelijke inrichting. Het eerste begrip *ruimtelijke ordening* heeft betrekking op de overheidsactiviteit om bewust en beleidsmatig het gebruik van de ruimte te beïnvloeden. Hoewel plankaarten en keuzes er een belangrijke rol in vervullen, gaat het er in essentie om in hoeverre er stabiele allianties ontstaan rondom overtuigende ruimtelijke visies op de toekomst. *Ruimtelijke inrichting* gaat over het maatschappelijke proces van het veranderend gebruik van de ruimte. Daar speelt de kracht van uitvoeringsorganisaties van de overheid een rol in, net zoals de initiatieven van private partijen. Denk aan aanpassing van de waterhuishouding, de ontginning van heide of de omvorming van agrarisch grond in een natuurterrein.

Belang van ruimtelijke ordening en nieuwe planconcepten

Om de scenario's realiteit te laten worden zal het dus noodzakelijk zijn dat er breed gedragen planvorming komt voor de ruimte in het buitengebied. In het intensief-technologische scenario wordt er uitgegaan van een ruimtelijke zoneringsgedachte: zowel de uitbreiding van natuur als de toename van extensieve landbouw met agrarisch natuurbeheer wordt geconcentreerd op de plekken waar dat voor het bereik van de drie doelstellingen voor natuur, water en klimaat het meest optimaal is. In de overgangszones zullen intensieve bedrijven dan moeten verdwijnen, door ze te verplaatsen of door ruimtelijke regels te stellen en te wachten op natuurlijk verloop.

Tegelijkertijd zal ook de landbouw ruimte nodig hebben om zich in het intensief-technologische spoor te ontwikkelen, zowel in landbouwgebieden als bijvoorbeeld op agro-bedrijventerreinen voor glastuinbouw en intensieve veehouderij, met bijbehorende netwerken voor energie, water, circulariteit en logistiek (CRa 2025). In het natuurinclusieve scenario is er van die scherpe ordening minder sprake, vooral omdat bij dit scenario een veel groter deel van de landbouw extensiever zal worden: ongeveer 2,5 keer zo veel als in het intensief-technologische scenario.

Voor de komende 25 jaar is dus nieuwe planvorming noodzakelijk. Tegelijk moet worden vastgesteld dat de planconcepten om richting te geven aan het landelijk gebied ofwel al wat ouder zijn (Ecologische Hoofdstructuur uit 1990, nu Natuurnetwerk Nederland), of weinig succesvol (Reconstructie zandgebieden en de landbouwontwikkelingsgebieden), of nooit echt doorgebroken zijn (Agrarische Hoofdstructuur) of alweer weggeëbd zijn (landschapsgrond).

Op nationaal niveau was de ambitie om ruimtelijk te sturen na de eeuwwisseling beperkt ('Nederland is af'). De inzet in het waterkwaliteits- en natuurbeleid bleef ruimtelijk vooral gescheiden van landbouw (Kuindersma et al. 2020; Boezeman et al. 2019). De provincies – sinds de decentraliseringsoperaties de eerst aangewezen overheid om regie te voeren over de ruimte in het landelijk gebied – formuleerden in hun Provinciale Plannen Landelijk Gebied nog sterk op hoofdlijnen, bijvoorbeeld ten aanzien van overgangszones of te beschermen landbouwgebieden (PBL et al. 2024). Een revitalisering van de ruimtelijke ordening van het landelijk gebied zal voorwaardelijk zijn om geschetste transformaties in de praktijk te brengen.

Instrumenten beschikbaar, capaciteit om ze in te zetten vergt impuls

Om het landelijk gebied langs de lijnen van de scenario's in te richten en plannen te realiseren is ook nieuwe uitvoeringskracht vereist. Een overtuigende visie op ruimtelijke ordening biedt de routekaart, maar stabiliteit en maatschappelijke aanvaardbaarheid bieden de brandstof om een inrichtingsmachine te laten draaien. Verschillende studies laten zien dat de 'instrumentenkoffer' voor ruimtelijk beleid in het landelijk gebied in beginsel goed is gevuld (Sluysmans et al. 2024; Regieorganisatie Transitie Landelijk Gebied 2024). Waterschappen en terreinbeheerders zijn goed in het uitvoeren van inrichtingsmaatregelen binnen de eigen terreinen; maar daar waar inrichting het agrarisch grondgebruik raakt, of anderszins de medewerking van grondeigenaren nodig is, wordt stelselmatig vertraging opgelopen. De instrumenten die raken aan een actiever grondbeleid, zoals publieke verwerving en vervreemding van landbouwgrond, de inzet van wettelijke herverkaveling of dwingende instrumenten zijn de afgelopen decennia steeds minder vaak ingezet (PBL et al. 2024). De meerjarenprogramma's voor de prioritering en de fasering van inrichtingsprojecten zijn verdwenen, evenals de Dienst Landelijk Gebied en stabiele financieringsstromen (Boezeman et al. 2025). Die uitvoeringscapaciteit zal dus (weer) een impuls nodig hebben.

Tempo van uitbreiding en inrichting van natuur moet fors omhoog

Het tempo waarin nieuwe natuur in Nederland zou worden gerealiseerd moet voor beide scenario's fors omhoog. Anno 2025 werkt Nederland aan de bestaande afspraken in het 'Natuurpact' om het Natuurnetwerk Nederland in 2027 te voltooien en een oppervlak van 735.000 hectare te realiseren. In 2022 resteerde nog circa 35.000 hectare (IPO & LVVN 2024). In het intensief-technologische scenario komt er in 2050 in totaal ruim 200.000 hectare natuur bij ten opzichte van 2022. In het natuurinclusieve scenario is dat bijna 150.000 hectare.

Om het benodigde realisatietempo in perspectief te plaatsen helpt het om een blik te werpen op het recente verleden. De afgelopen jaren kwam er gemiddeld 2.000 tot 3.000 hectare nieuwe natuur per jaar bij (CLO 2025). Met dit tempo duurt het dus nog tot 2035 of langer voordat de bestaande opgave van het Natuurpact is voltooid. Om ook de extra hectares voor natuur te verwerven die in de scenario's staan, moet het uitvoeringstempo dus fors omhoog: met een factor 3 tot 4 in het intensief-technologische scenario en een factor 2 tot 3 in het natuurinclusieve scenario. De recente geschiedenis laat overigens zien dat er wel jaren zijn geweest dat het uitbreidingstempo van het Natuurnetwerk – toen nog Ecologische Hoofdstructuur geheten – hoger lag. Tussen 2000 en 2005 zaten er jaren bij waarbij er meer dan 5.000 hectare per jaar bij kwam.

Het sturend vermogen was in het begin van deze eeuw wel anders. Zo lag er een politiek breed gedragen planconcept voor een Ecologische Hoofdstructuur, waarvan de zoekgebieden op kaart waren aangegeven. Met het Bureau Beheer Landbouwgronden en de Dienst Landelijk gebied had de overheid twee landelijk opererende publieke uitvoeringsorganisaties in huis. Het grondbeleid was actiever: de provincies verwerven nu een hoeveelheid landbouwgrond die een factor 5 à 6 lager ligt dan de verwerving en vervreemding door de het Bureau Beheer Landbouwgronden rond 2009 (PBL et al. 2024). En hoewel verwerving zeker niet altijd nodig is, laat onderzoek zien dat grondverwerving nog altijd de hoofdpijler is van natuurrealisatie (IPO & LVVN 2024; Kamphorst et al. 2024). Omdat het steeds lastiger en kostbaarder wordt om gronden te verwerven voor nieuwe natuur (PBL & WUR 2020), en bovendien nog planologische besluiten moeten worden genomen waar dat dan in Nederland zou moeten plaatsvinden, zal het niet eenvoudig zijn zomaar terug te keren naar dat tempo van voorheen. In dat geval zal de natuuruitbreidingsopgave in de scenario's dus decennia langer kunnen duren.

Spanning in het natuurbeheer tussen natuurlijke dynamiek en doelsoorten in het natuurinclusieve scenario

In het intensief-technologische scenario wordt ingezet op het vergroten, versterken en verbeteren van het natuurnetwerk. Dit is een voortzetting en ook intensivering van het huidige natuurbeleid en -beheer (Van Hinsberg et al. 2020). In het natuurinclusieve scenario daarentegen is een omslag nodig in het denken rondom natuurbeleid en -beheer. De beheerfilosofie om zoveel mogelijk natuurlijke dynamiek te bevorderen en ruimte te geven aan natuurlijke processen levert onzekerheid op over welk type natuur waar zal ontstaan. Het type natuur dat ontstaat onder invloed van natuurlijke dynamiek zal op bepaalde soorten een positief effect hebben, terwijl andere soorten hierdoor kunnen verdwijnen.

De beheerfilosofie om meer ruimte te geven aan natuurlijke dynamiek staat dus gedeeltelijk haaks op het huidige Nederlandse beleid dat onder invloed van de Vogel- en Habitatrichtlijn meer en meer gericht is op het beschermen en behoud van specifieke soorten en habitattypen. Ook is in het huidige Nederlandse natuurbeleid vastgelegd in welke specifieke gebieden deze specifieke soorten en habitattypen worden nagestreefd. Het is minder makkelijk in te schatten of via het bevorderen van natuurlijke dynamiek het gestelde doel voor specifieke soorten bereikt wordt. Daardoor is er ook minder inzicht in de doelmatige en efficiënte inzet van middelen voor deze vorm van natuurherstel (Bouwma & Van der Sluis 2022). Overigens lijkt de Natuurherstelverordening meer richting ecologische processen te bewegen en meer ruimte aan *rewilding* te geven, en dus beter te passen bij deze beheerfilosofie (Trouwborst 2025).

Naast dat het onzekerder wordt waar welke natuur zal ontstaan, zal ook de huidige monitoringssystematiek aangepast moeten worden. De huidige systematiek is voornamelijk gericht op de aanwezigheid van soorten en vegetatietypen, maar het zal wellicht logischer zijn om

juist biotische en abiotische processen te monitoren in het natuurinclusieve scenario. Ondanks de huidige focus in het Nederlandse natuurbeleid op het behoud van soorten, zijn er nu ook al een aantal gebieden waarin het bevorderen van natuurlijke dynamiek is toegepast, zoals in de Millingerwaard en de Biesbosch. Ook het beleidsprogramma Ruimte voor de Rivier gaf mogelijkheden om ruimte te geven aan natuurlijke processen rondom de grote rivieren, waardoor veel soorten terug zijn gekomen in deze gebieden. Daarnaast is de verwachting dat de beheerkosten lager zullen zijn doordat natuurlijke processen zorgen voor een variatie aan successiestadia. Tevens zullen de risico's voor sommige habitattypen die spelen bij terugkerend herstelbeheer (Bijlsma et al. 2022) niet meer aanwezig zijn.

Extensivering vergt zeer forse opschaling van instrumenten

De financiële instrumenten en arrangementen om agrarische grond extensiever te gebruiken staan nog in de kinderschoenen. Zo werd het (semi-)permanent herwaarden van landbouwgrond waarbij de agrarische functie behouden blijft de afgelopen jaren op slechts enkele honderden hectares toegepast. De 'extensiveringsregeling' van het Rijk bleek populair, hoewel onder de deelnemers veel bedrijven zaten die al extensief boerden. Maatschappelijke grondfondsen, waarbij burgers grond tegen een laag bedrag verpachten aan boeren, hebben een omvang van enkele duizenden hectares (Hellings et al. 2024). Het areaal cultuurgrond met agrarisch natuurbeheer schommelt, en nam de laatste jaren weer toe tot 117.000 hectare in 2024, waarvan ongeveer een derde 'zwaar beheer'. Deze aantallen staan in groot contrast met de circa 300.000 tot 750.000 hectare agrarische grond die in beide scenario's (veel) extensiever gebruikt zal moeten worden. Om de VHR- en KRW-doelen te halen is linksom of rechtsom extensiever grondgebruik nodig. Voorwaarden daarvoor zijn het opschalen van effectieve publieke financieringsinstrumenten of de inzet van gebruiksbeperkingen met nadeelcompensatie via de instrumenten van de Omgevingswet.

4.2.3 Maatschappelijke aanvaardbaarheid

Behalve van economische voorwaarden en het sturend vermogen van de overheid, hangt de toekomst van een bepaalde vorm van landbouw en natuur ook af van de maatschappelijke aanvaardbaarheid daarvan. In de scenario's wordt een bepaalde ontwikkelrichting verondersteld, en de mate waarin de samenleving – specifieke onderdelen daarvan – als legitiem en juist beschouwt zorgt voor de noodzakelijke politieke brandstof om nieuwe marktconcepten of uitvoeringsdiensten op te laten draaien. Eerder (zie paragraaf 1.4 in hoofdstuk 1) stelden we al vast dat er over algemene en abstracte formuleringen van doelen (behoud van natuur, een duurzame landbouw) al snel consensus is, maar dat de maatschappelijke onrust ontstaat rondom de voorgestelde concrete oplossingsrichtingen, maatregelen, maatschappelijke consequenties en verdeling daarvan. In het vervolg van deze paragraaf staan we stil bij aanvaardbaarheidskwesties rondom drie thema's: techniektoepassing, dierenwelzijn en landschappelijke ingrepen in en om natuurgebieden. We sluiten af door in te gaan op de risico's rond afwenteling naar het buitenland.

Technische oplossingen afhankelijk van maatschappelijke acceptatie

Het intensief-technologische scenario leunt sterk op technische oplossingen om doelen te bereiken, om zo de productie zo veel mogelijk op peil te houden. Sommige van die technieken zijn vooral het voortzetten en verder ontwikkelen van stapsgewijze verbeteringen die ook in het (recente) verleden plaatsvonden. Denk aan verdere optimalisatie van precisiebemesting, de inzet van drones, data en detectiesystemen, gewasveredeling en diervoer. Tegelijkertijd zijn er ook nieuwe technieken die maatschappelijk gevoelig liggen. Zo oordeelde het Hof van Justitie in 2018 dat de veredelingstechniek CRISPR-Cas onder de (strikte) Europese wetgeving rondom genetische modificatie valt. Eind 2024 leidde het toevoegen van Bovaer, de handelsnaam waaronder

methaanremmer 3-NOP wordt verkocht, aan voer voor koeien tot onrust onder Britse consumenten. Meer dan het natuurinclusieve scenario zal de uitrol van het intensief-technologische scenario afhankelijk zijn van de maatschappelijke aanvaardbaarheid van de toepassing van nieuwe technieken.

Maatschappelijke ontwikkelingen rondom dierenwelzijn staan op gespannen voet met het intensief-technologische scenario

Een belangrijk verschil tussen het natuurinclusieve en het intensief-technologische scenario is de wijze waarop vee in Nederland in de toekomst gehouden wordt. Om maatregelen in de stallen gericht op emissievermindering (zoals luchtwassers en voeradditieven) zo maximaal effectief in te zetten, en daarnaast het rantsoen (ruw- en krachtvoer) zo stabiel mogelijk te kunnen houden voor een stabiele en hoge melkproductie, worden alle dieren in het intensief-technologische scenario zo veel mogelijk in stallen gehouden: open stallen voor melkvee en dichte voor de intensieve sectoren. Uitloop voor koeien is maar beperkt mogelijk. In het natuurinclusieve scenario is die uitloopmogelijkheid een stuk groter, waar wel een hogere uitstoot per dierplaats tegenover kan staan.

Gesloten stalsystemen en de gevolgen daarvan voor dierenwelzijn stuiten in de samenleving vaak op weerstand. Ook de locaties waar die stallen en bijbehorende voorzieningen, zoals mestverwerking, gevestigd zouden worden, roepen vaak lokaal verzet op. De toename van het aandeel bedrijven dat melkvee jaarrond op stal hield, leidde in 2012 tot het Convenant weidegang. Inmiddels past 80 procent van de melkveebedrijven weer enige vorm van weidegang toe (CBS 2025). Bij de intensieve sectoren is dat andersom: ruim twee derde van het pluimvee komt niet buiten. Naast het Convenant weidegang werd in 2025 het Convenant dierwaardige veehouderij gesloten, op basis van de 6 principes van de Raad voor Dieraangelegenheden (2021). Deze principes gaan over de integriteit van het dier, voeding, gezondheid, omgeving, natuurlijk gedrag en emotionele toestand. Op basis van het convenant en de principes worden eisen gesteld aan veehouderijen, zoals meer leef- en beweegruimte, stalklimaat, jonge dieren langer bij de moeder, omgevingsverrijking, daglicht en uitloop.

In een studie naar de sociaaleconomische implicaties van dergelijke dierenwelzijn-maatregelpakketten, berekenen de onderzoekers dat de totale jaarlijkse kosten in de orde van grootte van 1 miljard euro per jaar liggen (Jongeneel et al. 2024b). Als de technische investeringen, die passen bij het intensief-technologische scenario, niet goed afgestemd worden op de genoemde principes voor dierenwelzijn, dan is er een hoog risico op *stranded assets* en *lock-ins*. Dat komt omdat het later aanpassen van bestaande stalsystemen veel kostbaarder is dan dierenwelzijneisen te realiseren bij nieuwbouw. Soms is dat zelfs simpelweg niet mogelijk vanwege ammoniak- of fijnstofvereisten. Bij investeringen in technieken zoals stallen met bronscheiding (directe scheiding mest en urine, voor een beter stalklimaat en minder emissies) is dat risico lager dan bij investeringen in *end-of-pipe*-systemen, zoals luchtwassers. Bij het natuurinclusieve scenario zijn de risico's op spanningen tussen de voorziene techniek en dierenwelzijn kleiner.

Ingrepen (of juist niet) in natuurgebieden liggen soms maatschappelijk gevoelig

80 procent van de Nederlanders vindt dat bestaande natuurgebieden moeten worden beschermd (CLO 2025b). Ongeveer 60 procent onderschrijft het belang van de aanleg van nieuwe natuur en het met elkaar verbinden van natuurgebieden. Maar ongeveer een derde van de Nederlanders vindt dat natuur een belemmering mag zijn voor economische vooruitgang. De meningen over de wolf zijn verdeeld.

Ingrijpen in natuurgebieden kan tot aanzienlijk maatschappelijk protest leiden. Denk aan bossen

die werden gekapt in de duingebieden in Noord-Holland omwille van ecologische doelen om sommige soorten te herstellen. Of juist het niet ingrijpen in natuur, zoals het niet voederen van de zwakke dieren in de Oostvaardersplassen in de winter van 2018, wat leidde tot het openknippen van hekken, demonstraties en bedreigingen van boswachters (Kortmann 2018). Het ingrijpen in de natuurgebieden omwille van het beschermen van specifieke soorten en habitats van de Vogel- en Habitatrichtlijn kan op gespannen voet staan met de relationele waarden die mensen bij die gebieden hebben. In het intensief-technologisch scenario zal dit ingrijpen veel vaker nodig zijn dan in het natuurinclusieve scenario.

Grondgebondenheid en grondverbondenheid

Er kan een maatschappelijke wens zijn om landbouwgrond anders te gebruiken, maar voor de grondeigenaren ligt die verandering vrijwel altijd zeer gevoelig. Zeker als dat andere gebruik geen eigen keuze is. Talloze studies (bijvoorbeeld Holtslag-Broekhof 2016; De Pue et al. 2021; Kamphorst et al. 2024) hebben laten zien dat grond voor eigenaren en gebruikers een veel diepere betekenis heeft dan alleen de materiële waarde, en dat die verbonden is met hun geschiedenis, identiteit en maatschappelijke positie. Landgebruiksveranderingen zijn daarmee vaak langdurige processen, waarbij emoties en gevoelens van onrechtvaardigheid een rol spelen. Zonder erkenning daarvan zullen de toch al langdurige processen inherent vastlopen.

Zonder consumptieveranderingen of innovatie dreigt afwenteling van drukfactoren naar het buitenland

De kwesties rondom de acceptatie van techniek, het houden van dieren en ingrepen in en rondom natuurgebieden zijn thema's die raken aan de landbouwproductie hier en de leefomgeving in Nederland. Door de hoge mate van economische verweving en specialisering in het voedselsysteem hangen keuzes rondom productie hier maar beperkt samen met het aanbod en de prijs in de supermarkt (PBL 2019b). Minder Nederlandse productie zal vooral voor veranderende import- en exportstromen leiden. Zonder maatschappelijke verandering rondom de consumptie van voedsel zal een teruglopende productie in Nederland (dus vooral in het natuurinclusieve scenario) wel tot afwentelingseffecten leiden in het buitenland (tekstkader 4.2): er zal meer ruimte in het buitenland nodig zijn om voedsel en grondstoffen voor de Nederlandse consument en industrie te produceren. Als daarvoor nieuw land nodig is en bijvoorbeeld bossen worden gekapt, dan zal dat ten koste gaan van de biodiversiteit in die landen.

Tekstkader 4.2. Voetafdruk, afwenteling en veranderende consumptiepatronen

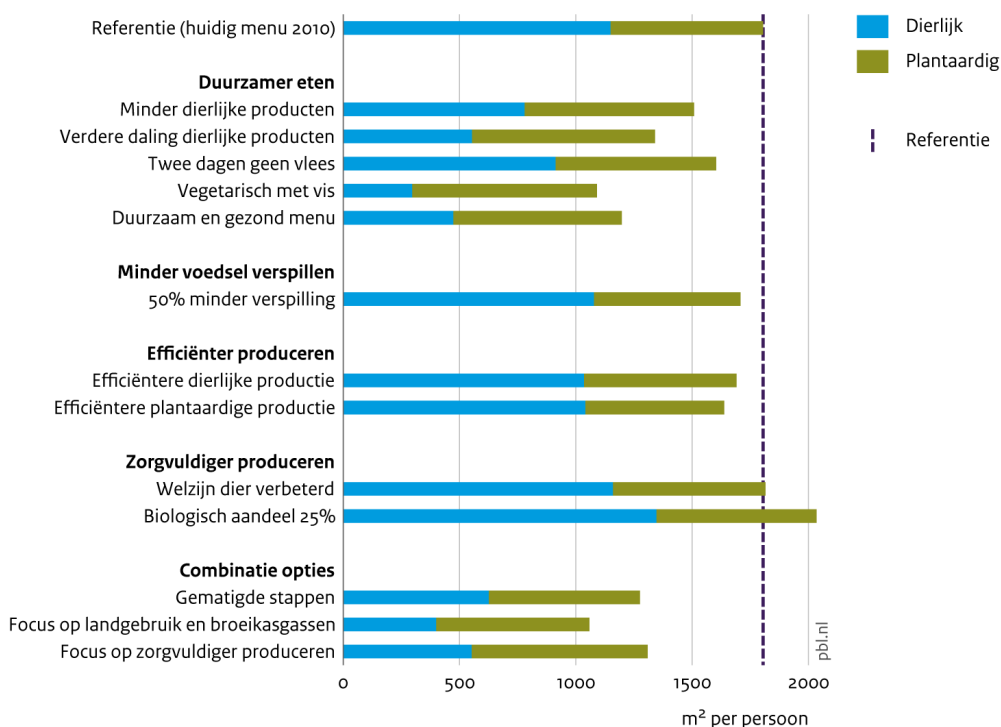
De Nederlandse voedselconsumptie heeft mondiale effecten op het klimaat en de biodiversiteit. Denk aan de import van voedsel uit buitenland, maar ook aan de invoer van veevoer dat we vervolgens via vlees, melk of eieren consumeren. Bij het berekenen van een voetafdruk wordt één effect op de leefomgeving (bijvoorbeeld landgebruik) in alle schakels van de voedselproductieketen bepaald en opgeteld. Samen geeft dat dan de voetafdruk van de voedselconsumptie. Van de totale Nederlandse consumptievoetafdruk is de Nederlandse voedselconsumptie verantwoordelijk voor bijna 40 procent van de landvoetafdruk en circa 13 procent van de broeikasgasvoetafdruk. De voetafdruk van de Nederlandse voedselconsumptie bedroeg in 2021 bijna tweemaal het Nederlandse landbouwareaal (CLO 2024b). Vlees en zuivel hebben een relatief groot aandeel in de landafdruk van de voedselconsumptie.

Behalve het verminderen van verspilling zijn er grofweg twee aangrijpingspunten om de impact van de Nederlandse voedselconsumptie te verminderen. De eerste gaat over anders produceren van voedsel. Dit aangrijpingspunt staat centraal in deze landbouw-natuurverkenning. Dan gaat het

natuurlijk niet zo zeer om alleen de productie in Nederland maar ook elders op de wereld. In Nederland gebruiken we land intensief, waar dus per hectare relatief weinig ruimte voor biodiversiteit en een hoge lokale milieudruk tegenover staat. Het betekent echter ook dat er relatief minder land nodig is: als ons voedsel met mondiaal gemiddelde opbrengsten zou worden geproduceerd is driemaal meer land nodig (Nijdam et al. 2018). Biologische of natuurinclusieve productie kan lokale verbeteringen in biodiversiteit opleveren, maar door een afname in productiviteit tegelijk meer ruimte in het buitenland vergen (zie figuur 4.6). Bij gelijkblijvende consumptie kan minder efficiënt produceren dus een grotere druk geven op natuur elders en daar biodiversiteit schaden (Balmford et al. 2025).

Om de voetafdruk elders te verkleinen, is dus het tweede aangrijpingspunt het anders consumeren van voedsel (PBL 2019b). Duurzamer eten (zie figuur 4.6) zorgt voor minder beslag op ruimte of voor broeikasgasuitstoot in de hele keten. Daarmee is het veranderen van voedselconsumptiepatronen ook een belangrijke route om afwentelingseffecten op biodiversiteit elders te voorkomen van het scenario dat zorgt voor minder voedselproductie in Nederland.

Figuur 4.6
Landvoetafdruk van Nederlandse voedselconsumptie



Bron: PBL

4.3 Robuustheid: afhankelijkheden en onzekerheden

Hoe robuust zijn de scenario's voor grote veranderingen en wat kunnen die betekenen voor het bereiken van de doelen die in deze verkenning centraal staan? De economische, bestuurlijke en sociale voorwaarden, die in de vorige paragraaf geschetst zijn, kunnen een gevoel van maakbaarheid oproepen. We beschouwen de robuustheid van de scenario's in het licht van drie grote mondiale veranderingen: de invloed van handelsverstoringen op het landbouw- en voedselsysteem, een veranderende vraag naar biograndstoffen van de circulaire economie, en klimaatverandering.

4.3.1 Schokken en kwetsbaarheden in het landbouw- en voedselsysteem

Voedselsysteem is robuust, maar kent wel kwetsbaarheden

De aandacht voor voedselzekerheid is de afgelopen jaren weer sterk toegenomen. De oprichting van het Europese *Food Security Crisis preparedness and response Mechanism* (EFSCM) na het uitbreken van de COVID-pandemie en de oorlog in Oekraïne is daar een voorbeeld van. Ook is er een reeks studies verschenen die ingaat op de betekenis van een veranderende geopolitieke wereld voor het landbouw- en voedselsysteem (WRR 2024; Loi et al. 2024; Berkhout, Van Berkum & Pessers 2024; JRC 2023). Vanwege de vergaande integratie van het landbouw- en voedselsysteem is het belangrijk om niet alleen naar Nederland, maar vooral ook naar Europa te kijken. De afgelopen jaren zijn Europa en Nederland weerbaar gebleken voor de hiervoor genoemde schokken; tekorten waren er hier niet. Voedsel is bovendien relatief betaalbaar. Het aandeel van hun inkomen dat Nederlanders aan voeding uitgeven (12 procent) is kleiner dan in andere Europese landen (Eurostat 2023). Dit aandeel is in de afgelopen decennia bovendien gedaald.

Dat wil niet zeggen dat er geen kwetsbaarheden zijn. Voedselzekerheid is niet zozeer een productie- als ook een verdelingsvraagstuk. Prijsstijgingen en schaarste zetten de toegang tot voedsel voor kwetsbare groepen met minder koopkracht in Europa en daarbuiten onder druk. Internationale samenwerking en vrije handel leiden tot een demping van de negatieve effecten van bijvoorbeeld oogstproblemen en verstoringen, en maakt het mogelijk om de comparatieve voordelen tussen landen te benutten. Het (tijdelijk) wegvallen van transportstromen van voedsel vanuit Oekraïne of door verstoring van essentiële vaarwegen zoals de Rode Zee heeft de aandacht opnieuw doen vestigen op de afhankelijkheden in het voedselsysteem. Voedsel wordt mondiaal bovendien ingezet als geopolitiek pressiemiddel.

Afhankelijkheden op gebied van veevoer, kunstmeststoffen en energie

Eerdere studies naar voedselautonomie hebben laten zien dat Nederland (Terluin et al. 2013) of de Europese Unie (Van der Weijden et al. 2011) zelfvoorzienend kan zijn, maar dat dit wel drastische dieet- en productieveranderingen zou vragen. Zo is Nederland meer dan zelfvoorzienend op het gebied van veel dierlijke producten, aardappelen en suiker, maar niet op het gebied van granen, fruit of de import van veevoer. Op Europese schaal liggen die zogenaamde 'zelfvoorzieningsgraden', de verhouding tussen productie en consumptie van een bepaald goed, anders. Zo is Europa zelfvoorzienend op het gebied van granen, maar juist niet op het gebied van plantaardige oliën.

Tegelijk zijn het Nederlandse en Europese landbouw-voedselsysteem afhankelijk import van eiwitrijk veevoer (zoals soja uit Noord- en Zuid-Amerika), grondstoffen voor kunstmest (zoals aardgas voor of via stikstofkunstmest, en fosfaat en kali uit Rusland, Wit-Rusland en Marokko) en energie (Van der Weijden et al. 2011; Loi et al. 2024; Berkhout et al. 2024). Afhankelijkheden moeten hier wel met nuance worden benaderd. Zo is de mondiale voorraad van kalium groot en heeft Canada de grootste kaliumproductie en -reserves. De keuze voor import wordt nu in belangrijke mate door (lage) prijzen bepaald. Voedsel zal in een gefragmenteerde wereldorde met minder vrije handel dus vooral inefficiënter en duurder worden.

Er zijn verschillende strategieën voor het verlagen van die afhankelijkheden. Denk aan diversificatie van handelsstromen en het aanleggen van buffers. Maar ook de verlaging van de vraag naar bepaalde producten door efficiëntieverbetering in de productieketen (minder verspilling van voedsel of grondstoffen) of door een verschuiving van eetpatronen gericht op minder dierlijke producten.

In de scenario's verschillen de effecten op grondstoffengebruik

De genoemde strategieën zijn dus allemaal opties die in alle scenario's de robuustheid voor schokken kunnen vergroten en afhankelijkheden van onvriendelijke mogendheden kunnen verkleinen. Ze passen in beginsel in beide scenario's. Daarnaast verschillen de scenario's in de mate waarin Nederland behoefte heeft aan grondstoffen uit het buitenland. In het natuurinclusieve scenario, met de uitgangspunten rondom circulariteit op Europese schaal, zal de behoefte aan de import van veevoer van buiten Europa fors verminderen. In het intensief-technologische scenario daalt die importbehoefte ook door een wat kleinere veestapel, maar wel minder.

Het kunstmestgebruik daalt in het natuurinclusieve scenario tussen nu en 2050 met 50-60 procent. In het intensief-technologische scenario daalt dit gebruik minder sterk: met 30-40 procent; die daling is het gevolg van onder andere de inzet van kunstmestvervangers en precisietechnieken. Daarmee zet in beide scenario's de dalende trend in het kunstmestgebruik door. Sinds 2000 daalde de aanvoer van stikstofkunstmest met circa 40 procent en het gebruik van fosfaatkunstmest met circa 75 procent.

Hieruit blijkt dat het streven van Nederland om minder afhankelijk te worden van andere landen voor een groot deel gelijk op kan gaan met het streven naar het bereiken van de leefomgevingsdoelen op het gebied van natuur, water en klimaat. Consumptieverandering draagt zowel bij aan het verminderen van afhankelijkheden als aan het bereiken van die doelen (zie tekstkader 4.2).

4.3.2 Veranderende vraag naar biograndstoffen

Vraag naar biograndstoffen in de circulaire economie zal verder toenemen

Voor een klimaatneutrale en circulaire samenleving is de inzet van duurzame biograndstoffen noodzakelijk (PBL 2024a). Dan gaat het om grondstoffen voor energetische toepassingen en om grondstoffen in de bouw of de chemische industrie. Denk aan hout of vezelmaterialen voor isolatie, en (resten van) gewassen voor de toepassing in bioplastics om fossiele grondstoffen te vervangen. Het Nederlandse gebruik van biograndstoffen is de laatste jaren gestegen en er zijn verschillende beleidstrajecten gestart om dat verder te stimuleren. Ook mondiaal neemt het gebruik van biograndstoffen naar verwachting de komende decennia verder toe (Hanemaaijer et al. 2025).

Rondom biomassa is er veel maatschappelijk debat, waarbij de vaak niet-duurzame winning en de negatieve effecten op biodiversiteit belangrijke thema's zijn (SER 2020).

Nederland importeert het grootste deel van de biograndstoffen

In de huidige situatie is de Nederlandse primaire landbouwproductie vooral gericht op voedsel en veevoer. In volumes is de productie voor energie en *feedstocks* voor de industrie beperkter; daarbij gaat het met name om graan en bieten voor energieopwekking, en zetmeelaardappelen voor industriële applicaties (Bonnet & Tiktak 2025). Op Europese schaal wordt ongeveer 5 procent van het areaal akkerland gebruikt voor de productie van biograndstoffen (Van Minnen et al. 2024). In de primaire productie en verwerking blijven reststromen over die als biograndstof zouden kunnen dienen, maar ze blijven voor het overgrote deel vanwege bodemvruchtbaarheid op het land of worden in veevoer verwerkt. Een deel van de mest wordt vergist. In de primaire bosbouwproductie gaat het om zaaghout voor bouw en meubels, pulphout voor papier, en reststromen die als biograndstof een energetische toepassing vinden. Daarnaast zijn er zogenoemde tertiaire stromen die als biograndstof worden gebruikt. Dat zijn materialen aan het einde van hun levenscyclus, zoals afvalhout, of reststromen uit recycling, landschapsbeheer of afvalverwerking.

Nu importeert Nederland het grootste deel van de biograndstoffen. Zo werd in 2022 maar ruim 15 procent van het totale Nederlandse houtverbruik (energie en materialen) geleverd door Nederlandse productie (Berkhout et al. 2024). De import voor biostook in biomassacentrales zal naar verwachting teruglopen door beleidskeuzes, maar de vraag naar industriële grondstoffen en hoogwaardige biobrandstoffen voor moeilijk vervangbare toepassingen zoals lucht- en scheepvaart zal toenemen (PBL 2024a).

Er zijn mogelijkheden om de Nederlandse productie te vergoten ...

In een beoordeling van bestaande studies naar biograndstoffenproductie concluderen Van Minnen et al. (2024) dat de potentiële beschikbaarheid van biograndstoffen van Nederlandse bodem in de komende dertig jaar substantieel kan stijgen. In energie-equivalenten gerekend kan het biograndstoffengebruik van Nederlandse bodem voor energie en *feedstocks* stijgen van 106 petajoule nu naar 125-231 petajoule in 2050. Voor materialen is dat van 13 petajoule nu naar 18-26 petajoule in 2050.

... maar die vergen veranderingen in de landbouw die soms botsen met de scenario's ...

Om de bovenkant van die bandbreedtes te kunnen halen zou er veel moeten gebeuren en moeten vooral de stromen uit de primaire Nederlandse landbouw worden geïntensiveerd (30-105 petajoule potentiële bijdrage in energie en *feedstocks* in 2050). Hierbij verwachten Van Minnen et al. (2024) qua omvang ongeveer een gelijke potentie van aanpassingen in gewasproductie en een andere omgang met gewasresten (als onderdeel van primaire reststromen). Zo kunnen andere gewassen in de rotatie worden opgenomen, zoals vezelgewassen. Deze bijdrage is relatief bescheiden in verhouding tot de potentie van productieverhoging van relevante gewassen (zoals suikerbieten). Ook kunnen meer biograndstoffen worden gewonnen uit gewasresten zoals loofresten en stronken van teelten als aardappelen en bieten, het bijproduct stro bij graanteelt als isolatie- en bouw materiaal, en het toepassen en oogsten van groenbemesters. Ook mestvergisting kan toenemen.

De financiële opbrengsten van biograndstofgewassen zoals hennep, vlas of olifantsgras zijn economisch in Nederland echter nauwelijks interessant, maar deze gewassen kunnen in sommige gevallen wel als rustgewas toegepast worden. We nemen aan dat gewassen zoals vezelhennep of

vezelvlas onderdeel zijn van zowel het intensief-technologische scenario (vooral in de overgangsgebieden), als het natuurinclusieve scenario (als onderdeel van ruimere bouwplannen). Graangewassen, en het bijbehorende restproduct stro, zijn vooral een belangrijk onderdeel van meer extensieve teeltplannen. In beide scenario's kan voldaan worden aan het benodigde areaal van circa 100.000 hectare zoals benoemd in Van Minnen et al. (2024). Maar hierbij zullen vooral de economische voorwaarden (zie paragraaf 4.2.1) moeten veranderen. Het op grotere schaal en intensiever telen van onder andere suikerbieten ligt echter niet in lijn met de scenario's. Hoewel suikerbieten in beide scenario's onderdeel zijn van de gewasrotaties, zal de totale omvang naar verwachting (licht) afnemen in plaats van toenemen.

Het winnen van biograndstoffen uit gewasresten kan in beide scenario's toenemen, maar hier zijn in het natuurinclusieve scenario wel beperkingen vanwege de bijdrage van deze resten aan de bodemkwaliteit. Er is aangenomen dat een omvangrijk deel van de groenbemesters, afhankelijk van de bodemgesteldheid, zou kunnen worden geoogst zonder significant verlies van bodemkwaliteit (CE Delft 2020).

Het ligt voor de hand dat mestvergisting in het intensief-technologische scenario zal toenemen, terwijl dat in het natuurinclusieve scenario niet het geval is. In dat laatste scenario daalt het aanbod van mest niet alleen harder, maar zal het ook minder economisch haalbaar zijn als dieren veel buiten lopen.

... en de productie van hout neemt in de scenario's niet of beperkt toe

In de bosbouwsector zou volgens Van Minnen et al. (2024) de houtproductie richting 2050 in het gunstigste geval kunnen verdubbelen. (Overigens zou dan nog steeds maar een klein deel van de huidige behoefte aan hout uit binnenlandse bronnen kunnen worden gedekt (zie figuur 3.7).) Dat zou wel de intensivering van de oogst uit bestaande bossen betekenen en een uitbreiding van het bosoppervlak. Deze intensivering van de productie staat echter op gespannen voet met het natuurinclusieve scenario. Omwille van het halen van de natuurdoelen is het volgens beide scenario's nodig bos met een productiefunctie om te vormen naar een natuurlijk bos. In het intensief-technologische scenario wordt deze areaalafname ruim gecompenseerd met de toename van klimaatbos, waardoor het totale areaal bos ongeveer een kwart hoger is dan de huidige situatie. Met een (duurzame) intensivering van oogst in dit scenario, eventueel in combinatie met aanvullende ecologische maatregelen, zou de houtproductie eventueel nog wat extra kunnen toenemen. Wel kan een hogere intensiteit zorgen voor een afname van de koolstofvastlegging, vooral op kortere termijn. In het natuurinclusieve scenario blijft het totale areaal bos nagenoeg gelijk aan de huidige situatie, al vindt ook hier een verschuiving plaats van productiebos richting natuurlijk bos, en nemen we geen oogstintensivering aan. In beide scenario's is hierbij voor houtproductie op dit moment geen rekening gehouden met de mogelijkheid van productie van hoogwaardig hout uit *agroforestry* en landschapselementen zoals hagen. Het oogsten van primair hout dat geschikt is voor hoogwaardige toepassingen zoals constructies of meubels is economisch moeilijk, maar *agroforestry* kan mogelijk wel tot een toename van houtige reststromen zorgen voor bijvoorbeeld bio-energie. Ook de toename van houtige elementen in groenblauwe dooradering kan daarvoor zorgen, die vooral omvangrijk is in het natuurinclusieve scenario.

Kortom, de vraag naar biograndstoffen in de (circulaire) economie zal in de toekomst naar verwachting verder toenemen als die het gebruik van fossiele grondstoffen gaan vervangen. Er zijn mogelijkheden om de productie te laten toenemen, maar dat botst ook met de gelijkblijvende of zelfs afnemende productie omwille van natuurdoelen. Daardoor kan in beide scenario's de

grondstoffenvoetafdruk in het buitenland toenemen, tenzij een forse daling in het gebruik of vermindering van verliezen kan worden gerealiseerd.

4.3.3 Veranderend klimaat

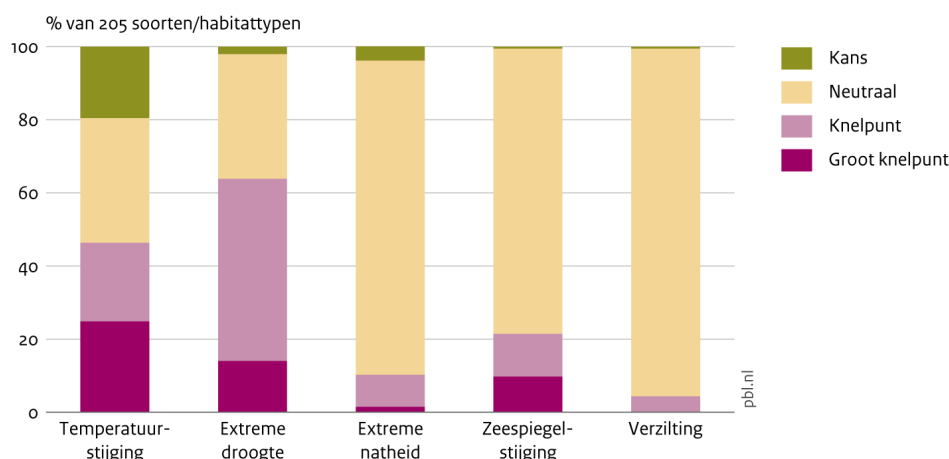
De toenemende klimaatverandering vormt een risico voor het realiseren van water- en natuurdoelen en geeft risico's voor de landbouw (PBL 2024b). Alle klimaatscenario's van het KNMI (2023) laten zien dat Nederland te maken krijgt met verdere zeespiegel- en temperatuurstijging, (extreem) drogere zomers en nattere winters. De stijgende zeespiegel leidt bijvoorbeeld tot verzilting, en het tegengaan daarvan wordt bemoeilijkt door een tekort aan zoet water. Dat geeft uitdagingen voor het telen van gewassen. De mate waarin de effecten zullen optreden is niet zeker en ook zullen binnen Nederland verschillende typen gebieden te maken krijgen met andersoortige gevolgen (WKR 2025). De mate waarin klimaatverandering zal voortzetten aan de ene kant en het vermogen tot aanpassing aan de andere kant zijn bepalend voor die gevolgen.

Klimaatverandering vergroot de opgave voor bestaande problemen ...

Henkes et al. (2024) stellen dat de toenemende klimaatrisico's in de toekomst een belangrijke(re) rol gaan spelen bij de realisatie van de VHR-doelen voor natuur en KRW-doelen voor water. Veel meer soorten en habitattypen lopen eerder een (groot) risico dan dat ze kunnen profiteren van de veranderende omstandigheden. Zo is ruim 46 procent van de VHR-soorten en -habitats in negatieve zin gevoelig voor temperatuurverandering en bijna 64 procent van de VHR-doelen is in het geding door de droogte, als uitgegaan wordt van de KNMI-klimaatscenario's '23 (zie figuur 4.7). Voor verzilting is dat risico met 4 procent kleiner, omdat dit effect naar verwachting beperkt blijft tot de kustzone. Verandert het sterker dan op basis van het huidige klimaatbeleid wordt verwacht, dan kan een aanzienlijk deel (circa 60 tot 70 procent) van de inheemse plantsoorten in Nederland door temperatuur- en neerslagveranderingen gaan afnemen tegen het einde van deze eeuw (Van Hinsberg et al. 2024).

Figuur 4.7

Invoed van klimaatverandering op haalbaarheid Vogel- en Habitatrichtlijndoelen, 2020 – 2050



Bron: WUR

Expertinschatting van de haalbaarheid van de doelen die in de Vogel- en Habitatrichtlijn zijn gesteld in Nederland. Het gaat daarbij om habitattypen, broedvogels, niet-broedvogels en overige plant- en diersoorten waarvoor beschermde gebieden zijn aangewezen.

Doordat met klimaatverandering Nederland een meer centrale plek krijgt in de regio waarin natuur van de Atlantische zone kan voorkomen (PBL & WUR 2020), wordt mogelijk vanuit de EU eerder aangedrongen op het werken aan verbeterde condities voor VHR-doelbereik.

... en de noodzaak tot het nemen van herstelmaatregelen voor water en natuur

Met adaptatiemaatregelen kunnen de condities van natuur- en watersystemen worden verbeterd en weerbaarheid tegen klimaatverandering worden vergroot. Een klimaatbestendige natuur rust op drie pijlers. De eerste pijler is het vergroten en aan elkaar verbinden van natuurgebieden. Dat helpt om natuur beter bestand te maken tegen de gevolgen van weersextremen en hierdoor kunnen soorten meebewegen met veranderingen. De tweede pijler is het vergroten van verscheidenheid en het creëren van overgangen tussen biotopen in natuur- en watergebieden, waardoor de gebieden beter bestand zijn tegen weersextremen. Ten derde is het belangrijk de condities in natuurgebieden verbeteren. Natuur die nu al onder druk staat door factoren als vermessing, verdroging en versnippering, is extra kwetsbaar voor de negatieve effecten van klimaatsverandering. Gezonde natuur kan meer hebben dan natuur die al is aangetast of in suboptimale condities verkeert. Door bijvoorbeeld het vernatten van verdroogde natuurgebieden worden die gebieden minder gevoelig voor de extra droogte die klimaatverandering brengt.

In beide scenario's worden verschillende maatregelen genomen die de klimaatbestendigheid vergroten. Zo worden inrichtingsmaatregelen genomen voor waterlopen en rondom natuurgebieden om de doelen voor de VHR en de KRW te kunnen halen; die helpen ook om de effecten van klimaatverandering te verminderen. Voor beide scenario's geldt dat natuurgebieden worden uitgebreid en beter met elkaar worden verbonden (eerste pijler) en dat er maatregelen genomen worden om de condities in de natuurgebieden te verbeteren (derde pijler), zij het via een andere route. In het natuurinclusieve scenario wordt ook meer gedaan om natuurlijke overgangen tussen verschillende leefgebieden te herstellen en te creëren (tweede pijler).

Klimaatverandering leidt tot een discussie over de haalbaarheid van doelen

Klimaatverandering maakt het dus moeilijker om de huidige doelen van de Vogel- en Habitatrichtlijn en de Kaderrichtlijn Water te halen. Dat geldt zowel in het natuurinclusieve als het intensief-technologische scenario. De laatste jaren is er in de wetenschappelijke literatuur en maatschappij een discussie op gang gekomen over het 'statisch' geachte doelenkader van de Vogel- en Habitatrichtlijn, en of dat nog wel houdbaar is in het licht van de uitdagingen van klimaatverandering. Kunnen alle behoudsdoelen in alle gebieden wel worden gehaald, of moeten die doelen worden aangepast omdat natuur in de toekomst mee verandert met het klimaat?

Hoewel dit niet met zoveel woorden in de Habitatrichtlijn staat, stellen juristen dat uit de jurisprudentie over de richtlijn is af te leiden dat lidstaten wettelijk verplicht zijn de nodige adaptatiemaatregelen te nemen om natuur te helpen bij het omgaan van klimaatverandering (zie bespreking in Alblas et al. 2025; zie ook Europese Commissie 2019). En het Hof van Justitie van de Europese Unie oordeelde in de inbreukprocedure tegen het Verenigd Koninkrijk dat het verslechtingsverbod niet alleen externe door de mens veroorzaakte verstoringen omvat, maar ook natuurlijke omstandigheden die de staat van instandhouding van soorten en habitats bedreigen. Daaruit is op te maken dat klimaatverandering geen argument is om verslechtering van soorten of habitats toe te staan. Deze inzichten en uitspraken onderstrepen het belang om te investeren in adaptatiemaatregelen en overgangsgebieden om zo de invloed van klimaatverandering te dempen.

Tegelijkertijd maakt de Natuurherstelverordening het in bepaalde situaties mogelijk om klimaatverandering als reden te gebruiken om de VHR-doelen niet te halen. Er staat dat ‘onvermijdelijke habitattransformaties die rechtstreeks het gevolg zijn van klimaatverandering’ een uitzonderingsgrond zijn voor het behalen van natuurdoelen (artikel 4 lid 14-16). De precieze reikwijdte van deze bepaling in relatie tot de eerdere uitspraken zal in de toekomst moeten blijken.

Door verschuivende klimaatzones veranderen de productiemogelijkheden in Europa

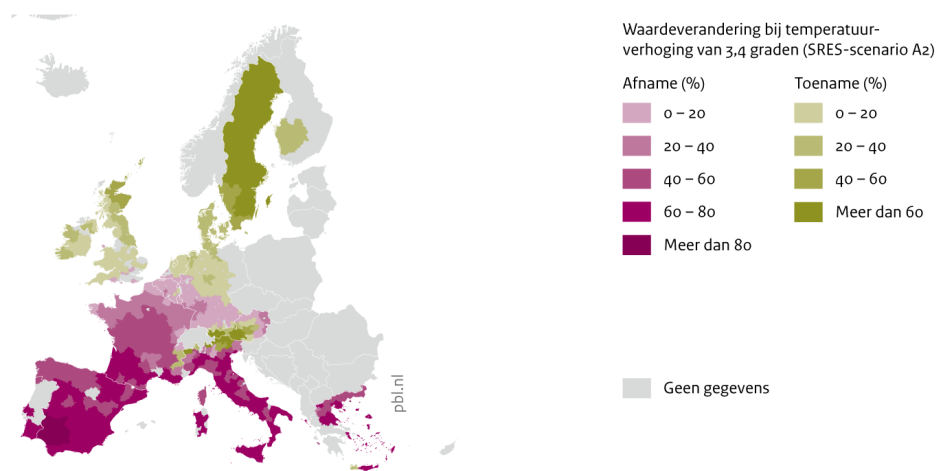
De mogelijkheden binnen de landbouw worden sterk beïnvloed door het veranderende klimaat. Droogte en weersextremen leiden tot schade en oogstvermindering in de akker- en tuinbouw. Maar daar staan soms ook hogere financiële opbrengsten tegenover door de toegenomen schaarste bij tegenvallende oogsten. Boeren kunnen er ook voor kiezen om andere gewassen te telen, die beter tegen de andere klimaatomstandigheden kunnen, of om adaptatiemaatregelen te nemen zoals druppelirrigatie. Die maatregelen zijn wel kostbaar, en zullen daarom alleen lonen bij gewassen die veel opbrengen (Van der Burgt & Verstand 2021). Dergelijke mogelijkheden en mechanismen maken het moeilijk om goede uitspraken te doen over de te verwachten consequenties voor het grondgebruik en de typen teelten in Nederland. Wel is duidelijk dat door de droogte de watervraag door de landbouw waarschijnlijk gaat toenemen, waarmee de sector concurreert met andere watervragers zoals de natuur, industrie en drinkwatervoorziening.

Op Europese schaal heeft de EEA (2019; 2024) gekeken naar de verschillende effecten op de landbouw en de veehouderij. In het noorden kan klimaatverandering een positief effect hebben op de landbouwproductie, door een langer groeiseizoen. Ook kunnen er andere gewassen worden geteeld die nu hoofdzakelijk uit Zuid-Europa komen. In Zuid- en Oost-Europa daarentegen zouden extreme hitte, de afname van neerslag en een beperktere beschikbaarheid van water de gewasproductiviteit per hectare kunnen doen dalen.

Voor de veehouderij nemen de risico's in Europa toe. Hitte en hittestress hebben negatieve effecten op diergezondheid en grasopbrengsten, en er kunnen nieuwe ziekten opduiken. Noordelijk Europa zou daardoor in vergelijking met Zuid-Europa gunstiger worden voor veehouderijen. Het EEA heeft de klimatologische veranderingen vertaald naar veranderingen in de waarde van landbouwgrond (zie figuur 4.8): in een warmer klimaat daalt die waarde hard in het zuiden en stijgt die in het noorden, waarbij Nederland zich op het scharnierpunt bevindt. Voor de EU geldt, in het licht van de robuustheid van het voedselsysteem en internationale afhankelijkheden, dat een aanzienlijke verlaging van de voedselproductie in Nederland, zoals in het natuurinclusieve scenario, ook een strategische vraag kan worden.

Figuur 4.8

Verandering in waarde van landbouwgrond bij temperatuur- en neerslagverandering door klimaatverandering, 2100



Bron: EEA 2019

5 Naar een politieke koersbepaling

In het eerste hoofdstuk beschreven we het debat over landbouw en natuur in Nederland. Hierna volgden een referentiescenario en twee scenario's voor natuur en landbouw in Nederland in de toekomst. De doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat liggen in de scenario's binnen bereik, maar zullen een grote transformatie vergen van de landbouw en het landelijk gebied. De voorwaarden om dat te realiseren zijn niet op orde, zo stelden we in hoofdstuk 4 vast. Om boeren en natuur zekerheid te kunnen bieden voor de langere termijn is op kortere termijn een doordachte politieke koersbepaling nodig. Hierop reflecteren we kort in dit laatste hoofdstuk.

5.1.1 Het belang van een eerlijk verhaal over de omvang van de opgave en de tijd die daarvoor nodig is

Rechtszaken en tijd spelen in toenemende mate een belangrijke rol in het debat over de landbouw en de leefomgeving. In de zaak tussen Greenpeace en de Staat oordeelde de rechter in 2025 dat de overheid zich aan het wettelijke stikstofdoel voor 2030 moet houden. De rechter dwingt de Staat om dan 50 procent van de stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden onder de kritische depositiewaarden (KDW) te brengen én voorrang te geven aan de meest kwetsbare natuur.

Tijd speelt ook een rol door de mijlpalen die in Europese wetgeving zijn opgenomen. Zo is 2027 het jaar waarin Nederlandse wateren aan de Kaderrichtlijn Water moeten voldoen. In de Natuurherstelverordening zijn jaartallen vastgelegd waarin herstelmaatregelen moeten zijn getroffen voor een oplopend percentage van de natuurgebieden.

Mogelijk gaan maatschappelijke partijen het voeren van rechtszaken doorzetten of zelfs intensiveren op basis van beleidsdoelen rond natuur, waterkwaliteit en klimaat. De onderliggende doelensystematiek kan daarbij leiden tot eenzijdig en ad-hocbeleid. Dat kan omvangrijke en plotselinge maatschappelijke consequenties hebben, omdat er in korte tijd dingen moeten gebeuren waarvoor in de jaren daarvoor geen politiek draagvlak was – en er nu wellicht nog steeds niet is. Denk aan beleid dat voornamelijk gericht is op stikstof. Dergelijk beleid, dat onder druk van rechtszaken gemaakt wordt, kan ondoelmatig zijn. In het geval van stikstof is dat ten eerste omdat alleen stikstofreductie vaak niet tot voldoende natuurherstel leidt. Er is per gebied een specifiek, samenhangend pakket van natuurmaatregelen nodig, waar stikstofreductiemaatregelen onderdeel van zijn. Ten tweede leidt een eenzijdige focus op de korte termijn tot druk op beleidsmakers om te kiezen voor maatregelen die snel effect kunnen hebben, zoals een extra uitkoopregeling of meer budget voor herstelmaatregelen. Beleidswijzigingen die een langere adem vragen maar wel effectief zijn op de langere termijn, komen op de achtergrond omdat ze het urgente (politieke) probleem niet oplossen. Denk aan het aanpassen van regulering, zodat boeren weten waar ze in de toekomst aan moeten voldoen en er een stabiel investeringsplan ontstaat. Een eenzijdige focus op de korte termijn kan ook leiden tot beleid – en daarmee mogelijk tot rechtspraak – die lastig maatschappelijk uit te leggen is. Bijvoorbeeld: waarom zou Nederland miljarden moeten uitgeven aan stikstofmaatregelen vóór 2030 terwijl dit in zijn isolement geen perspectief biedt op een langetermijnoplossing voor de natuurkwaliteit, en deze miljarden bovendien nog geen garantie bieden op het vergemakkelijken van de vergunningenproblematiek (PBL 2021; Trienekens et al. 2024)? Bovendien drukken er ook andere maatschappelijke problemen op de begroting.

Uit de scenario's blijkt dat er ruimte is voor Nederlandse natuur en voor Nederlandse landbouw, binnen de grenzen van een gezonde leefomgeving. Maar daarvoor is wel een ongekennde transformatie nodig van de landbouw en het landelijk gebied in Nederland, ongeacht welk route er gekozen wordt. Die vergt dat er een breed gedragen koersbepaling komt en dat er bij de overheid en de sector weer uitvoeringscapaciteit en collectiviteit worden opgebouwd om die koers te kunnen gaan varen.

En de doelen en jaartallen kunnen nog zo urgent zijn, een dergelijke transformatie is alleen plausibel als daar enkele decennia de tijd voor zou zijn. De opgave die volgt voor de aanpassing van grondgebruik in Nederland is simpelweg te groot. Een te korte tijdshorizon geeft boeren bovendien weinig perspectief. Die kunnen dan hooguit met managementmaatregelen de bedrijfsvoering proberen te optimaliseren. Dat levert reducties op, maar die zijn in het licht van de doelen beperkt. Ook gedwongen krimp is waarschijnlijk geen 'snel alternatief'. Het invoeren van, en korten op, varkensrechten leidde in het verleden tot lange procedures over de inbreuk in het eigendomsrecht, waardoor uiteindelijk minder werd gekort (Boezeman & Vink 2022). Bij het intrekken van vergunningen zal volgens Kaajan (2021) onderbouwd moeten worden waarom er in dat geval geen alternatief is, en de belangen van de vergunninghouder, de rechtszekerheid en de natuur gewogen moeten worden.

Een langere tijdshorizon biedt meer perspectief. Over 15 jaar zijn veel stallen en mestsystemen afgeschreven en kan er aan nieuwe en aanzienlijk emissiearmere stallen gedacht worden. Over 25 jaar gaat een veehouder wellicht met pensioen. Dat biedt mogelijkheden voor een reguleringsstelsel dat – op basis van een eerste recht op koop door een overheid – grond en dierrechten uit de landbouw haalt. Zo worden boeren niet halverwege hun werkzame leven voor het blok gezet. Deze aanpak biedt daarmee wellicht niet alleen een zeer zekere volledige emissiereductie, maar ook kansen om op termijn overgangszones tussen natuur- en landbouwgebieden te realiseren. Bovendien is hiermee onder bepaalde voorwaarden ook een zeker pensioen mogelijk voor de boer.

Een blik op de lange termijn brengt ook andere uitdagingen duidelijker in beeld. Zo gaan, met de huidige stand van de techniek, niet stikstof, maar de klimaatdoelen bepalend zijn voor de maximale omvang van de melkveehouderij (zie paragraaf 3.4.1). Ook zien we dat het beperken van de uitspoeling van nutriënten naar water belangrijk is voor de waterkwaliteitsdoelen, maar dat inrichting in de toekomst minstens zo relevant wordt om ecologische doelen van de KRW te behalen. Daar bovenop zou het toelatingsbeleid van gewasbeschermingsmiddelen wel eens een sleutelfactor kunnen worden om *alle* doelen van de KRW te halen. Voor effectieve en doelmatige besluitvorming is het essentieel om naar het geheel van de opgave te kijken. Zoeken naar akkoorden en consensus op een deelopgave leidt er – door de systeemafhankelijkheden tussen de deelopgaven – onherroepelijk toe dat afspraken binnen afzienbare tijd weer moeten worden opgebroken. Afkalkend vertrouwen in politiek en beleid ligt dan op de loer. Een koersbepaling is noodzakelijk voor het geheel van de opgave, zonder in detail iedere bocht te willen uittekenen.

Kortom, voor een effectieve, doelmatige, en breed gedragen aanpak is tijd nodig. De blik een generatie de toekomst in werpen biedt mogelijkheden: voor innovatie, voor beleidsontwikkeling, en voor de uitvoering. Dit alles onder voorwaarden dat tijdig samenhangende en breed gedragen keuzes worden gemaakt over landbouw en natuur. Samenhangende keuzes kunnen de zekerheid op de lange termijn bieden die in het huidige debat het kind van de rekening is. Die samenhang

begint bij politieke koersbepaling. Met deze verkenning laat het PBL zien waar de ruimte voor keuzes ligt.

5.1.2 Een staatscommissie voor landbouw, natuur en leefomgeving?

Het landbouwakkoord liep stuk

Zeven jaar geleden concludeerde het PBL dat een koersverandering in de landbouw om een landbouwakkoord vroeg. In de studie ‘Naar een wenkend perspectief voor de Nederlandse landbouw’ (PBL 2018). Onderzoekers bij het planbureau analyseerden toen dat het landbouwbeleid gedepolitiseerd was, dat de politieke besluitvorming over landbouw zich beperkte tot het oplossen van incidenten en dat het daarmee een politiek van de ‘onderhoudssfeer’ was (PBL 2018). Om tot structurele keuzes te komen in deze gedepolitiseerde context, stelde het PBL een akkoord voor waarin de belangrijkste betrokken partijen afspraken zouden maken over een nieuwe koers voor de landbouw (PBL 2018).

Toen er vijf jaar later daadwerkelijk aan een landbouwakkoord werd gewerkt, was het maatschappelijk tijdsgewricht al onherkenbaar veranderd ten opzichte van 2018. De PAS-uitspraak van de Raad van State uit 2019 had voor een enorme hoeveelheid maatschappelijke onrust en politieke brandstof gezorgd (PBL 2019; 2021; Trienekens et al. 2024; Remkes 2020; 2022). Die verkleinden sterk de ruimte om met alle betrokken partijen tot een compromis te komen. Bovendien had de Raad van State de politieke tegenstellingen ook juridisch op scherp gesteld. Met andere woorden, de politieke onderhandelingsruimte om tot een compromis te komen tussen landbouw- en natuurbelangen was na de uitspraak sterk versmalt, met mogelijk verregaande consequenties voor individuele betrokkenen. Voor een deel van de partijen aan tafel kon dit overkomen als onderhandelen met de rug tegen de muur. Het landbouwakkoord liep stuk.

De technische complexiteit van het stikstofvraagstuk, het turbulente politieke debat dat na 2019 ontstond, en de specifieke groepen en regio's in de samenleving die soms hard geraakt zullen worden, maken dat het in de jaren na het stuklopen van het landbouwakkoord lastig was om tot politieke besluitvorming te komen. Laat staan dat er een koers kon worden ingezet richting meervoudig doelbereik op de langere termijn. Zoals eerder gesteld is de langjarige stabiliteit het kind van de rekening, en voedt gebrek aan stabiliteit een mogelijk afkalvend vertrouwen in de slagkracht van de overheid (Rli 2025; Tjeenk Willink 2017).

Staatscommissies: bijzondere arrangementen voor specifieke maatschappelijke problemen

Gezien het nationale belang van robuuste Nederlandse natuur en een gezonde leefomgeving én het mogelijke nationale belang van een vitale agrosector in een wereld met onzekere geopolitieke verhoudingen, doet zich een situatie voor die zich in de geschiedenis vaak leende voor het instellen van een staatscommissie (Kerkhoff & Martina 2015; Kerkhoff 2019; Boezeman et al. 2013; Van der Steen et al. 2018). De suggestie van een staatscommissie op het terrein van landbouw, natuur en leefomgeving is ook niet nieuw (bijvoorbeeld Veerman & Fresco 2019; Rli 2025; Poppe, Veerman & Van der Weijden 2025). Een verschil met eerdere voorstellen is dat uit de resultaten van deze verkenning hele concrete argumenten volgen om een staatscommissie in te richten. Voordat we die specifieke argumenten schetsen waarom een staatscommissie zou kunnen passen bij de problematiek waar de landbouw, natuur en leefomgeving mee kampen, schetsen we eerst in algemene zin wat een staatscommissie eigenlijk is.

Staatscommissies zijn niet zomaar commissies: het zijn wettelijk verankerde commissies die zo af en toe in de geschiedenis worden ingesteld om te adviseren over technisch complexe, politiek gevoelige en maatschappelijk omstreden onderwerpen. Vaak zijn dit onderwerpen die raken aan duidelijke nationale belangen, niet zelden voor de langere termijn. Recente commissies gingen over staatkundige vernieuwing (Commissie Remkes 2017), over langetermijnkwesties als demografie (Commissie van Zwol 2024), en de overstromingsveiligheid van Nederland (Commissie Veerman 2008). Vaak zijn de leden van deze commissies geworteld in zowel de nationale politiek als in de wetenschap en de praktijk. Mits goed gekozen zijn de leden in staat om samen een uitvoerbare koersbepaling te adviseren, die zowel wetenschappelijk onderbouwd is als breed gedragen wordt door maatschappij en politiek (Bijker, Bal & Hendriks 2009). Een staatscommissie staat op enige afstand van de politiek en de direct getroffen. De commissie kan op basis van normatieve wensen en gedegen kennis van zaken taboes doorbreken en een richting aan de politiek voorstellen voor het oplossen van complexe vraagstukken, ook als die voor specifieke belangen pijnlijk zijn.

Argumenten om een staatscommissie in te stellen, volgen uit deze verkenning

Uit deze verkenning volgt een viertal redenen waarom een staatscommissie zou passen bij de aard van de problematiek van landbouw, natuur en de leefomgeving in Nederland:

1. **Politieke tegenstellingen overbruggen:** Historisch gezien is de opgave ongekend groot om de doelen voor natuur, water en klimaat te halen. Hierbij spelen veel onderling gerelateerde belangen. Ook de politieke tegenstellingen waren de afgelopen jaren groot. Bij het halen van de doelen komen mogelijk pijnlijke consequenties kijken voor (een deel van) de direct betrokken partijen. Het is de laatste jaren duidelijk geworden dat een afweging over de toekomst van het landelijk gebied lastig tot stand komt in een politiek turbulente context rond de landbouw. Een staatscommissie kan een derde weg adviseren en stelt partijen daarmee in staat om voorbij hun gepolariseerde standpunten te stappen (zie bijvoorbeeld de Staatscommissie Demografische Ontwikkeling 2050 in 2024).
2. **Compromissen voorbereiden voor complexe vraagstukken voor de lange termijn:** De opgave om de waterkwaliteit te verbeteren, de klimaatschade te beperken en de natuur te herstellen is niet alleen groot, maar ook technisch complex. In een normale politieke onderhandeling, hoe vakkundig ook, zal het lastig zijn in één keer tot een compromis te komen waarmee de drie doelen binnen bereik komen. Daarvoor kent het vraagstuk simpelweg te veel afhankelijkheden, variabelen en deelonderwerpen. Of het nu gaat over de toekomst van aardappelteelt, de omvang van de melkveehouderij, de uitbreiding van specifiek leefgebied voor soorten, de rol van gewasbeschermingsmiddelen in waterkwaliteit, of een andere omgang met agrarische grond: in de politieke onderhandeling zal voor elk voorstel voor verandering in kaart moeten worden gebracht hoe groot de (negatieve) bijdrage is aan de nationale belangen en wat de afstand nog is tot de doelen. Uit de geschiedenis blijkt dat juist staatscommissies bij uitstek goed zijn in het organiseren van deze delicate afwegingen over een technisch complex onderwerp met veel deelbelangen.
3. **Accommoderen van maatschappelijke belangen en oplossingsrichtingen:** Deze verkenning laat zien dat er een waaier aan maatschappelijke deelbelangen geraakt kan worden. Behalve om de doelen rond natuur, klimaat en water gaat het ook om geopolitieke overwegingen, de positie van de landbouwsector of het landelijk gebied als verblijfsruimte. Deze deelbelangen kunnen via allerlei routes de delicate processen van inventarisatie, afweging en doorrekening (onbedoeld) van deelonderwerpen dwarsbomen. Door de koersbepaling onder te brengen in een staatscommissie kan dit worden voorkomen. Dat wil overigens geenszins zeggen dat deze deelbelangen buiten het werk van een staatscommissie moeten worden gehouden. Uit de recente geschiedenis blijkt ook dat staatscommissies strategisch goed kunnen zijn in het

inventariseren van wat er maatschappelijk aan belangen en ideeën leeft. Zo ging de Commissie Veerman in 2008 uitgebreid in op het door de premier en het innovatieplatform gesteunde idee om eilanden voor de kust aan te leggen, om er goed onderbouwd over te adviseren daarvan af te zien (in Boezeman et al. 2013).

4. **Ontbrekende institutionele voorwaarden op orde krijgen:** Tot slot blijkt uit hoofdstuk 4 van deze verkenning dat veel van de institutionele voorwaarden niet op orde zijn voor een daadwerkelijke koersverandering richting doelbereik. Denk hierbij aan de benodigde uitvoeringscapaciteit die nog niet bestaat, het belang van een nieuw richtinggevend ruimtelijk planconcept en langjarige financieringsconstructies om al die veranderingen te betalen. Staatscommissies hebben eerder juist die ontbrekende voorwaarden op orde gekregen via hun voorstellen. Dit lukt in een staatscommissie vaak zonder politiek verzeild te raken in details over het eindbeeld. Zo is de Commissie Veerman in 2008 succesvol geweest om de institutionele voorwaarden te regelen voor overstromingsveiligheid op de lange termijn (Boezeman et al. 2013). Doordat de commissie een wettelijk verankerd Deltafonds adviseerde, met wettelijk verankerde Deltabeslissingen door een Deltacommissaris, kon het nationale belang van overstromingsveiligheid ook voor de lange termijn gegarandeerd worden, ook omdat het thema op enige afstand werd geplaatst van de dagelijkse politieke aandacht.

Uitsluitend politieke visievorming is onvoldoende voor effectieve koersbepaling

De vier argumenten laten zien dat andere arrangementen minder kans van slagen hebben. Of het nu over burgerraden, maatschappelijke dialogen, lokale initiatieven of sectorakkoorden gaat, in veel van deze arrangementen ligt de nadruk op visievorming, specifieke deeloplossingen, of het maken van afspraken met specifieke partijen op basis van een gedeeld eindbeeld. Uit de wetenschappelijke literatuur blijkt echter dat uitsluitend politieke visievorming zelden leidt tot afdoende oplossingen voor complexe maatschappelijke hervormingen. Op basis van de technisch complexe en politiek gevoelige hervormingen van Europese welvaartstaten die vanaf de jaren '80 hebben plaatsgevonden, wordt in de wetenschappelijke literatuur ook wel gesproken over de noodzaak van een samenhangend proces van *puzzling*, *powering* en *participation* (Heclo 1974; Visser en Hemerijck 1997; Culpepper 2002; Hoppe 2011; Van der Steen et al. 2018).

Oftewel: om een effectieve politieke koers te bepalen, moet een technisch complexe puzzel worden gelegd. Daaruit moet een oplossingsrichting voortkomen die uitvoerbaar is (*puzzling*). Ook zal aan een politieke meerderheid gewerkt moeten worden (*powering*). Daarbij zullen de ideeën en zorgen uit de samenleving zichtbaar moeten worden meegenomen (*participation*). Met andere woorden: uit de kwantitatieve analyses in deze verkenning blijkt dat de opgave om de doelen voor water, natuur en klimaat te halen complex en verregaand is. Om een geloofwaardige, effectieve en gezaghebbende politieke koers te bepalen, is alleen politieke visievorming, alleen een maatschappelijke dialoog of alleen een focus op lokale initiatieven niet genoeg (zie ook Bijker et al. 2019). Door de complexiteit van het vraagstuk zijn een aantal ronden van *puzzling*, *powering* en *participation* nodig. Een staatscommissie is in het verleden het vehikel geweest om een dergelijk proces tot een effectief en geloofwaardig resultaat te brengen.

Een staatscommissie voor landbouw, natuur en leefomgeving?

Uit deze verkenning komen keuzes en richtingen voort waarmee de Europese doelen voor natuur, water en klimaat binnen bereik komen. Deze kunnen worden voorgelegd aan een staatscommissie voor landbouw, natuur en leefomgeving. Naast de Europese doelen zullen daarbij uiteraard ook andere, economische, culturele, en geopolitieke belangen in ogenschouw genomen kunnen worden.

Werken aan een koersbepaling voor de lange termijn, met de daarbij horende zekerheid voor natuur en landbouw, betekent niet dat huidige beleidsinspanningen moeten worden gepauzeerd. Integendeel: het ligt daarbij voor de hand om naast het huidige stikstof- en natuurbeleid de meer robuuste oplossingsrichtingen uit deze verkenning te volgen. Dat betekent bijvoorbeeld inzetten op uitbreiding van natuurareaal, het realiseren van overgangszones rond natuurgebieden waar de landbouw extensiever is, en opschalen van het agrarisch natuurbeheer. Welke route uiteindelijk ook gekozen wordt, deze oplossingsrichtingen zullen nodig zijn. Ook op het gebied van institutionele voorwaarden kunnen alvast stappen worden gezet of voorbereid. Dat een andere omgang met grond hoe dan ook nodig zal zijn om de doelen binnen bereik te brengen betekent dat het Rijk reeds kan voorsorteren door de uitvoeringscapaciteit om grondbeleid te voeren op te schalen, ruilgrond te verwerven en afwaarderingsregelingen door te ontwikkelen.

Referenties

- Aarts, N. & Leeuwis, C. (2024). Natuur en landbouw: voorbij de tragiek van een schijnbare tegenstelling. In: SCP (red.), *Tien essays over de internationale verwevenheid van ons voedselsysteem* (83-92). Den Haag: Sociaal en Cultureel Planbureau.
- Acemoglu, D., García-Jimeno, C., & Robinson, J. A. (2015). State capacity and economic development: A network approach. *American economic review*, 105(8), 2364-2409.
- Adams, A., R.-J. Bijlsma, G. Bos, S. Clerkx, J. Janssen, A. van Kleunen, W. Remmelts, N. van Rooijen, J. Schaminée, A. Schmidt, C. van Swaay & S. Wijnhoven (2020), *Vogel- en Habitatrichtlijnrapportage 2019*. Wageningen: Wageningen University & Research.
- Aguilar, Ana Paula D., et al. (2020), Co-designing global target-seeking scenarios: a cross-scale participatory process for capturing multiple perspectives on pathways to sustainability. *Global Environmental Change* 65: 102198.
- Alblas, E., M. Berkhof, D. Kamphorst, W. Nieuwenhuizen (2025), *Doelbereik van de Vogel- en Habitatrichtlijn: Interpretatie en toepassing door het Hof van Justitie van de Europese Unie*. WOT-technical report 285. Wageningen: Wageningen Law Group.
- Alstein, M. van (2022), *Polarisation and conflict: A non-violent approach*. Brussel: Flemish Peace Institute.
- Arkebio (2025), One tiny shot, one giant impact, <https://www.arkeabio.com/>.
- Balmford, A., Ball, T. S., Balmford, B., Bateman, I. J., Buchanan, G., Cerullo, G., & Williams, D. R. (2025), Time to fix the biodiversity leak. *Science*, 387(6735), 720-722.
- Baren, S.A. van, E.J.M.M. Arets, C.M.J. Hendriks, H. Kramer, J.P. Lesschen & M.J. Schelhaas (2024), *Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands; Methodological background, update 2024*, Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Beldman, A. (2023), Betere economische prestaties bij duurzame bedrijfsvoering? Agrimatie, via <https://agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2278&indicatorID=2028#:~:text=Als%20melkveebedrijven%20worden%20gerangschikt%20op,bedrijven%20is%20bijvoorbeeld%20significant%20lager.>
- Bemest op z'n best (2025), <https://www.verantwoordeveehouderij.nl/nl/bemestopznbest.htm>
- Bennison, J. A. (1992), Biological control of aphids on cucumbers use of open rearing systems or 'banker plants' to aid establishment of *Aphidius matricariae* and *Aphidoletes aphidimyza*. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen*, Vol. 57, No. 2b, 457-466 ref. 8.
- Berkhout, P., & Galema, S. (2022), *Duurzaam verdienen: Analyse verdienvermogen verduurzamingsmodellen landbouw* (No. 147). Wageningen: Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.
- Berkhout, P., H. van der Meulen, P. Ramaekers, (2024), *Staat van Landbouw, Visserij, Voedsel en Natuur; Editie 2024*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Berkhout, P., R. Pessers, A. Beldman, N. Bondt, P. van Horne, R. Hoste & B. Smit (2025), *Landbouweconomische gevolgen van de drie scenario's van de landbouw- en natuurverkenning*. WOT-technical report 285. Wageningen: Wageningen Social & Economic Research.
- Berkhout, P., S. van Berkum, & R. Pessers (2024), *EU-voedselautonomie; Factoren van invloed*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Bevir, M. (2012), *Governance: A very short introduction*. Oxford: OUP Oxford.
- Bieleman, J. (2001), De technologische vernieuwing van de Nederlandse landbouw in de twintigste eeuw. *Spil*, 177, 21-25.

- Bijker, W. E., Bal, R., & Hendriks, R. (2009), *The paradox of scientific authority: The role of scientific advice in democracies*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Bijlsma, R. J., Sanders, M. E., Jansen, A. J. M., Pouwels, R., & van Hinsberg, A. (2022), Mooi maar stil: Hoe ver kunnen we komen met herstelbeheer?, *Landschap: tijdschrift voor landschapsecologie en milieukunde*, 39(4), 210-219.
- Bobbink, R., & Lamers, L. P. M. (1999), *Effecten van stikstofhoudende luchtverontreiniging op vegetaties: een overzicht*. Den Haag: Technische Commissie Bodembescherming.
- Bobbink, R., Loran, C. & Tomassen, H. (eds.) (2022), *Review and revision of empirical critical loads of nitrogen for Europe*, Dessau-Roßlau: Umwelt Bundesamt.
- Boer, I. de & Gosselink (2024), *Wat we gemeen hebben. Een analyse van voedselvisies in het veld*. Amsterdam: Foodhub.
- Boezeman, D. & M. Vink (2022), *Beëindigen van veehouderijen – lessen uit 25 jaar beëindigingsregelingen*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Boezeman, D., D. Loefflerink, J. D., & M. Wiering, M. A. (2019), *Nieuwe richtingen voor de implementatie van de Kaderrichtlijn Water. Regionale governance verschillen en sturingsvarianten voor de toekomst*. Nijmegen: Radboud Universiteit.
- Boezeman, D., J. Groot Nibbelink, G. Meijer & J. Spijkerboer (2025), A century of land consolidation in the Kingdom of Netherlands: trends, drivers and lessons for future challenges. *Land Tenure Journal*.
- Boezeman, D., Vink, M., & Van Hinsberg, A. (2023), Stikstof-en natuuraanpak in Nederland: feiten, cijfers en consequenties voor de uitvoering van beleid. H. Schoukens (red). *De stikstofcrisis in de Lage Landen nader ontleed: richtlijnen voor een duurzame transitie* (pp. 111-141), Brugge: Die Keure.
- Van der Bolt, F. J. E., van Boekel, E. M. P. M., Kuindersma, W., Renaud, L. V., Groenendijk, P., Kros, J., van den Roovaart, J., Marsman, A., & Altena, W. (2022), *Het landelijk Waterkwaliteitsmodel: Versie LWKM1.2*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Bolt, F.J.E. Van der, P. Groenendijk en L.V. Renaud. In prep. *Metamodel voor uit- en afspoeling van nutriënten*. WOt-technical report (nummer onbekend).
- Bonnet, J. & A. Tiktak (2025), *Uitdagingen voor de akker- en tuinbouw – huidige situatie en mogelijke ontwikkelingsrichtingen in de open teelten*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Bouma, J., M. Koetse & J. Brandsma (2020), *Natuurinclusieve landbouw: wat beweegt boeren? Het effect van financiële prikkels en gedragsfactoren op de investeringsbereidheid van agrariërs*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Bouwma, I. M., & van der Sluis, T. (2022), Rewilding en het natuurbeleid: mogelijk en wenselijk? In: K. Arts, L. Bakker, & A. Buijs (Eds.), *Rewilding in Nederland: Essays over een offensieve natuurstrategie* (pp. 123-133). Zeist: KNNV Uitgeverij.
- Bouwma, I., van Riel, M., Nuesink, N., Veraart, J., & Pouwels, R. (2020), *Verkenning naar de samenhang van de Vogel- en Habitatrichtlijn en de Kaderrichtlijn Water: een analyse voor het vergroten van de synergie tussen de richtlijnen* (No. 198). Wageningen: Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.
- Boxmeer, E. van, & Ogink, N. (2023), *Mestadditieven voor ammoniakemissiereductie uit rundveemest* (No. 1443). Wageningen: Wageningen Livestock Research.
- Bradley, B.D., M. Christodoulou, C. Caspari & P.D. Luca (2002), *Integrated Crop Management Systems in the EU*. Brussel: Agra CEAS Consulting.

- Brand, C. (2022), De verduurzaming van de landbouw – deel I: productie en verbruik, via <https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/statistische-trends/2022/de-verduurzaming-van-de-landbouw-deel-i-productie-en-verbruik>.
- Brand, C. (2023), De verduurzaming van de landbouw – deel II: emissies, via <https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/statistische-trends/2023/de-verduurzaming-van-de-landbouw-deel-ii-emissies>.
- Breman B.C., W. Nieuwenhuizen, G.H.P. Dirkx, R. Pouwels, B. de Knecht, E. de Wit, H.D. Roelofsen, A. van Hinsberg, P.M. van Egmond, G.J. Maas (2022), *Natuurverkenning 2050 – Scenario Natuurinclusief*. Wageningen: WENR.
- Breman, B. C. (2021), Natuurinclusief scenario biedt optimistisch perspectief. *Mijn Natuur*, 2022(lente), 26-28.
- Bremmer, B., I. Huisman, F. Toemen, H.H. Ellen, J. van Harn, H.J. van Dooren, I. de Jonge, F. Stouthart, N.W.M. Ogink (2022), *Verbetering van effectiviteit emissiearme stalsystemen in de praktijk: inventarisatie, analyse kritische factoren en advies voor verbetering van toepassing van ammoniak reducerende technieken*. Wageningen: Wageningen Livestock Research.
- Bruggen, C. van, A. Bannink, A. Bleeker, D.W. Bussink, H.J.C. van Dooren, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J. Kros, K. Oltmer, M.B.H. Ros, M.W. van Schijndel, L. Schulte-Uebbing, G.L. Velthof, T.C. van der Zee (2024), *Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2022*. Wageningen: WOT Natuur & Milieu.
- Buijs, A. & F. Boonstra (2020). *Natuurbeleid betwist. Visies op legitimiteit en het natuurbeleid*. Zeist: KNNV Uitgeverij.
- Buijs, A., W. Nieuwenhuizen, F. Langers, & H. Kramer (2019), *Resultaten Nationale Landschapsenquête: onderzoek naar visies en waardering van de Nederlandse bevolking over het landelijk gebied in Nederland*, Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Burgt, E. van der & D. Verstand (2021), *De kosten van irrigatiesystemen in beeld. Een kostenvergelijking van druppelirrigatie, peil-gestuurde drainage en de haspel*. Wageningen: Wageningen University & Research.
- Bussel, L.G.J. 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*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Cals, T., C. van Bruggen, J. Huijsmans, L. Vissers, J. Vonk, & G. Velthof (2024), *Raming van luchtmissies uit de landbouw in 2030 en 2050, met doorkijk naar 2040: achtergrondrapportage bij de landbouwramingen in het kader van de Klimaat- en Energieverkenning 2024 en Emissieramingen Luchtkwaliteit 2024*, Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Candel, J. J. (2016), *Putting food on the table: The European Union governance of the wicked problem of food security*. Wageningen: Wageningen University and Research.
- CBAV (2025), *Handboek Bodem & Bemesting*, <https://www.handboekbodemembemesting.nl/>.
- CBS (2025), Aantal koeien dat permanent op stal staat toegenomen, via <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2025/33/aantal-koeien-dat-permanent-op-stal-staat-toegenomen>.
- CE Delft (2020), *Bio-Scope: Toepassingen en beschikbaarheid van duurzame biomassa*. Rapport CE Delft nr. 20.190186.017. <https://ce.nl/publicaties/bio-scope-toepassingen-en-beschikbaarheidvan-duurzame-biomassa/>.
- CLO (2021), [Ecosysteemdiensten in Nederland, 2020](https://www.clo.nl) (indicator 1572, versie 02, 15 februari 2021), 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 and Research, Wageningen.

- CLO (2024a), Biologische landbouw: arealen en veestapels, 2011-2023, [Biologische landbouw: arealen en veestapels, 2011-2023 | Compendium voor de Leefomgeving](#)
- CLO (2024b), Landvoetafdruk, 1990-2021, [Landvoetafdruk, 1990-2021 | Compendium voor de Leefomgeving](#)
- CLO (2025a), Realisatie Natuurnetwerk - verwerving en inrichting, 1990-2024
<https://www.clo.nl/indicatoren/nl130718-realisatie-natuurnetwerk-verwerving-en-inrichting-1990-2024>
- CLO (2025b), Draagvlak voor natuur en natuurbeleid, 2025,
<https://www.clo.nl/indicatoren/nl161903-draagvlak-voor-natuur-en-natuurbeleid-2025>
- Commissie Schaaf (2017), *Van excellente instituten naar vitale innovatie ecosystemen*, Evaluatiecommissie TO2.
- CPB/PBL (2015), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Nederland in 2030 en 2050: twee referentiescenario's*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving/Centraal Planbureau.
- CRa (2025), *Ruimte voor agroproductie in gebouwen?* Den Haag: College van Rijksadviseurs.
- Ctgb (2024), *Beleidsregel van het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden van 23 oktober 2024 inzake de toepassing van artikel 44 van Verordening (EG) nr. 1107/2009 in het kader van werkzame stoffen en metabolieten uit gewasbeschermingsmiddelen die het toelatingscriterium voor oppervlaktewater structureel overschrijden (Beleidsregel toepassing artikel 44 Verordening (EG) nr. 1107/2009 bij structurele overschrijdingen van het toelatingscriterium in oppervlaktewater*. Ede: College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden.
- Culpepper, P. D. (2002), Powering, puzzling, and 'pacting': the informational logic of negotiated reforms. *Journal of European public policy*, 9(5), 774-790.
- Davis, N., Daams, M., van Hinsberg, A., & F. Sijtsma. (2016), How deep is your love – Of nature? A psychological and spatial analysis of the depth of feelings towards Dutch nature areas. *Applied Geography*, 77, 38-48.
- Dewulf, A., & Bouwen, R. (2012), Issue framing in conversations for change: Discursive interaction strategies for “doing differences”. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 48(2), 168-193.
- Doorn van, A., W. Geertsema, J. Dekker, J. Lommen, B. Luske, J. de Jong (2025), *Concretisering Natuurinclusieve landbouw; Ambitieniveaus in woorden en cijfers voor melkveehouderij en akkerbouw*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Doorn, A. van, Melman, D., Westerink, J., Polman, N., Vogelzang, T., & Korevaar, H. (2016). *Food-for-thought: natuurinclusieve landbouw*. Wageningen: WUR.
- Eck, L Van. & I. Pit (2025), *Toxische druk in Rijkswateren*. Utrecht: Deltares.
- Ecologische Autoriteit (2024), *Doen wat moet én kan: nu aan de slag met noodzakelijk natuurherstel, met natuurdoelanalyses als fundament*, Utrecht: Ecologische Autoriteit.
- EEA (2019), *Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe 1994-2019*, Copenhagen: European Environmental Agency.
- EEA (2024), *European climate risk assessment*, Copenhagen: European Environmental Agency.
- Eertwegh, G.A.P.H. Van den, P.G.B. De Louw, J.P.M. Witte, M. Van Huijgevoort, R. Bartholomeus, D. Van Deijl, J.C. Van Dam., J. Hunink, I. America, J. Pouwels, P. Hoefsloot en J. De Wit (2021), *Droogte in zandgebieden van Zuid-, Midden- en Oost-Nederland. Het verhaal: analyse van droogte 2018 en 2019 en bevindingen*. KnowH2O, KWR, Deltares, WUR, HSS, FWE 178.
- EFSA PPR Panel (2013), *Guidance on tiered risk assessment for plant protection products for aquatic organisms in edge-of-field surface waters*. EFSA Journal (11) 7, 3290.

- Eldik, Z.C.S. van & R.I. van Dam (2024), *Maatschappelijke visies op de toekomst van landbouw en natuur; Achtergrondrapport Landbouw-Natuurverkenning*. Wageningen: WENR.
- Erkens, G., Kool, H., Melman, R. (2021), *Actualisatie bodemdalingsverspellingskaarten*. Utrecht: Deltares.
- Europese Commissie (2019). *Beheer van Natura 2000-gebieden – De bepalingen van artikel 6 van de Habitatrichtlijn (92/43/EEG) (C(2018) 7621 final)*. Publicatieblad van de Europese Unie, C 33, 1–79. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=CELEX:52019XC0125\(07\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=CELEX:52019XC0125(07))
- Eurostat (2023), How much do households spend on food and alcohol? Via <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20230201-1>
- EZK (2023), Kamerbrief over de Voorjaarsbesluitvorming Klimaat, 26 april 2023, Den Haag: Ministerie van EZK.
- Fuchs, L. & Selin Norén, I. (2023), *Factsheet Agroforestry. Wat zijn de mogelijkheden voor koolstofvastlegging door agroforestry?*, Wageningen: Wageningen University and Research.
- Funtowicz, S. O., & Ravetz, J. R. (1990), *Uncertainty and quality in science for policy* (Vol. 15). Springer Science & Business Media.
- Gaalen, F. van, L. Osté & E. van Boekel (2020), *Nationale analyse waterkwaliteit. Onderdeel van de Delta-aanpak Waterkwaliteit*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Gaalen, F. van, R. Franken, F. Kirkels, S.I. Ibrahim, J. van Minnen, A. Bouwman & M. Vonk (2024), *Klimaatrisico's in Nederland; De huidige stand van zaken*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Gerritsen, A. & H. Agricola (2022), *Agrarische ontwikkelpaden en natuur: aanknopingspunten voor gebiedsgerichte aanpakken*. Wageningen: WOt-special 11.
- Gies, E., Cals, T., Groenendijk, P., Kros, H., Hermans, T., Lesschen, J. P., Renaud, L., Velthof, G., & Voogd, J.-C. (2023), *Scenariostudie naar doelen en doelrealisatie in het kader van het Nationaal Programma Landelijk Gebied : een integrale verkenning van regionale water-, klimaat- en stikstofdoelen en maatregelen in de landbouw*. Wageningen: Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/587289>
- González, S., & Healey, P. (2005), A sociological institutionalist approach to the study of innovation in governance capacity. *Urban studies*, 42(11), 2055–2069.
- Graaf, B. de (2025), Kantel de dramadriehoek. *VNG Magazine* nummer 10, 27 juni 2025.
- Groenendijk, P., van Gerven, L., & Schipper, P. (2021), *Maatregel op de Kaart (Fase 2). Identificeren van kansrijke perceelsmaatregelen*. Wageningen: WENR.
- Groenendijk, P., Cals, T., Kros, H., Renaud, L., Voogd, C.-J. (2024), *Effecten van het mestbeleid op de uit- en afspoeling van meststoffen; Berekeningen ten behoeve van de Evaluatie Meststoffenwet 2024*, Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Guston, D. (2001), Boundary Organizations in Environmental Policy and Science: An Introduction. *Science Technology and Human Values*, 26(4), 399–408.
- Haas, M. de (2013), *Two Centuries of State Involvement in the Dutch Agro Sector. An Assessment of Policy in a Long-Term Historical Perspective*. Den Haag: Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR).
- Halffman, W. (2009), Measuring the stakes: The Dutch planning bureaus. In J. Lentsch & P. Weingart (eds), *Scientific advice to policy making: International comparison* (pp. 41–66). Leverkusen: Verlag Barbara Budrich.
- Hallmann, C.A. & E. Jongejans (2021), *Long-term trends and drivers of aquatic insects in the Netherlands*. Amersfoort: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.

- Hallmann, C.A., M. Sorg, E. Jongejans, H. Siepel, N. Hofland & H. Schwan (2017), *More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas*. PLoS ONE 12(10): e0185809.
- Hanemaaijer, A. et al. (2025), *Integrale Circulaire Economie Rapportage 2025*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Heclo, H. (1974), *Modern Social Politics in Britain and Sweden: From Relief to Income Maintenance*, New Haven: Yale University Press.
- Hees E., P. Leendertse, & E. Hoftijser (2016), *Supermarkt aan zet voor duurzame gewasbescherming*. Culemborg: CLM.
- Hellinga, N., P. Kuiper, J. Woltjer & M. Voskuilen (2024), *NPLG-doelen vergen maatwerk in agrarische bedrijfsvoering*, in: Kwartaalbericht agrarische grondmarkt 2024-1 <https://www.kadaster.nl/-/duurzame-landbouwiniciatieven-dragen-bij-aan-nplg-doelen>
- Hendriks, D. (2009), *De invloed van hydrologie op de broeikasgasbalans in laagveengebieden. Stromingen: vakblad voor hydrologen*, 41-59.
- Hendriks, D., H. Passier, A. Marsman, O. Levelt, N. Lamers, J. Valstar, M. Hoogvliet, P. de Louw, J. Rozemeijer, F. van de Ven, Wageningen Environmental Research: J. M. van Linge, X. Hu, M. van Buuren (2023), *Integrale Grondwaterstudie Nederland module 1: landelijke analyse*, Delft: Deltares Rapport 11208092-001-BGS-0001.
- Hengsdijk, H., M. Riemens, P. Ruigrok, R. van der Maas, K. Leiss & B. Lotz (2023), *Tussenrapportage kennisimpuls groene gewasbescherming 2017-2022*. Wageningen: Wageningen University & Research.
- Henkens, R.J.H.G., A. Cormont, A., C.A.M. van Swaay, G.W.W. Wamelink & F.G.W.A. Ottburg (2024), *Risico's en kansen van klimaatverandering voor de Nederlandse natuur; Invloed van temperatuurstijging, extreme droogte of natheid, zeespiegelstijging en verzilting op de doelen voor VHR, KRW, ecosysteemdiensten en algemene biodiversiteit*, Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Hoek, D.-J. van der, M. Smit, S. van Broekhoven, A. van Hinsberg, P. Giesen, H. Bredenoord, R. Pouwels, B. de Knecht, F. van Gaalen, A. de Blaeij, S. Mylius en R. Folkert (2017), *Potentiële bijdrage van provinciaal natuurbeleid aan Europese biodiversiteitsdoelen. Achtergrondrapport lerende evaluatie van het Natuurpact*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Hinsberg, A. van et al. (2023), *Review van de MetaNatuurPlanner*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Hinsberg, A. van, P. van Egmond, R. Pouwels, J. Dirkx & B. Bremaen (2020), *Referentiescenario's Natuur. Tussenrapportage Natuurverkenning 2050*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Hinsberg, A. van & P. van Egmond (2020), *Quick-scan intensivering natuurmaatregelen. Een eerste inschatting van potentiële effecten*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Hinsberg, A., M. Vonk, M. Hellegers, & S. van der Esch (2024), *Verkenning van de lange termijn externe invloeden op landbouw en natuur in Nederland*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Hisschemöller, M., & Hoppe, R. (1995), 'Coping with intractable controversies: The case for problem structuring in policy design and analysis'. *Knowledge and Policy*, 8(4), 40-60.
- Holtslag-Broekhof, S. M. (2016), *Private grond voor publieke doelen*. Apeldoorn: Kadaster.
- Hoogendijk, A. (2025), 'Naar nieuwe collectiviteit', in: D. Veerman & E. Gravesteijn (red), *Daarom zijn de boeren boos, de werkelijkheid achter de verhalen* (pp. 69-90). Amsterdam: Prometheus.
- Hoppe, R. (2011), *The governance of problems: Puzzling, powering and participation*. Bristol: Policy Press.

- Hoppe, R., & Turnbull, N. (2024), Problem structuring, wrong-problem problems and metagovernance as the strategic management of intractable positions: The case of the EU GM Crop Regulatory Framework controversy. *Public Policy and Administration*, 39(3), 475-496.
- Huijsmans, T. M. (2024), *Our place in politics: Urban-rural political divergence and how place affects political attitudes*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam.
- Huitzing, H., W. Kuindersma, W. van Dijk & W. Nieuwenhuizen (2025), *Agrarisch natuurbeheer. Handvatten voor een succesvol agrarisch natuurbeheer*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- IenW (2022), Water en Bodem sturend, Kamerstukken 27 625 en 30 015, nr. 592
- IenW (2025), *Regeling ammoniak en veehouderij (RAV)*. Rijksoverheid.
Beschikbaar via: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/veehouderij/regeling-ammoniak-en-veehouderij>
- IEEP (2025), *Future EU targets for climate, nature and water: implications for agricultural land use*. Brussel: Institute for European Environmental Policy.
- IPBES (2016), *The methodological assessment report on scenarios and models of biodiversity and ecosystem services*. S. Ferrier, K. N. Ninan, P. Leadley, R. Alkemade, L. A. Acosta, H. R. Akçakaya, L. Brotons, W. W. L. Cheung, V. Christensen, K. A. Harhash, J. Kabubo-Mariara, C. Lundquist, M. Obersteiner, H. M. Pereira, G. Peterson, R. Pichs-Madruga, N. Ravindranath, C. Rondinini and B. A. Wintle (eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany.
- IPO en LVVN (2024), *Tiende Voortgangsrapportage Natuur*, Den Haag: Interprovinciaal overleg, LVVN en BIJ12.
- Janssen, J. (2024), *Renovatio ruralis. De wederombouw van het Nederlandse platteland*. Tilburg: Tilburg University.
- Jaworski, C.C., E. Thomine, A. Rusch, A.-V. Lavoie, S. Wang & N. Desneux (2023), *Crop diversification to promote arthropod pest management: A review*. *Agriculture Communications* (1): 100004.
- Jongeneel, R. G. Backus, M. van Asseldonk, S. van Kampen, (2024), *Werken aan dierenwelzijn in de veehouderij; Een sociaal-economische impactanalyse*. Wageningen, Wageningen Economic Research
- Jongeneel, R. M. van Asseldonk, C. Daatselaar, A. Greijdanus, J. Helming, L. Vissers, (2024a), *Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: melkveehouderij en akkerbouw*. Wageningen, Wageningen Economic Research.
- JRC (2023), *Risks and vulnerabilities in the EU food supply chain*, Joint Research Center, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Jukema, G., P. Ramaekers, & J. Woltjer (2025), *De Nederlandse agrarische sector in internationaal verband - editie 2025*. Wageningen Economic Research. <https://doi.org/10.18174/684406>
- Kaajan, M. (2021), *Verzoek om intrekking natuurvergunning op basis van art. 5.4 Wnb, annotatie bij Rb. Gelderland 22 oktober 2021*, ECLI:NL:RBGEL:2021:5684, okt 22, 2021, OGR, 206.
- Kager, H., M. Meijerink, L. Jansen & T. Broeze (2021), *Oplossingsrichtingen emissiereductie melkvee- en varkenshouderij : overzicht van huidige mogelijke maatregelen, technieken en oplossingen voor reductie van methaan en ammoniak in de melkvee- en varkenshouderij*. Den Haag: Schuttelaar & Partners
- Kamphorst, D., Nieuwenhuizen, W., Kuiper, P. P., & Harleman, F. (2024), *Drie decennia natuurrealisatie in de Krimpenerwaard: inzicht in de werking en doorlooptijd van grondinstrumenten* (No. 161). Wageningen: Wageningen Environmental Research.

- Karunathilake, E.M.B.M., A.T. Le, S. Heo, Y.S. Chung & S. Mansoor (2023), *The Path to Smart Farming: Innovations and Opportunities in Precision Agriculture*. Agriculture (13): 1593.
- Katsarova, I. (2024), *Plants produced using new genomic techniques*. Brussel: European Parliamentary Research Service.
- Kempenaar, C. (2024), 'Versnelling adaptatie precisietechnieken zal impuls geven aan verduurzaming landbouw'. *CropLife NL Bulletin* (2024): 3.
- Kempenaar, C., et al. (2019), *Op naar precisielandbouw 2.0: Eindrapport PPS PL2.0 2015-2019 topsectorproject AF-14275*. Wageningen: Wageningen Plant Research
- Kerckhoff A.D.N. (2019), Een onderbelicht fenomeen. Over Staatscommissies. In: Heringa A.W. & Schinkelshoek J. (red.), *Groot onderhoud of kruimelwerk. Ongevraagd commentaar op de aanbevelingen van de Staatscommissie Parlementair Stelsel* (pp. 21-35). Den Haag: Boom.
- Kerckhoff, T., & J. Martina (2015), *Advies aan de regering: staatscommissies in Nederland tussen 1814 en 1970*. *Beleid en Maatschappij*, 42(2), 79-101.
- Knegt, B. de (ed.) (2014), *Graadmeter Diensten van Natuur; Vraag, aanbod, gebruik en trend van goederen en diensten uit ecosystemen in Nederland*, Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Knegt, B. de, M. van Eupen, A. van Hinsberg, R. Pouwels, M.J.S. Reijnen, S. de Vries, W.G.M. van der Bilt, & S. van Tol (2011), *Ecologische en recreatieve beoordeling van toekomstscenario's voor natuur op het land : achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011*. Wageningen: WOT Natuur & Milieu.
- Knegt, B. de, Pleijte, M., de Wit-de Vries, E., Bouwma, I., Kistenkas, F., & Nieuwenhuizen, W. (2020), *Samenhang Klimaatakkoord en natuurbeleid: Proces en implementatie van het Klimaatakkoord door provincies en maatschappelijke partijen en de potentiële effecten op biodiversiteitsdoelen van de Vogel- en Habitatrichtlijn* (No. 179). Wageningen: Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.
- KNMI (2023), *KNMI National Climate Scenario's 2023 for the Netherlands*, De Bilt: Royal Netherlands Meteorological Institute.
- Kortmann, T. (2018), *Onrust in de Oostvaardersplassen*, *Opportuun*, nummer 3, 12 september <https://magazines.openbaarministerie.nl/opportuun/2018/03/onrust-in-de-oostvaardersplassen>
- Krogsbøll, M., Rezaei, M., Fogde, N., Weiss, N. D., Russell, H. S., Feilberg, A., & Johnson, M. S. (2025), Efficient Mitigation of Dilute Methane, Ammonia, and Odor in Ventilation Air from Cow and Pig Barns and a Biogas Plant: Photoreactor Field Demonstration. *ACS ES&T Air*, 2(8), 1648-1655.
- Krogsbøll, M., Russell, H. S., & Johnson, M. S. (2024), A high efficiency gas phase photoreactor for eradication of methane from low-concentration sources. *Environmental Research Letters*, 19(1), 014017.
- Kros, H., Cals, T., Gies, E., Groenendijk, P., Lesschen, J. P., Voogd, J. C., Hermans, T., Velthof, G. (2024), 'Region oriented and integrated approach to reduce emissions of nutrients and greenhouse gases from agriculture in the Netherlands'. *Science of The Total Environment*, 909, 168501.
- Kruit, J., Prins, E., Geerlings, E., Wendel, B., Schoutsen, M., & Vijn, M. (2025), *Dataverzameling Agroforestry: verkenning van de aspecten, indicatoren en protocollen voor basisregistratie, agronomie en ecosysteemdiensten*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Kuikman, P.J., W.J.M. de Groot, R.F.A. Hendriks, A. Verhagen & F. de Vries (2003), *Stocks of C in soils and emissions of CO₂ from agricultural soils in the Netherlands*. Alterra, Wageningen. Alterra report 562. 37 pp.

- Kuindersma, W., de Wit-de Vries, E., Boonstra, F. G., Pleijte, M., & Kamphorst, D. A. (2020), *Het Nederlandse natuurbeleid in zijn institutionele context: Beschrijving en analyse van de interne en externe congruentie van het Nederlandse natuurbeleidsarrangement in relatie tot landbouwbeleid, waterbeleid (voor de grote rivieren) en recreatiebeleid (1975-2018)* (No. 187). Wageningen: Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.
- Kuindersma, W., van den Berg, J., Boonstra, F. G., & Kamphorst, D. A. (2023), *De weerbaarheid van beleidsintegratie in de veenweiden: Het gebied Aldeboarn-De Deelen* (No. 152). Wageningen: Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.
- Kuiper, R., B. van Bommel, I. Bax & M. Spoon (2024), *Planmonitor NOVI 2024. Mogelijke verstedelijking: risico's voor kwetsbare gebieden*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Kuipers, A., Galama, P., Spoelstra, S. F., Wiering, C. J., & Koerkamp, P. G. (2025), Invited review: Combined mitigation of methane and ammonia emissions from dairy barns through barn design, ventilation and air treatment systems. *Journal of Dairy Science*, 108(7), 6565-6586.
- Kwakernaak, C., van den Akker, J. J. H., Veenendaal, E. M., van Huissteden, J., & Kroon, P. (2010), Mogelijkheden voor mitigatie en adaptatie Veenweiden en klimaat. *Bodem*, 2010(juni), 6-8.
- Laar, H. van, Bannink, A., van Gastelen, S., & Sebek, L. (2023), *Jong geleerd is oud gedaan: reductie van de lange termijn methaan uitstoot van melkvee door interventie in het pensmicrobioom in het jonge leven : een literatuurstudie*. Wageningen: Wageningen Livestock Research.
- Labarthe, P., & Laurent, C. (2013), Privatization of agricultural extension services in the EU: Towards a lack of adequate knowledge for small-scale farms?. *Food policy*, 38, 240-252.
- Lamichhane, J.R., B. Akbas, C.B. Andreasen, W. Arendse, S. Bluemel, S. Dachbrodt-Saaydeh & J.C. Malet (2018), 'A call for stakeholders to boost integrated pest management in Europe: A vision based on the three-year European research area network project'. *International Journal of Pest Management* 64(4): 352-358.
- Lammers, G. W., van Hinsberg, A., Loonen, W., Reijnen, M. J. S. M., & Sanders, M. E. (2005), *Optimalisatie Ecologische Hoofdstructuur; ruimte, milieu en watercondities voor duurzaam behoud van biodiversiteit*. Bilthoven: Milieu en Natuur Planbureau.
- Leendertse, P.C., L. Lageschaar, E. Hoftijser, C.W. Rougoor, S.J. Boeke & J. van Beek (2019), *Tussenevaluatie Gezonde Groei, Duurzame Oogst (GGDO). Geïntegreerde gewasbescherming*. Culemborg: CLM.
- Lemm, J.U., M. Venohr, L. Globevnik, K. Stefanidis, Y. Panagopoulos, J. van Gils, L. Posthuma, P. Kristensen, C.K. Feld, J. Mahnkopf, D. Hering & S. Birk (2020), 'Multiple stressors determine river ecological status at the European scale: Towards an integrated understanding of river status deterioration'. *Global Change Biology* (2021;27): 1962-1975.
- Lesschen, J. P., Reijs, J., Vellinga, T., Verhagen, J., Kros, H., de Vries, M., Jongeneel, R., Slier, T., Gonzalez Martinez, A., Vermeij, I., & Daatselaar, C. (2020), *Scenariostudie perspectief voor ontwikkelrichtingen Nederlandse landbouw in 2050*. Wageningen: Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/512111>
- Lesschen, J.P., C. Hendriks, T. Slier, R. Porre, G. Velthof & R. Rietra (2021), *De potentie voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw*. Wageningen: WENR.
- Levi-Faur, D. (2005), The global diffusion of regulatory capitalism. *The annals of the American academy of political and social science*, 598(1), 12-32.
- Lieshout, M. van, Dewulf, A., Aarts, N., & Termeer, C. (2011), Do scale frames matter? Scale frame mismatches in the decision making process of a "mega farm" in a small Dutch village. *Ecology and society*, 16(1).

- Liess, M., L. Liebmann, P. Vormeier, O. Weisner, R. Altenburger, D. Borchardt, W. Brack, A. Chatzinotas, B. Escher, K. Foit, R. Gunold, S. Henz, K.L. Hitzfeld, M. Schmidt-Jansen, M. Kamjunke, O. Kaske, S. Knillmann, M. Krauss, E. Küster, M. Link, M. Lück, M. Möder, A. Müller, A. Paschke, R.B. Schäfer, A. Schneeweiss, V.C. Schreiner, T. Schulze, G. Schüürmann, W. von Tümpling, M. Weitere, J. Wogram & T. Reemtsma (2021), 'Pesticides are the dominant stressors for vulnerable insects in lowland streams'. *Water Research* (201): 117262.
- Linden, A. van der, J.C. van den Roovaart, N. Evers, J. Rost, H. Visser, P. Vethman, A.C. de Niet, S. Nieuwhof, R. Knoben, A. Bontsma & F. van Gaalen (2021), Update ecologische kennisregels KRW-Verkenner, Delft: Deltares.
- LVN (2022), *Kamerbrief samenhangend pakket glastuinbouw*, Den Haag: Tweede Kamer.
- Loi, A. et al., (2024), *The dependency of the EU's food system on inputs and their sources*, Brussel: European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies.
- Louw, P. G. de, Witte, J. P., van den Eertwegh, G. A. P. H., Bartholomeus, R. P., Pouwels, J., & Hunink, J. (2022), Beter bestand tegen droogte: oplossingsrichtingen voor een hydrologisch goed functionerend grondwatersysteem in de zandgebieden van Nederland. *Stromingen: vakblad voor hydrologen*, 28(1), 3-21.
- Luske, B., B. Tinhout & M. Veenenbos (2024), *Natuurinclusieve landbouw in de praktijk*. Culemborg: CLM. Bunnik: Louis Bolk Instituut.
- LVVN (2025), *Handelsbalans van landbouwgoederen*. Staat van landbouw, natuur en voedsel (laatst geüpdatet 19 september 2025), via https://www.staatvanlandbouwnatuurenvoedsel.nl/kerncijfers/handelsbalans-van-landbouwgoederen/#Belang%20in%20totaal%20handel_1099
- Majone, G (1994), The rise of the regulatory state in Europe, *West European Politics*, 14 (3): 77-101.
- Man, A. P. de, & Bigwood, M. (2006), Innovatie in landbouw terug bij af. *Economisch Statistische Berichten*, 91(22), 456-8.
- Mann, C. C. (2018), *The wizard and the prophet: Two remarkable scientists and their dueling visions to shape Tomorrow's world*. New York: Knopf.
- Martens, S. en H. ten Holt (2020), *Ecologisch assessment van de landschappen van Nederland. Analyse door het Kennisnetwerk OBN*. Rapport nr. 2020/OBN238, Driebergen: Kennisnetwerk OBN.
- Meeusen, R.J.M., de Louw, P.G.B., Boelens, R., & Mens, M.J.P. (2023), Effectiviteit van bufferzones voor grondwaterstandsverhoging in grondwaterafhankelijke natuurgebieden op de zandgronden: Een modelverkenning op landelijke schaal. Delft: Deltares.
- Messelink, G., Leman, A., & Beerling, E. (2022), *Functionele biodiversiteit in en om de kas: mogelijke risico's en kansen voor plaagbestrijding*. Wageningen :Wageningen Plant Research.
- Meulen, H. van der (2025), Nederlandse boer verdient steeds meer aan extra diensten op het erf, via <https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksinstituten/social-economic-research/show-ser/nederlandse-boer-verdient-steeds-meer-aan-extra-diensten-op-het-erf.htm>
- Mineau, P. & M. Whiteside (2013), 'Pesticide Acute Toxicity Is a Better Correlate of U.S. Grassland Bird Declines than Agricultural Intensification'. *PLoS One* 8(2): e57457.
- Minnen, J. van, B. Strengers & B. Daniëls (2024), *Beschikbaarheid biograndstoffen in Nederland en de Europese Unie. Notitie bij studie Trajectverkenning Klimaatneutraal Nederland 2050*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- MKGG (2024), *Ontwerp-Klimaatplan 2025-2025*, Den Haag: Ministerie van Klimaat en Groene Groei.

- MLNV. (n.d.). Herstelstrategieën Natura 2000-habitattypen. Via: <https://www.naturazoo.nl/hulpmiddelen/herstelstrategieen>
- MNP/RIVM (2004), Mineralen beter geregeld. Evaluatie van de werking van de Meststoffenwet 1998-2003. Bilthoven: MNP/RIVM.
- Nijdam, D. S., Rood, T. G., & van Oorschot, M. M. (2019), Land use related to Dutch consumption, 1990-2013. *Land Use Policy*, 82, 401-413.
- OECD (2015), *Innovation, Agricultural Productivity and Sustainability in the Netherlands*, OECD Food and Agricultural Reviews, Parijs: OECD Publishing.
- OECD (2023), *Policies for the Future of Farming and Food in the Netherlands*, OECD Agriculture and Food Policy Reviews, Parijs: OECD Publishing.
- OECD (2024), *Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2024: Innovation for Sustainable Productivity Growth*, Parijs: OECD Publishing.
- Oenema O. & Berentsen, P.B.M. (2005), *Manure policy and minas: regulating nitrogen and phosphorus surpluses in agriculture of the Netherlands*. Paris: OECD
- Opdam, P. F. M., & Vos, C. C. (2023), Hoeveel groenblauwe dooradering is nodig. *Landschap: tijdschrift voor landschapsecologie en milieukunde*, 40(2), 57-65.
- Ovaskainen, O., Skorokhodova, S., Yakovleva, M., Sukhov, A., Kutenkov, A., Kutenkova, N. & Delgado, M. D. M. (2013), Community-level phenological response to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(33), 13434-13439.
- Pardey, P. G., Chan-Kang, C., Dehmer, S. P., & Beddow, J. M. (2016), Agricultural R&D is on the move. *Nature*, 537(7620), 301-303.
- PBL & WUR (2017), *Lerende evaluatie van het Natuurpact. Naar nieuwe verbindingen tussen natuur, beleid en samenleving*, Den Haag: PBL.
- PBL & RIVM (2025), *Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen 2025. Rapportage bij de Klimaat- en Energieverkenning 2024*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL & WUR (2020), *Lerende evaluatie van het Natuurpact 2020. Gezamenlijk de puzzel leggen voor natuur, economie en maatschappij*, Den Haag: PBL.
- PBL & WUR (2023), *Lessen uit 10 jaar Natuurpact- Derde Lerende evaluatie van het Natuurpact*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2014), *Leidraad voor Omgaan met Onzekerheden*, Den Haag: PBL.
- PBL (2018), *Naar een wenkend perspectief voor de Nederlandse landbouw. Voorwaarden voor verandering*. Den Haag: PBL Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2019), *Dagelijkse kost. Hoe overheden, bedrijven en consumenten kunnen bijdragen aan een duurzaam voedselsysteem*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2019), *Geïntegreerde gewasbescherming nader beschouwd. Tussenevaluatie van de nota Gezonde Groei, Duurzame Oogst*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2019), *Stikstof in perspectief*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2021), *Naar een uitweg uit de stikstofcrisis: overwegingen bij een integrale, effectieve en juridisch houdbare aanpak*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2023), *Analyse Leefomgevingseffecten Verkiezingsprogramma's 2023-2027*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2023), *Reflectie op 'In Beweging', concept-Landbouwakkoord 2040*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

- PBL (2023), *Vier scenario's voor de inrichting van Nederland in 2050. Ruimtelijke Verkenning 2023*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2024), *Klimaatrisico's in Nederland; De huidige stand van zaken*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2024), *Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050. Trajecten naar een klimaatneutrale samenleving voor Nederland in 2050*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2025), *Balans van de leefomgeving, Urgente opgaven, krachtige keuzes*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL en WUR (2017), *Lerende evaluatie van het Natuurpact. Naar nieuwe verbindingen tussen natuur, beleid en samenleving*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL, TNO, CBS en RIVM (2022), *Klimaat- en Energieverkenning 2022*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL, TNO, CBS en RIVM (2024), *Klimaat- en Energieverkenning 2024*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL, WUR & RIVM (2024), *Monitoring en evaluatie van het Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering. Syntheserapport*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving, Wageningen: Wageningen University & Research, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- PBL, WUR, Deltares & RIVM (2024), *Ex-ante analyse nationaal programma landelijk gebied: Provinciale programma's en rijksmaatregelen*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL, Deltares, RIVM & WUR (2025), *Reflectie op MCEN-maatregelenpakket spoor 2*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Peters, B. G. (2015), Policy capacity in public administration. *Policy and Society*, 34(3-4), 219-228.
- Ploeg, J. D. van der (2003), *The virtual farmer*. Assen: Van Gorcum.
- Poppe, K., D. Veerman en W. van der Weijden (2025), Uit de duivelse crisis? In: D. Veerman & E. Gravesteyn (red), *Daarom zijn de boeren boos, de werkelijkheid achter de verhalen* (pp. 295-327). Prometheus.
- Posthuma, L., M.C. Zijp, D. de Zwart, D. van de Meent, L. Globevnik, M. Koprivsek, A. Focks, J. van Gils & S. Birk (2020), *Chemical pollution imposes limitations to the ecological status of European surface waters*. *Nature Scientific Reports* (10): 14825.
- Pouwels, R., G.W.W. Wamelink, M.H.C. van Adrichem, R. Jochem, R.M.A. Wegman & B. de Knegt (2017), *MetaNatuurplanner v4.0 - Status A. Toepassing voor Evaluatie Natuurpact*. Wageningen: WOT Natuur & Milieu.
- Pouwels, R. & R. Henkens (2020), *Naar een hoger doelbereik van de Vogel- en Habitatrichtlijn in Nederland: Een analyse van de resterende opgave na 2027 voor het bereiken van een gunstige staat van instandhouding van alle habitattypen en VHR-soorten* (No. 2989). Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Pouwels, R. E. Gies, A. Van Hinsberg en E.H. Van der Zanden. (te verschijnen). *Aanpassingen in natuur, water en landbouw binnen de scenario's van de Landbouw- en Natuurverkenning*. WOT-technical report (nummer onbekend).
- Pue, D. de, Kerselaers, E., Mettepenningen, E., & Buysse, J. (2021), A farmers' perspective on farm relocation: lessons learnt from relocated farmers in Belgium and The Netherlands. *Journal of Environmental Planning and Management*, 64(8), 1474-1495.
- Raad voor Dieraangelegenheden (2021), *Dierwaardige veehouderij*. Den Haag: Raad voor Dieraangelegenheden.

- Regieorganisatie Transitie Landelijk Gebied (2024), *Instrumentenkoffer landelijk gebied Basisdocument*, Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Remkes J. (2019), *Niet alles kan*. Amersfoort: Adviescollege Stikstofproblematiek.
- Remkes J. (2020), *Niet alles kan overal*. Amersfoort: Adviescollege Stikstofproblematiek.
- Remkes, J. (2022), *Wat wel kan: Uit de impasse en een aanzet voor perspectief*. Amersfoort: Adviescollege Stikstofproblematiek.
- Rijk, J. H. de (2015), *Vogels en mensen in Nederland 1500-1920*. Rozendaal: Anoda Publishing.
- Ritsema van Eck, J., H. Hilbers & D. Blomjous (2020), *Actualisatie invoergegevens mobiliteitsmodellen 2020*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving en Centraal Planbureau.
- RIVM (2004), 'The Operational Priority Substances Model'. Jaarsveld, J.A. van., Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, report 500045001.
- RIVM (2023), *Monitor stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden 2023. Monitoring van de Wet stikstofreductie en natuurverbetering*. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- RIVM (2024), *Monitor stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden 2024*. Bilthoven: RIVM
- RIVM (2025), *Monitor stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden 2025*. Bilthoven: RIVM
- RIVM (2025d), 'OPS-model versie 5.3.1.0'. auteurs: Sauter, F. K. Siteur, M. Sterk, E. van der Swaluw, R. Wichink Kruit, W. de Vries Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu: Bilthoven. <https://www.rivm.nl/documenten/uitgebreide-modelbeschrijvingvan-ops-versie-531>
- RLI (2025), *Falen en opstaan, Naar een doeltreffende aanpak van problemen in de leefomgeving*, Den Haag: Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur.
- Roovaart, J. van den, S. Kelderman, L. van Eck, V. Harezlak, E. Meijers, A. van der Linden, & J. Bleser (2024), *Ex-ante evaluatie doelbereik Kaderrichtlijn Water voor de Nederlandse oppervlaktewateren Achtergrondrapportage bij de Tussenevaluatie KRW 2024*, Delft: Deltares.
- Roovaart, J. van den, T. Troost, A. van der Linden, & W. Altena (2021), *Ex-ante evaluation of nutrients in fresh, coastal and marine waters with a focus on the Meuse basin*. Delft: Deltares.
- Ros, G. H., Kager, H., Boom, G., & de Vries, W. (2025), *Verkenning effecten landbouwinnovaties: Potentieel van landbouwinnovaties om emissies van ammoniak en broeikasgassen naar de lucht en verliezen van nutriënten naar het water te verlagen*. Wageningen: Wageningen Universiteit.
- Salm, C. Van der, J.C. van Middelkoop & P.A.I. Ehlert (2017), 'Changes in soil phosphorus pools of grasslands following 17 yrs of balanced application of manure and fertilizer'. *Soil Use and Management* (33): 2-12.
- Sanders, M. E., Henkens, R. J. H. G., Veraart, J. A., Woltjer, I., van der Graft-van Rossum, J. G. M., & Clement, J. (2016), *Kansen voor ontwikkeling van robuuste natuur in Nederland* (No. 2748). Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Schrier-Uijl, A. P., Kroon, P. S., Hensen, A., Leffelaar, P. A., Berendse, F., & Veenendaal, E. M. (2010), 'Comparison of chamber and eddy covariance-based CO₂ and CH₄ emission estimates in a heterogeneous grass ecosystem on peat'. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150(6), 825-831.
- Schrijver, R. A. M., Dawson, A. W., Dijkshoorn-Dekker, M. W. C., Ferwerda-van Zonneveld, R. T., Michels, R., Polman, N. B. P., & Smits, M. J. W. (2022), 'Oog voor natuurinclusieve initiatieven'. *Vakblad Natuur Bos Landschap*, 19(185), 12-15.
- Scott, J. C. (1998), *Seeing like a state: How certain schemes to improve the human condition have failed*. New Haven: Yale University Press.

- Schulz, M., T. Lubbers, M. van Twist & A. Frankowski (2023), *Leren tussen consensus en conflict. Stileren van strijd in het leren over de ontwikkeling van het landelijk gebied*. Den Haag: NSOB.
- SCP (2023), *Somber over de samenleving? Een studie naar verschillen in maatschappelijk onbehagen in Nederland*, Den Haag: Sociaal en Cultureel Planbureau.
- SCP (2024), *Tien essays over de internationale verwevenheid van ons voedselsysteem*. Den Haag: Sociaal en Cultureel Planbureau.
- SCP (2025), *Klimaat en Samenleving, Burgerperspectieven*. Den Haag: Sociaal en Cultureel Planbureau.
- SEO (2025), *Stikstofuitstoot en stikstofbeperkingen: wat is de schade?* Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- SER (2020), *Biomassa in balans. Een duurzaamheidskader voor hoogwaardige inzet van biograndstoffen*. Den Haag: Sociaal-Economische Raad.
- SER (2021), *Naar duurzame toekomstperspectieven voor de landbouw*, Den Haag: Sociaal-Economische Raad.
- Sierdsema H., Kleyheeg E. & Vogel R. In prep. *Scenariostudie naar de potenties voor herstel van de gruttopopulatie op landelijk en provinciaal niveau*. Sovon-rapport. Nijmegen: Sovon Vogelonderzoek Nederland.
- Silvis, H., Schrijver, R., & Jellema, A. (2022), *Stapelen van beloningen voor natuurinclusieve landbouw: Een lonkend perspectief?* (No. 2022-059). Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Sluysmans, J.A.M.A., J.W.A. Rheinfeld, R.T. Wiegink, D. Krijvenaars (2024), *De gereedschapskist van het grondbeleid: Onteigening, landinrichting, voorkeursrechten en gedoogplichten in de Omgevingswet*. Wolters Kluwer.
- Speijer, F. In prep. *Technologische innovaties met potentieel grote impact op landbouw, natuur- en waterbeheer*. Wageningen: WOT-technical report.
- Speijer, F. In prep. *Technologische innovaties met potentieel grote impact op landbouw, natuur- en waterbeheer*. Wageningen: WOT-technical report (nummer onbekend).
- Steen, M. Van der, Chin-A-Fat, N., Vink, M., & van Twist, M. (2016), *Puzzling, powering and perpetuating: Long-term decision-making by the Dutch Delta Committee*. *Futures*, 76, 7-17.
- Ter Stege (2024), *In het veld: Sociaal-maatschappelijke ontwikkelingen op het gebied van landbouw en natuur in Nederland*. Rijssen: Ter Stege/ComTerra.
- Terluin, I. J., Kamphuis, B. M., Oudendag, D. A., & van Leeuwen, M. G. A. (2013), *Voedselvoorziening in Nederland onder buitengewone crisissomstandigheden*. Den Haag: Landbouw Economisch Instituut. <https://edepot.wur.nl/253831>
- Thijssen, M., L. Verwoerd, R. Westerhof & H. Brinks (2019), *Eindrapportage GGDO: Handelingsperspectieven*. Leiden: ORG-ID bv.
- Tiktak, A., P.I. Adriaanse, J.J.T.I. Boesten, C. van Griethuysen, M. ter Horst, J. Linders & A.M.A. van der Linden (2012), *Scenarios for the exposure of aquatic organisms to plant protection products in the Netherlands. Part 1: Field crops and downward spraying*. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Tjeenk Willink, H. (2017), *Bijlage bij eindverslag informateur Tjeenk Willink - Over de uitvoerbaarheid en uitvoering van nieuw beleid*. [Bijlage bij eindverslag informateur Tjeenk Willink - Over de uitvoerbaarheid en uitvoering van nieuw beleid \(regeerakkoord\) | Rapport | Kabinetformatie](#)

- Trienekens, S.J., R. Plantinga, M.J. Vink, S. van Berkum & D.F. Boezeman (2024), *Sociaaleconomische effecten van stikstofbronmaatregelen en natuurmaatregelen. Monitoring en evaluatie Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Trouwborst, A. (2025), Rewilding and the EU Restoration Law: Plotting the Course of Ecosystem Restoration in Europe. *Journal for European Environmental & Planning Law*, 22, 364-384
- Zande J.C. Van de, H.J. Holterman & J.F.M. Huijsmans J.F.M. (2012), *Spray drift for assessment of exposure of aquatic organisms to plant protection products in the Netherlands. Part 1: Field crops and downward spraying*. Wageningen: Plant Research International.
- Veerman, C. & L. Fresco (2019), Kabinet moet staatscommissie instellen voor toekomst landbouw en voedselvoorziening. *Het Financieele Dagblad* 4 oktober.
- Vellinga, T., & Groenestein, K. (2023), *Methaanemissies in de melkveehouderij in verleden en toekomst* (No. 1384). Wageningen: Wageningen Livestock Research.
- Velthof, G.J. & R.M.J.J. Rietra (2018), Nitrous oxide emission from agricultural soils. Wageningen: Wageningen Environmental Research
- Verhoog, D. (2024), Productiewaarde 1,0% lager, *Agrimatie* 18 december via agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2290&themaID=2280&indicatorID=2087§orID=2243
- Verschoor, A., J. Zwartkruis, M. Hoogsteen, Y. van der Knaap, J. Scheepmaker, F. de Jong, P. Leendertse, S. Boeke, W. Tamis & R. Vijftigschild (2019), *Tussenevaluatie van de 2e nota duurzame gewasbescherming: Deelproject Milieu*. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Vertegaal, P., & en Barbara, W. B. (2019), Natte natuur in het klimaatakkoord–win win in het kwadraat. *Vakblad natuur bos landschap*, februari, 2019, 12-15.
- Visser, J., & Hemerijck, A. (1997), *A Dutch miracle: Job growth, welfare reform and corporatism in the Netherlands*. Amsterdam: Amsterdam University Press.
- Vissers, L., van Asseldonk, M., Daatselaar, C., Jager, J., Jongeneel, R., Groot, M., Helming, J. Van Horne, P. & Hoste, R. (2024), *Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: Dierlijke en plantaardige sectoren*. Wageningen Economic Research.
- Vollebergh, H., & Rozendaal, R. (2022), Stringente standaarden stimuleren innovatie in doorbraaktechnologieën. *Economisch Statistische Berichten*, 107(4814), 455-457.
- Vranken, L., E. Tabeau, P. Roebeling, P. Ciaian with contributions from country experts (2021), *Agricultural land market regulations in the EU Member States*, Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Vries, W. de, Kros, J., Voogd, J. C., & Ros, G. H. (2023), Integrated assessment of agricultural practices on large scale losses of ammonia, greenhouse gases, nutrients and heavy metals to air and water. *Science of the total Environment*, 857, 159220.
- Vuuren, D. P. Van, Kok, M. T., Girod, B., Lucas, P. L., & de Vries, B. (2012), Scenarios in global environmental assessments: key characteristics and lessons for future use. *Global Environmental Change*, 22(4), 884-895.
- Waite, M. O., Scott-Dupree, C. D., Brownbridge, M., Buitenhuis, R., & Murphy, G. (2014), Evaluation of seven plant species/cultivars for their suitability as banker plants for *Orius insidiosus* (Say). *BioControl*, 59(1), 79-87.
- Walker, W. E., Harremoës, P., Rotmans, J., Van Der Sluijs, J. P., Van Asselt, M. B., Janssen, P., & Kreyer von Krauss, M. P. (2003), Defining uncertainty: a conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support. *Integrated assessment*, 4(1), 5-17.

- Wamelink, G. W. W., Goedhart, P. W., Roelofsen, H. D., Bobbink, R., Posch, M., & van Dobben, H. F. (2021), *Relaties tussen de hoeveelheid stikstofdepositie en de kwaliteit van habitattypen*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Wamelink G.W.W., L. Biersteker, H.D. Roelofsen, R. Jochem, J.G.M. van der Gref, B. de Knecht en R.J.H.G. Henkens (2022), *Model for Nature Policy - MNP; Automatisering validatie, automatisering draagkrachten, rekenmethode van de randvoorwaarden binnen MNP en gevoeligheids- en onzekerheidsanalyse*. Wageningen: Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.
- Wamelink, W., Dobben, H. V., Zee, F., Hinsberg, A. V., & Bobbink, R. (2023), *Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000: Herziening 2023*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Wemmenhove, H., & Sebek, L. (2024), *Praktijktoeepassing (voer)management maatregelen op melkveebedrijven om de methaan- en ammoniakemissie te reduceren: Ervaringen van koeien en kansen bedrijven in 2022*. Wageningen: Wageningen Livestock Research.
- Weijden, W.J. van der, Burger, C.P.J., Jansen, D.M., Rougoor, C. en Hees, E. (2011), *De kwetsbaarheid van het Europese landbouw- en voedselsysteem voor calamiteiten en geopolitiek (2011 - 2020)*. Platform Landbouw, Innovatie & Samenleving.
- Westhoek, H., L. Schulte-Uebbing, en A. Plomp (2024), *Trajecten naar een 'klimaatneutrale' landbouw, landgebruik en glastuinbouw in 2050*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- WRR (1998), *Ruimtelijke ontwikkelingspolitiek*. Den Haag: Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid.
- WRR (2024), *Nederland in een fragmenterende wereldorde*. Den Haag: Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid.
- WUR (2023), *WUR-perspectieven op landbouw, voedsel en natuur*. Wageningen: Wageningen University & Research.
- WUR & Sovon (2022), *Benodigde oppervlakte extra natuur voor de Natura 2000-doelen: Quick scan in het kader van het NPLG*, Wageningen: Wageningen University & Research; Nijmegen: Sovon Vogelonderzoek Nederland.
- Zee, T.C. van der, Bleeker, A., van Bruggen, C., Bussink, W., van Dooren, H.J.C., Groenestein, C.M., Huijsmans, J.F.M., Kros, H., Lagerwerf, L.A., Oltmer, K. Ros, M., van Schijndel, M., Schulte-Uebbing, L. & Velthof, G.L. (2024), *Methodology for the calculation of emissions from agriculture Calculations for methane, ammonia, nitrous oxide, nitrogen oxides, non-methane volatile organic compounds, fine particles and carbon dioxide emissions using the National Emission Model for Agriculture (NEMA)*. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Zhao, J., Guo, X., Tan, X., Desneux, N., Zappala, L., Zhang, F., & Wang, S. (2017), Using *Calendula officinalis* as a floral resource to enhance aphid and thrips suppression by the flower bug *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). *Pest Management Science*, 73(3), 515-520.
- Ziółkowska, E. & C.J. Topping (2019), *A modelling approach to evaluate the effectiveness of different mitigation strategies to reduce the negative effects of agricultural practices on biodiversity in the Netherlands: Final report within the framework of the project: "Developing and application of a methodology to assess impacts of pesticides on key ecosystem services"*. Krakow: Jagiellonian University.
- Ziółkowska, E., A. Tiktak & C.J. Topping (2022), 'Is the effectiveness of policy-driven mitigation measures on carabid populations driven by landscape and farmland heterogeneity? Applying a modelling approach in the Dutch agroecosystems'. *PLoS ONE* 17(12): e0279639
- Zouridis, S., Herkes, F., & Wolf, E. (2022), *Ontbindend en bindend besturen van de omgeving: Juridiseren in de praktijk van omgevingsbesluitvorming*. Den Haag: Boom.

Zwart, K., A. Kikkert, A. Wolfs, A. Termorshuizen, G.J. van der Burgt (2013), *De organische stofbalans met de te verwachten stikstoflevering per teeltrotatie. Opzet en gebruikswijze van een rekenmodule*. Zoetermeer: Productschap Akkerbouw.

Bijlagen

Bijlage 1: Gedetailleerde beschrijving van het referentiescenario

Het referentiescenario is opgebouwd uit bestaande studies, onder andere de Klimaat- en Energieverkenning 2024, de Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050, de rapportages rond de Monitoring en Evaluatie Stikstofreductie en Natuurverbetering, de Planmonitor NOVI 2024 en de Tussenevaluatie KRW 2024. Deze studies, en hoe deze zich tot elkaar verhouden, worden hieronder nader toegelicht. Verder veronderstellen we in dit referentiescenario geen grote mondiale, Europese, of Nederlandse trendbreuken in maatschappij, economie, consumentengedrag, beleid. Zo gaan we bijvoorbeeld niet uit van trendbreuken in het gebruik van plantaardige eiwitten, duurzaamheidsgedrag, klimaatverandering of technologische doorbraken.

Planmonitor NOVI 2024

Verstedelijking is een belangrijke oorzaak voor vermindering aan landbouwareaal. In het referentiescenario gebruiken we, via de KEV 2024 (PBL, TNO, CBS, en RIVM 2024), resultaten van de Planmonitor NOVI 2024 (Kuiper et al. 2024) als raming voor de mogelijke consequenties van uitbreidingen tot en met 2050. In de Planmonitor NOVI wordt het aanvullende verwachte areaal gemodelleerd voor wonen, werken, en recreatie op basis van aannames over autonome ontwikkelingen van de bevolking en de economie, en de verschillende ruimtelijke beleidsrestricties die de uitbreidingen remmen of sturen. Als basis voor de autonome ontwikkelingen gebruikt het PBL in de Planmonitor NOVI 2024 een tussentijdse update van de Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving (WLO) (Ritsema van Eck et al. 2020). Planmonitor NOVI 2024 heeft drie varianten (Trend, Ruim, en Ruimer) die de effecten van steeds minder restrictief ruimtelijk beleid laten zien. In de KEV 2024, en daarom ook in het referentiescenario, gebruiken we de resultaten van het Trend-scenario met het meest restrictieve beleid. In de Trend-variant vindt er geen bebouwing plaats in 1) het Natura 2000-netwerk, 2) het Natuurnetwerk Nederland, 3) overige natuur of zoekgebieden voor natuur onder divers provinciaal beleid, 4) beschermingszones voor regionale waterkering en waterbergingsgebieden, en 5) divers zones voor bescherming van landschap conform provinciale beleidscategorieën.

Klimaat- en Energieverkenning 2024

In het referentiescenario gebruiken we de resultaten van de KEV 2024 (PBL, TNO, CBS, en RIVM 2024) als basis voor ontwikkelingen in de landbouw en landgebruik en de consequenties voor de broeikasgasemissie van beide sectoren. Voor de KEV 2024 is een actueel referentiep pad opgesteld voor energieverbruik, hernieuwbare energie, broeikasgasemissies en landgebruik tot en met 2040. Dit referentiep pad wordt in de KEV het 'basispad' genoemd en is ook onder die naam bekend bij de meeste beleidsdirecties en belangenorganisaties. Het basispad omvat relevante ontwikkelingen in activiteiten binnen en buiten Nederland die van invloed zijn op het landgebruik en emissies in de Nederlandse situatie. De relevante exogene factoren en autonome ontwikkelingen zijn bepaald op basis van literatuur en aangevuld met eigen analyses. De exogene factoren omvatten onder andere de verwachte ontwikkelingen in de economie.

In de KEV wordt gewerkt met drie verschillende beleidsvarianten: vastgesteld, voorgenomen en geagendeerd. In deze studie gaan we uit van het vastgestelde en voorgenomen beleid. Dit zijn de huidige concrete en vastgestelde, en de concreet uitgewerkte openbaar gemaakte voorgenomen maatregelen op de peildatum van 1 mei 2024. Een overzicht van de gebruikte beleidsmaatregelen inclusief bijbehorende inschattingen van de effecten is beschikbaar in PBL, TNO, CBS en RIVM (2024).

Raming landgebruik

In de KEV-raming voor landgebruik spelen verschillende andere ramingen een belangrijke rol. Prognoses voor verstedelijking uit Planmonitor NOVI 2024 (hierboven) en ontwikkelingen (uitbreiding) van natuurgebieden uit MESN 2024 (zie paragraaf hieronder) worden als inputs gebruikt (zie Van Baren et al. 2024 voor een gedetailleerde beschrijving van de aanpak). In de ramingen houden we ook rekening met een verschuiving in het landgebruik van grasland naar bouwland door afbouw van de EU-derogatie voor mest, de uitzonderingspositie waardoor Nederlandse veehouders meer mest op hun land mochten brengen. Voor klimaat wordt er uitgegaan van een verwachte gemiddelde temperatuur, rekening houdend met de trend van stijgende temperaturen (KNMI 2023). Voor het basispad is een aanvullende raming voor 2050 gebruikt, die is gemaakt voor het Integraal Nationaal Energie en Klimaatplan (INEK).

Raming landbouw

In de landbouwraming wordt onder andere rekening gehouden met het bestaande mest- en ammoniakbeleid en de stikstofbronmaatregelen uit het Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering (PSN), zoals de landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties (Lbv) en de landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties met piekbelasting (Lbv-plus). Ook wordt er rekening gehouden met de afbouw van derogatie van de EU. Conform de KEV 2024 is er geen verwacht gebruik van voeradditieven verondersteld die de methaanemissies uit pensfermentatie reduceren. Zulke additieven zijn wel toegelaten en er lopen diverse pilots, maar er is momenteel nog geen beleid dat toepassing stimuleert, waardoor dit ook niet verondersteld wordt richting 2050. Voor stallen waar naast ammoniak- ook methaan-emissies gereduceerd worden is er in de KEV 2024 geen zogenoemd ingroeipad verondersteld. Er bestaat wel een subsidieregeling voor deze zogenoemd 'integrale' emissiearme stallen, maar deze is nog in de pilotfase. Dit betekent dat er in het referentiescenario geen afname is verondersteld in de methaanemissies per dierplaats door toename in het aandeel 'integrale' emissiearme stallen. De verdere uitgangspunten worden in Cals et al. (2024) gedetailleerd toegelicht.

De landbouwraming geeft ontwikkelingen en een raming tot en met 2040. Voor de ontwikkelingen tot en met 2050 hebben wij aanvullende aannames gemaakt, inclusief doortrekken van bepaalde KEV-ramingen. Het gaat daarbij om de volgende aannames:

- **Veestapel:** Geen verdere daling van het aantal dieren na 2030, behalve een lichte daling in het aantal melkvee. De lichte daling komt door een autonome toename van de melkproductie per koe. Dat betekent dat minder melkkoeien kunnen worden gehouden bij een constant aantal fosfaatrechten.
- **Techniek:** Geen veranderingen in emissie-intensiteit veehouderij na 2040. D.w.z. geen verdere toepassing voor staltechniek die methaan- of ammoniakemissies reduceren; geen toepassing van voeradditieven (Bovaer) die de methaanemissies uit pensfermentatie verlagen.
- **Intensiteit landgebruik:** Geen veranderingen in intensiteit landgebruik na 2030: het gebruik van dierlijke mest en kunstmest per hectare blijven bijvoorbeeld na 2030 gelijk.

- **Areaal:** We trekken aanvullende verstedelijking tussen 2040 en 2050 van de Planmonitor NOVI 2024 van het areaal landbouw af. We gaan ervan uit dat er niet vanzelf (d.w.z. zonder beleidsingrijpen) landbouwgrond vrijkomt voor spontane natuurontwikkeling, de druk op de ruimte is daarvoor te groot. We veronderstellen ook dat het areaal beschermde natuur niet verder toeneemt dan in de KEV 2024 verondersteld is voor 2040 (zie ook de paragraaf hieronder).

Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050. Trajecten naar een klimaatneutrale samenleving voor Nederland in 2050

Hoewel glastuinbouw ook een onderdeel is van de KEV, is ervoor gekozen om het traject naar een klimaatneutrale glastuinbouw van de Trajectverkenning klimaatneutraal 2050 (Westhoek et al., 2024) als uitgangspunt te nemen. De TVKN onderzoekt welke ontwikkelingen in de Nederlandse samenleving mogelijk en/of nodig zijn om in 2050 een klimaatneutrale maatschappij te realiseren en hoe de weg daarnaartoe er uit zou kunnen zien. Het gaat daarbij om het energieverbruik en bijbehorende emissies in de verschillende sectoren, de energievoorziening, opslag en vastlegging of benutting van CO₂, en de uitstoot van overige broeikasgassen in met name de landbouw. De TKVN gebruikt een ‘bottom-up’ analyse van de verschillende vraag- en aanbodsectoren gebruikt als invoer voor een integrale analyse met behulp van het kostenoptimalisatiemodel OPERA (PBL 2024).

Er is gekozen om voor glastuinbouw aan te sluiten bij de TVKN omdat deze een rijker beeld geeft van de benodigde ontwikkelingen in de glastuinbouw en uitgaat van een eindbeeld in 2050 (klimaatneutraliteit) dat aansluit bij het voornemen van de sector en de Rijksoverheid, via het Convenant Energietransitie Glastuinbouw 2022-2030 om richting 2040 klimaatneutraliteit te realiseren. De huidige inzichten laten zien dat richting 2040 het energieverbruik en de bijbehorende CO₂-emissie afnemen, door een combinatie van energiebesparing, verduurzaming en een afnemend aantal rendabele draaiuren voor WKK-gasmotoren. Echter, de glastuinbouw moet deze inzet nog wel versnellen en ook doorzetten richting 2050, omdat de doorkijk naar 2040 vanuit de KEV2024 voor glastuinbouw nog wel een restemissie laat zien (PBL, TNO, CBS en RIVM 2024).

Monitoring en Evaluatie Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering (MESN) 2024

In het referentiescenario gebruiken we de uitgangspunten van de ex-ante evaluatie van de voorgenomen natuur- en stikstofbronmaatregelen in het kader van het Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering (MESN, zie Van Bussel & Van Hinsberg 2024) voor de ontwikkelingen van de natuur tot en met 2050, specifiek voor 1) landgebruik en het uitbreiding/afrondding/inrichting van het NNN inclusief het nemen van (natuur)herstel maatregelen en 2) verwachte ontwikkelingen in condities die relevante zijn voor VHR-habitattypen en soorten en de implicaties voor VHR-doelbereik.

Als basis gebruiken we voor het referentiescenario het ‘planpotentieel van het vastgestelde en voorgenomen beleid’ uit de MESN 2024. Het planpotentieel gaat over het verwachte effect op de natuur van het staande en voorgenomen stikstof- en natuurbeleid als dat volledig, zonder vertraging en ecologisch optimaal wordt gerealiseerd. Hierbij wordt specifiek gekeken naar de inzet van middelen uit de eerste en gedeeltelijk tweede tranche van het Uitvoeringsprogramma Natuur en de regeling Versneld natuurherstel, boven op een basispad dat bestaat uit de herstel- en inrichtingsmaatregelen uit het Natuurpact, concrete plannen uit de Bossenstrategie en de herstel- en inrichtingsmaatregelen uit de Programmatische Aanpak Stikstof volgens de eerder gemaakte plannen en afspraken. Uitgangspunt hierbij is dat het concreet uitgewerkte voorgenomen beleid volledig, zonder vertraging en ecologisch optimaal wordt uitgevoerd.

Voor het referentiescenario zijn de belangrijkste aannames en ontwikkelingen omtrent natuurbeleid als volgt:

- **Vogel- en Habitatrichtlijn:** de VHR blijft van kracht. We veronderstellen geen veranderingen in doelformuleringen of wijzigingen in habitattypen of soorten waarvoor Nederland verantwoordelijk is. Het Natura 2000-netwerk blijft zoals het is, qua zowel areaal als locatie, en blijft een belangrijke bouwsteen voor het behoud en het herstel van VHR-habitattypen en soorten. Buiten Natura 2000-gebieden gaan relevante beschermingsregimes door bijv. het verbod aan verstoring van alle wilde vogels of het verbod aan na-isolatie van gebouwen tijdens de winterslaap van vleermuizen.
- **Natuurpact:** het planpotentieel gebruikt het in 2013 tussen het Rijk en de provincies gesloten Natuurpact en bijbehorende beheer en maatregelen als basis, waaronder 1) de doelstelling van een uitbreiding van 80.000 hectare areaal Natuur Netwerk Nederland (NNN) t.o.v. 2011, 2) regelmatige uitvoering van beheer van zowel Natura 2000-gebieden (waarvoor provincies en Rijkswaterstaat verantwoordelijk zijn) als het NNN om lokale instandhoudingsdoelstelling te halen en/of te behouden. Qua eindbeeld voor uitbreiding en inrichting van het NNN worden de provinciale ambitietypenkaarten uit 2022 gebruikt.
- **Stikstofbeleid:** Onderdeel van het basispad zijn de middelen uit de voormalige Programmatische Aanpak Stikstof (inclusief de tweede fase), zoals opgenomen in Van der Hoek et al. (2017). Deze middelen zijn ingezet om onder andere effecten van verdroging en vermessing in de Natura 2000-gebieden te bestrijden. Daarnaast is het effect van de natuurmaatregelen die voortkomen uit de eerste en een deel van de tweede tranche van het Uitvoeringsprogramma Natuur en de regeling Versneld natuurherstel onderdeel van het planpotentieel. Hierbij gaat het om maatregelen gericht op 1) het versnellen van de verwerving, het optimaliseren van de inrichting en het beheer van natuurareaal; 2) verbetering van de kwaliteit van bestaande natuurgebieden; 3) inzet op maatregelen in overgangsgebieden, inclusief het verbinden van gebieden; 4) extra hydrologische maatregelen voor landnatuur; en 5) aanvullende overige kwaliteitsmaatregelen.
- **Bossenstrategie:** in de MESN is als uitgangspunt genomen dat concrete plannen zoals compensatieplicht en uitbreiding van bos in natuurgebieden uit de Bossenstrategie zijn meegenomen voor zover uitgewerkt in de provinciale ambitiekaarten en provinciale plannen uit natuurherstel en stikstofreductie.

De vastgestelde en/of voorgenomen maatregelen in het natuurbeleid gaan veelal over de periode van 2027 tot 2035. Dit is aaneensluitend met de jaartallen die genoemd worden in de doelformulering: het Natuurpact bevat doelen voor 2027, de Bossenstrategie voor 2030, en de Programma Aanpak Stikstof voor 2035. Voor de periode na het eind van bestaand beleid tot en met 2050 hebben we ten opzichte van het Referentiescenario een paar basisaannames gemaakt:

- Areaal beschermde natuur blijft stabiel: geen verlies of verdere uitbreiding van het Natura 2000 netwerk of het NNN. Bestaande restricties op bouwen in natuurgebieden en ontginnen van natuur voor landbouwkundig gebruik blijven gehandhaafd en landbouwgronden vallen niet vanzelf vrij voor spontane natuurontwikkeling.
- Natuurbeheer gaat door: we nemen aan dat het regulier natuurbeheer van beschermd gebieden regelmatig uitgevoerd blijven worden, passend bij de natuur uit de provinciale beheerplannen ambitiekaarten en ook bij de gebiedsbeheerplannen.
- Herstelbeheer, herinrichting en uitbreiding gaan niet verder dan momenteel uitgewerkt in staand beleid.

Tussentijdse Evaluatie Kaderrichtlijn Water 2024

In het referentiescenario gebruiken we de Tussenevaluatie KRW (TE-KRW) 2024 (Van den Roovaart et al. 2024) als basis voor de ontwikkelingen in waterkwaliteit in regionale wateren tot en met 2050. De TE-KRW gaat over 1) kwaliteit van regionale oppervlaktewateren en 2) kwaliteit van Rijkswateren, en 3) kwaliteit en kwantiteit van grondwater. De kwaliteit van Rijkswateren vallen buiten de scope van deze studie en grondwater wordt behandeld als randvoorwaarde voor natuur op het land.

De basis voor het referentiescenario is de rekenvariant 'Referentie' uit de TE-KRW. Deze variant bevat zowel de autonome ontwikkelingen als de effecten van het vastgesteld beleid, waarbij de maatregelen vanuit het landelijk beleid zijn meegenomen en maatregelen van de waterbeheerders, zoals vastgelegd in het derde Stroomgebiedbeheerplan (SGBP3) voor de KRW. Vanuit het SGBP3 zijn maatregelen meegenomen die verwacht worden effect te hebben op de nutriënten emissies. Dit betreft vooral aanpassingen aan RWZI's, defosfateringsmaatregelen en inrichtingsmaatregelen die invloed hebben op de retentie van nutriënten, zoals natuurvriendelijke oevers (NVO's) en helofytenfilters.

De 'Referentie'-variant omvat daarnaast landbouwkundige ontwikkelingen zoals beschreven in de Klimaat- en Energieverkenning van 2022 (PBL, TNO, CBS en RIVM 2022) wat betreft de ontwikkeling in het landgebruik, de omvang van de veestapel, de ontwikkeling van de mestproductie van verschillende diercategorieën, de eventuele aanpassingen in stallen om de emissies naar de lucht te verminderen en effecten van de Subsidieregeling sanering varkenshouderijen. Daarbij horen ook de vastgestelde maatregelen uit het 6e Actieprogramma Nitraatrichtlijn. Hieraan toegevoegd, analoog aan de aanpak in KEV 2024, zijn de effecten van de maatregelen van het 7e Actieprogramma Nitraatrichtlijn en de afbouw van derogatie meegenomen. In deze variant wordt uitgegaan van een afname van de directe stikstofdepositie op oppervlaktewater aangehouden. Daarnaast zijn aanpassingen doorgevoerd voor de bronnen 'erfafspoeling', 'meemesten sloten' en 'uitspoeling glastuinbouw' (zie Van den Roovaart et al. 2024 voor meer toelichting). Voor de buitenlandse aanvoer via de grensoverschrijdende wateren zijn nutriënten concentraties aangehouden die in een eerdere studie (Van den Roovaart et al. 2021) door het buitenland zelf zijn ingeschat.

Naast de inschatting van de effecten van bovengenoemde maatregelen op de emissies van nutriënten worden in deze variant ook de effecten van maatregelen op de biologische kwaliteit van het oppervlaktewater gekwantificeerd. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in een viertal biologische kwaliteitselementen: waterplanten, macrofauna, fytoplankton en vis. Het betreft vooral maatregelen die door de waterschappen in het SGBP3 zijn vastgelegd. Denk aan maatregelen die effect hebben op het beheer (peilbeheer verstuwings, onderhoud), de inrichting (oeverinrichting, meandering, beschaduwings, connectiviteit) en de waterkwaliteit van de watersystemen (doorzicht, chloride, zuurstof, nutriënten, toxiciteit).

Er zijn voor de periode na 2027 – de einddatum van de KRW – nog geen concrete beleidsmaatregelen uitgewerkt. Voor de periode na 2027 veronderstellen we dat de reguliere bemestings- en zuiveringsmaatregelen ook na de afbouw van de derogatie en na afloop van het 7e Actieprogramma van kracht blijven en dat de bemesting ongewijzigd blijft. Wel zullen de concentraties van stikstof en fosfaat in het water na 2027 gaan veranderen door naijlingseffecten van eerder genomen maatregelen. Om dit in beeld te brengen hebben we gebruik gemaakt van de 'referentie 2045' (Van den Roovaart et al. 2024), waarin het naijlingseffect is berekend.

Niet opgenomen beleid

Het meegenomen beleid is gekoppeld aan de gebruikte ramingen, met de bijbehorende peildata. Zeer recente beleidsontwikkelingen zijn daarom geen onderdeel van de raming. Daarnaast is de focus op staand en voorgenomen beleid. Minder concreet of potentieel toekomstig beleid in de maatschappelijke discussie en in beleidsbrieven van de ministers een belangrijke rol speelt – zoals bijvoorbeeld doelsturing – is nog niet concreet uitgewerkt in wetgeving, beleidsregels of budgetten, of nog niet politiek vastgesteld. In die gevallen is het beleid niet in het Referentiescenario opgenomen. Hierbij gaat het onder andere om de volgende beleidsontwikkelingen:

- De doelen van de nieuwe Europese Natuurherstelverordening.
- Maatregelen uit het Startpakket (LVVN 2025) en het Vervolgpakket (LVVN 2025) van de Ministeriële Commissie Economie en Natuurherstel (MECN).
- Toekomstige voorzieningen van het Europese Gemeenschappelijk Landbouw Beleid (GLB).
- De voornemens zoals geschetst in de Kamerbrief Water en Bodem sturend (IenW 2022) zijn nog niet vastgelegd in harde afspraken of wetgeving en worden daarom niet meegenomen in het referentiescenario.

Bijlage 2: Toelichting modelberekeningen

Emissies van stikstof en broeikasgassen op basis van ALLEGRO

Methodiek

De emissies van ammoniak, stikstofoxiden, methaan, lachgas en CO₂ zijn berekend met een eenvoudige rekentool, genaamd ALLEGRO (Analysetool voor Landbouw, Landgebruik, Emissies, Grondstoffen en Opbrengsten). ALLEGRO is eerder toegepast voor de berekening van de broeikasgasemissies uit de landbouw voor de Trajectverkenning Klimaatneutraal Nederland (TVKN, Westhoek et al. 2024) en voor de berekening van broeikasgas- en stikstofemissie uit de landbouw voor de Analyse Leefomgevingseffecten Verkiezingsprogramma's 2023-2027 (PBL 2023). ALLEGRO is ontwikkeld om effecten van veranderingen in het landbouwsysteem door te kunnen rekenen, waarbij specifieke maatregelen op consistente wijze worden gekwantificeerd. ALLEGRO is geprogrammeerd in R. De berekeningen volgen grotendeels de methodiek van de emissieberekeningen voor de Emissieregistratie met het NEMA-model (Van der Zee et al. 2024; Van Bruggen et al. 2024).

In ALLEGRO worden de belangrijkste variabelen berekend die invloed hebben op emissies uit de veehouderij en akkerbouw (zoals gebruik van dierlijke mest en kunstmest), die als basis dienen voor verdere berekeningen. Voor emissies uit de veehouderij worden tien diercategorieën onderscheiden (melkvee jongvee, melk- en kalfkoeien, vleeskalveren, vleesvee, schapen, geiten, paarden en pony's, varkens, leghennen en vleespluimvee). Bij emissies uit landbouwbodems wordt onderscheid gemaakt tussen twee landgebruikstypes (grasland en bouwland), drie grondsoorten (mineraal, moerig, veen) en vier intensiteitsklassen. De berekeningen zijn niet ruimtelijk specifiek, alleen nationale emissies worden berekend.

In ALLEGRO wordt voor de verdeling van dierlijke mest eerst de totale mestplaatsingsruimte berekend op basis van gebruiksnormen voor stikstof uit dierlijke mest, de specifieke arealen per scenario en de acceptatiegraad (de fractie van de gebruikruimte die daadwerkelijk wordt opgevuld). De hoeveelheid stikstof in weidemest wordt van de plaatsingsruimte op grasland afgetrokken. Vervolgens wordt de hoeveelheid beschikbare mest voor toediening (de totale excretie in de stal min ammoniakemissies en mest die naar hobbybedrijven of mestverwerking gaat) als volgt toegepast: eerst wordt alle plaatsbare mest van herkauwers en paarden toegepast, als dan nog ruimte is wordt varkensmest toegepast, en ten slotte (indien mogelijk) pluimveemest. Mest die niet binnen de Nederlandse landbouw kan worden geplaatst wordt verondersteld geëxporteerd of verbrand te worden. De hoeveelheid toegediende kunstmest-stikstof wordt berekend als het verschil tussen de totale stikstofgebruiksnorm en de hoeveelheid werkzame stikstof in dierlijke mest. Lachgas- en ammoniakemissies uit toediening van kunstmest worden berekend op basis van de totale hoeveelheid toegediende stikstof en grondsoort- en landgebruiksspecifieke emissiefactoren.

Huidige situatie (2022) en onzekerheden

Voor het basisjaar (2022) zijn activiteiten-data voor dieraantallen, stikstofexcretie, organische stofexcretie, mestverwerking en -vergistings, etc. afkomstig van CBS en NEMA gebruikt. Waar nodig zijn data geaggregeerd naar bovengenoemde diercategorieën. Emissiefactoren volgen de methodiek van de Emissieregistratie, die weer in overstemming is met internationale afspraken. Soms zijn versimpelde emissiefactoren afgeleid uit de emissie- en activiteitengegevens in NEMA.

De totale berekende emissies van ammoniak, methaan en lachgas uit de landbouw voor het basisjaar (2022) zijn in goede overeenstemming met resultaten uit NEMA, met een afwijking van 0-6 procent (zie tabel 1). De afwijking bij lachgas en ammoniak ontstaat vooral doordat de hoeveelheid toegediende dierlijke mest in ALLEGRO circa 14 procent lager is dan in NEMA. De emissies uit de landbouw zoals berekend voor het referentiescenario komen eveneens goed overeen met de emissies zoals geraamd voor het jaar 2040 in de KEV 2024. De tabel toont alleen een vergelijking van nationale totalen; voor individuele bronnen kunnen de verschillen hoger zijn.

Tabel 1
Verskil tussen de resultaten berekend met ALLEGRO voor deze studie en vergelijkbare analyses

Emissie (in mln. kg stof per jaar)	Emissieregistratie (RIVM, 2025)	Deze studie	Vershil	KEV 2024 (Cals et al., 2024)	Deze studie - Referentiescenario	Vershil
Jaar	2022	2022	N.v.t.	2040	2050	N.v.t.
CH ₄ landbouw ¹	471	469	0%	391	384	-2%
N ₂ O landbouw ¹	16.9	15.9	-6%	16.1	15.1	-6%
NH ₃ landbouw	110	105	-5%	83.3	79.3	-5%

¹De gebruikte opwarmingspotentiëlen (GWP) zijn conform die van het IPCC AR5-rapport: voor methaan 28 en voor lachgas 265 (zie ook de Klimaat- en Energieverkenning 2024). Deze factoren geven aan hoeveel keer methaan en lachgas een sterker broeikasgas zijn dan CO₂. Deze factoren zijn dus nodig voor omrekening naar CO₂-equivalenten.

Uitgangspunten en uitwerking scenario's

Voor de scenario's zijn bepaalde aannames gemaakt over de omvang en productiviteit van de veestapel en de omvang van het landbouwareaal. Verder worden de effecten van een aantal (reductie) maatregelen op broeikasgas- en stikstofemissies gesimuleerd door maatregelen te vertalen naar veranderingen in landgebruik, meststromen en emissiefracties (zie ook bijlage 3). De omvang van de veestapel is, behalve voor de intensieve sectoren in het natuurinclusieve scenario, behandeld als sluitpost om doelbereik voor klimaatmitigatie en natuurkwaliteit (via stikstofdepositie) te behalen.

Modellering stikstofdepositie

Het RIVM is gevraagd om een ruimtelijke berekening te maken van de verandering van stikstofdepositie op stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden op basis door PBL aangeleverde veranderingen van ammoniak en stikstofoxiden uit de landbouw.

Ruimtelijke verdeling emissiegegevens voor depositieberekening

De stikstofcijfers (voor ammoniak en stikstofoxide) behorende bij de scenario's (inclusief het referentiescenario) zijn door het PBL aangeleverd in verschillende zones, waarbij de verschillende emissies behorende bij specifieke emissiebronnen ruimtelijk zijn vertaald aan de hand van verschillende beslisregels (zie tabel 2). Voor de andere sectoren, zoals mobiliteit en industrie, is aangenomen dat hun bijdrage aan de stikstofdepositie gelijk blijft aan de geraamde bijdrages zoals

gerapporteerd in de ‘Monitor stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden 2024’ (RIVM 2024). Deze bijdrages zijn berekend op basis van de emissieramingen uit de ERL 2023.

Tabel 2
Ruimtelijke vertaling emissie-categorieën ammoniak en stikstofoxiden

Emissie-categorieën	Ruimtelijke vertaling
Stallen: Rundvee/ pluimvee/overig vee, mestopslag (ammoniak), stallen en opslag (stikstofoxiden)	Aanname dat stallen en mestopslag het patroon volgen van totale bemesting. Aanname dat er geen varkens en pluimvee stallen zijn op (vernatte) veenweide.
Beweiding (ammoniak en stikstofoxiden)	Geschaald naar bemestingsniveaus grasland (dierlijke mest) - aanname dat er ook minder beweiding plaats zal vinden in extensievere klassen.
Mestaanwending, mestbe- en verwerking, overige landbouw incl. compost, zuiveringsslib, afrijping gewassen (ammoniak), gewasresten en overig (stikstofoxiden)	Aanname deze categorieën het patroon volgen van totale bemesting (ammoniak en stikstofoxiden categorie overig). Gewasresten zijn geschaald naar het aandeel arealen bouwland per zone (stikstofoxiden)
Kunstmest (ammoniak en stikstofoxiden)	Geschaald naar kunstmest-bemesting per zone.
Histosolen en moerige gronden (stikstofoxiden)	Geschaald naar arealen veen
Graslandvernieuwing (stikstofoxiden)	Gewasresten zijn geschaald naar het aandeel arealen grasland per zone
Particulier	Geschaald naar arealen extensief en zeer extensief grasland

Doorrekening RIVM voor de Landbouw Natuurverkenning

De emissiescenario’s zijn doorgerekend naar deposities en de overschrijding van de KDW door het RIVM.

Methodiek

Voor de berekening zijn de emissies uit de scenario’s via een ruimtelijke *overlay* geaggregeerd naar *grid* van 1x1 kilometer. Met behulp van de Dataset Stikstof Herkomst (DASH) 2023¹¹ zijn deze emissies vervolgens vertaald naar deposities. Deze dataset is een bron-receptor-matrix waarmee met emissies per 1 vierkante kilometer de depositie in Natura 2000-gebieden op een resolutie van 16 hectare is te bepalen. Deze berekeningen zijn uitgevoerd voor het jaar 2021. De emissiescenario’s zijn hiervoor ingedeeld in de sub-sectoren stallen, aanwending kunstmest en mestaanwending, beweiding, mestbe- en verwerking en overige landbouw. Aangezien de DASH-berekening voor sommige sectoren een andere indeling hanteert, zijn enkele sectoren samengevoegd en als geheel doorgerekend. Voor de sectoren die niet in de scenario’s aanwezig zijn, inclusief de bijdrage van buitenlandse emissies, is gebruik gemaakt van depositiegegevens uit de Monitor Stikstofdepositie 2023¹² voor het jaar 2040. De Nederlandse emissies zijn afkomstig uit de ERL 2023 (PBL), en de buitenlandse emissies zijn gebaseerd op de Clean Air Outlook 2 (IIASA). Na de berekeningen van de stikstofdepositie per scenario, is de overschrijding van de kritische depositiewaarde (KDW) bepaald

¹¹ <https://data.rivm.nl/meta/srv/dut/catalog.search#/metadata/16fc6781-0205-4a16-8047-87783d2c8b01>

¹² <https://www.rivm.nl/publicaties/monitor-stikstofdepositie-in-natura-2000-gebieden-2023>

voor stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden, en is bepaald wat het oppervlakte natuur onder de KDW is, conform de methode uit de Monitor Stikstofdepositie.

Onzekerheden

Bovenstaande methode is een vereenvoudigde berekening van de stikstofdepositie. Deze methode is geschikt voor het doorrekenen van scenario's. Wel moet er bij scenario's studies rekening worden gehouden met aanvullende onzekerheden in de berekening. Deze onzekerheden komen met name doordat deels cijfers voor 2040 zijn gebruikt voor 2050, en omdat in de onderliggende bron-receptor-matrix gebruikt is gemaakt van berekeningen voor het jaar 2021. De relatie tussen stikstofemissie en depositie wordt onder andere beïnvloed door achtergrondconcentraties en chemische conversie onderweg. Deze relatie verandert ook als emissies wijzigen, maar dat effect is niet meegenomen in deze berekening.

Bovenstaande effecten hebben naar verwachting een effect van ordergrootte 5 à 10 procent op de uitkomst van de stikstofdepositie van de scenario's t.o.v. een volledige berekeningen. Deze spelen een beperkte rol bij de onderlinge vergelijking van de effecten van de scenario's, omdat effecten gelijk doorwerken in de drie doorerekende scenario's. Dit staat los van de intrinsieke modelonzekerheid circa 30 procent op de landelijke depositie), die de onzekerheid van de modeluitkomst in relatie tot de werkelijke depositie beschrijft.

Berekening VHR-doelbereik met de MetaNatuurPlanner

Methodiek

De effecten van de aanpassingen en scenario's op de biodiversiteit van landnatuur zijn geanalyseerd met behulp van de zogenoemde MetaNatuurPlanner (MNP), dat ook wel bekend staat als *Model for Nature Policy* (Pouwels et al. 2017). Met dit model zijn de effecten in te schatten van aanpassingen in natuur, landbouw en water zoals verandering in inrichting en omvang van natuurgebieden, hydrologie en stikstofdepositie op de condities voor een duurzame instandhouding van Vogel- en Habitatrichtlijnsoorten in diverse leefgebieden, zoals de Natura 2000-gebieden, de overige Natuur Netwerk Nederland (NNN)-gebieden en natuur in het agrarisch gebied. Met het model zijn uitspraken te doen over internationaal belangrijke planten- en diersoorten op het land die beschermd zijn door de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn. Het model maakt hiervoor gebruik van een steekproef aan internationaal belangrijke planten- en diersoorten op het land die beschermd zijn door de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR).

Hierbij is het wel belangrijk om te realiseren dat de uitkomsten van het model wordt berekend als het percentage Vogel- en Habitatrichtlijnsoorten (VHR-soorten) op het land met geschikte condities voor een duurzame instandhouding op landelijk schaalniveau. Dit is niet hetzelfde als de gunstige staat van instandhouding zoals gedefinieerd in de richtlijnen (zie ook hoofdstuk 2). Het model beschouwt niet immers niet alle aspecten van een gunstige staat van instandhouding, focust op een deel van de condities en een deel van de soorten en is daarmee een benadering of van, of indicator voor, de doelformulering uit de richtlijnen.

De MNP is gebruikt in tal van andere PBL-studies over effecten van het natuur- en milieubeleid op de biodiversiteit, zoals de lerende evaluatie van het Natuurpact (PBL & WUR 2017) en de ex-ante evaluatie van het Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering (Van Bussel & Van Hinsberg 2024). Naast gedetailleerde analyses van maatregelen en maatregelpakketten zet het PBL zet de informatie uit het MNP ook in voor zogenoemde 'quick-scan' analyses waarin geen expliciete

ruimtelijke informatie beschikbaar is over waar exact aanpassingen verondersteld worden. Dit is de methode die in deze studie is toegepast. Met de ‘quick-scan’ methodiek wordt geïnterpoleerd tussen bestaande modelruns, waarbij het effect van de omvang van aanpassingen wordt gebruikt om de bijpassende uitkomsten te verkrijgen.

Onzekerheden

Hoewel dit een versimpelde methode is in verhouding met een volledige model-analyse met het MNP-model, hebben eerdere analyses laten zien dat de ‘quick-scan’ methodiek tot uitkomsten van een vergelijkbare orde van grootte komt als een volledige modelrun. Zo waren de resultaten van de *quick-scan* van intensivering van natuurmaatregelen (Van Hinsberg & Van Egmond 2020) zeer vergelijkbaar met de analyse van de eerste en gedeeltelijk tweede tranche van het Uitvoeringsprogramma Natuur en de regeling Versneld natuurherstel (Van Bussel & Van Hinsberg 2024). De *quick-scan* kwam tot een inschatting van een verbetering van 5-7 procentpunten aan VHR-doelbereik boven op het basispad dat bereikt zou worden na uitvoering van het Natuurpact. Voor de analyse van het Uitvoeringsprogramma Natuur en de regeling Versneld natuurherstel was dat een toename van maximaal 7 procentpunten.

De opzet van het MNP bevat ook andere vereenvoudigingen. Dit zijn onder andere het model de condities voor de lange termijn berekent, als de doorgerekende aanpassingen in natuur, landbouw en water hun volledige effect hebben bereikt (zie ook Van Bussel & Van Hinsberg 2024). In de berekeningen is ook geen rekening gehouden met klimaatverandering, gedragsverandering van diersoorten, invloeden van zaken als jacht of interactie tussen soorten door bijvoorbeeld toenames van exoten. In de raming van het referentiescenario is verder aangenomen dat de fysieke maatregelen optimaal worden uitgevoerd. Zo nemen we bijvoorbeeld aan dat herstelmaatregelen gebeuren in het, voor alle soorten, goede seizoen, met de juiste frequentie en op de juiste ruimtelijke schaal. Het berekende biodiversiteitseffect dient dan ook te worden geïnterpreteerd als een maximumeffect uitgaande van volledige uitvoering van de aanpassingen.

Op basis van analyses zijn de interne onzekerheidsmarges van het MNP geschat tussen de -8,9 tot +2,8 procentpunten (Wamelink et al. 2022; Van Hinsberg et al. 2023). Derhalve is net als in eerdere studies de cijfers afgerond op 5 procentpunten (Van der Hoek et al. 2017).

Ecosysteemdiensten en het Natuurlijk Kapitaal Model

Methodiek

Het Natuurlijk Kapitaal Model (NKM) is een geïntegreerd modelinstrumentarium dat door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Wageningen University & Research (WUR), het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en andere partners wordt gebruikt om de omvang en ruimtelijke verdeling van ecosysteemdiensten in Nederland te kwantificeren. Het model brengt de fysieke baten van natuur en groen in beeld — zoals bestuiving, watervoorziening, houtproductie en recreatie — en geeft per locatie aan welke diensten worden geleverd en in welke mate, zowel in de huidige situatie als onder toekomstige scenario's.

Het NKM, toegepast in onder andere de Natuurverkenningen (NVK) en Ruimtelijke Verkenningen, omvat dertien submodellen voor verschillende ecosysteemdiensten. Deze bestrijken drie hoofdcategorieën: Productiediensten, zoals drinkwater, hout en biomassa; Regulerende en onderhoudsdiensten, zoals bestuiving, plaagonderdrukking, waterretentie, koolstofvastlegging en luchtkwaliteit; Culturele diensten, waaronder recreatie en natuurlijk erfgoed.

In deze studie, waarin geen nieuwe ruimtelijke kaarten zijn ontwikkeld, zijn de landgebruiks aandelen uit de scenario's systematisch vergeleken met eerder doorgerekende scenario's. Voor eerdere studies zijn namelijk zes scenario's doorgerekend: de huidige situatie, Natuurinclusief (NVK-scenario), Hoger Doelbereik (NVK-scenario), Mondiale Wereld, Regionaal Geworteld en Groenland (laatste 3 zijn scenario's uit de Ruimtelijke Verkenning). Uit de resulterende modeluitkomsten is een meta-analyse opgesteld waarin veranderingen in landgebruiksarealen zijn gekoppeld aan de omvang van geleverde ecosysteemdiensten. Deze relaties vormen de basis voor de interpolatiebenadering die in deze studie wordt toegepast.

Emissies en vastlegging door landgebruik

De koolstofvastlegging en emissies van broeikasgassen uit landgebruik zijn berekend met de landgebruiks module die eerder is toegepast voor de berekening van de broeikasgasemissies uit de landgebruik voor de Trajectverkenning Klimaatneutraal Nederland (TVKN, Westhoek et al. 2024). Hierbij zijn de kengetallen voor koolstofvastlegging uit nieuw bos en landschapselementen geüpdatet aan de hand van de emissiefactoren uit de landgebruiksraming van de Klimaat- en Energieverkenning 2024 (Van Baren et al. 2024). Voor landschapselementen is de bijdrage van de categorie *Trees Outside Forest* geschaald naar oppervlakte houtige elementen in scenario's, waarbij het uitgangspunt is dat 50 procent van alle landschapselementen hieruit bestaan.

De koolstofvastlegging van *agroforestry* verschilt sterk per systeem, het aantal bomen en de boomsoorten. Er is bijvoorbeeld een verschil tussen snelgroeiende bomen (zoals wilg en populier) die per jaar meer vastleggen dan langzamer groeiende bomen (zoals fruit en noten). Er wordt daarom vaak verwezen naar een grote bandbreedte voor koolstofvastlegging (circa 1-10 ton CO₂ per hectare per jaar). Een vergelijking van verschillende systemen door Wageningen University & Research laat een bandbreedte van circa 1,7 (laagstam appel in kippenuitloop) tot 7 ton CO₂ per hectare per jaar (populier in rijenteelt akkerbouw). Vanuit een literatuuronderzoek schatten Lesschen et al. (2021) de maximale vastlegging hoger, namelijk 8,55 ton CO₂ per hectare per jaar (Fuchs & Selin Norén, 2023). Als uitgangspunt voor koolstofvastlegging uit *agroforestry* gaan we daarom uit van een gemiddelde van 5 ton CO₂ per hectare per jaar.

Nutriënten en biologie in regionale wateren en de KRW-verkenner

De berekeningen met de KRW-Verkenner zijn uitgevoerd door Deltares.

Methodiek nutriënten

Als basis voor de ontwikkelingen van de nutriëntenconcentraties tot en met 2050 is in deze studie gebruik gemaakt van de Tussenevaluatie KRW 2024 (scenario vastgesteld beleid 2027; Van den Roovaart et al. 2024). Deze wordt gebruikt als het referentiescenario. In de Tussenevaluatie KRW zijn de waarden van de uit- en afspoeling vanuit landbouwgronden, de belangrijkste nutriëntenbron in het landelijk gebied, gebaseerd op berekeningen van WEnR met het ANIMO-model (Groenendijk et al. 2024).

Voor het intensief-technologische en natuurinclusieve scenario is voor de berekeningen van de emissies van de nutriënten (totaal stikstof en totaal fosfor) gebruik gemaakt van door het PBL berekende reducties van vrachten van af- en uitspoeling. Hierbij zijn de door ALLEGRO berekende mestreducties (dierlijke mest en kunstmest), via ruimtelijke vertaling van de scenario's (zie ook bijlage 3), rechtstreeks gekoppeld aan de reeds van uit de Tussenevaluatie beschikbare

nutriëntenvrachten van ANIMO voor de KRW-Verkenner. Daarbij wordt, als sterk versimpelde aanname, uitgegaan van een lineair verband tussen de mestgift en de uit- en afspoeling. Een reductie van de mestgift in een gebied wordt direct vertaald naar eenzelfde reductie van de uit- en afspoelingsvrachten in datzelfde gebied. Om deze aanname in context te kunnen plaatsen is er daarnaast een berekening gedaan van de uit- en afspoeling van landbouwgronden en nitraatconcentraties in het bovenste grondwater door een meta-versie van het ANIMO-model (zie toelichting na deze sectie). Door deze aanpak zijn geen specifieke additionele maatregelen, zoals maatregelen gericht op zuivering, onderdeel geweest van de berekening. Voor maatregelen op het gebied aan additionele zuivering kan worden gedacht aan meer natuurlijke zuiveringstechnieken met een helofytenfilter of een waterharmonica, of aan meer technische zuiveringstechnieken, met bijvoorbeeld filtratie met ijzerzand of toevoeging van ijzerchloride. Ook inlaat van voorgezuiverd water in natuurgebieden is een mogelijke, hetzij zeer dure oplossing, technische aanpassing.

In deze berekening is uitgegaan van een indeling in het Landelijk KRW-Verkenner Model (LKM) in 8625 eenheden, de 'Local Surface Waters' (LSW's). Gegevens over de reductie van de atmosferische depositie van N in het intensief-technologische en het natuurinclusieve scenario is hierbij ook ontvangen door het PBL. Overige aannames zijn de volgende:

- Het voorkomen van erfafspoeling, waarbij o.a. voer en mest(resten) van op het erf af kan spoelen, is afhankelijk is van bedrijfsvoering en erfinrichting. In deze studie wordt aangenomen dat erfafspoeling in beide scenario's sterk afneemt, onder andere door de snelle afvoer en gesloten opslag van mest, maar dat hier bij het natuurinclusieve scenario een lagere reductie plaatsvindt (75 procent reductie, in plaats van 100 procent in het intensief-technologische scenario) vanwege o.a. meer uitloop en weidegang.
- Het meemesten van sloten is in beide scenario's gereduceerd tot nul als gevolg van de mestreducties en aandacht voor precisiebemesting.
- Ook de uitspoeling vanuit de glastuinbouw gaat in beide scenario's naar 0, als gevolg van het uitgangspunt van productie in gesloten kassystemen (zie ook tekstkader 3.4).
- De emissies vanuit overige bronnen zoals industrie, rioolwaterzuiveringsinstallaties en buitenlandse aanvoer blijven gelijk t.o.v. de Tussenevaluatie KRW (situatie 2027).

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de (herkomst van) de aannames van de reducties voor de verschillende bronnen van N en P in de verschillende scenario's. De weergegeven reducties voor de bronnen erfafspoeling, meemesten sloten en uitspoeling glastuinbouw zijn zowel van toepassing op N als op P.

Tabel 3

Aannames (en herkomst) van reducties voor bronnen van nitraat en fosfor in de verschillende scenario's, reductiepercentages ten opzichte van de Tussenevaluatie 2021

Bron	Tussenevaluatie 2027 – vastgesteld beleid	LNVK: Referentiescenario 2050	LNVK: Intensief-technologisch scenario 2050	LNVK: Natuurinclusief scenario 2050
Atmosferische depositie ¹	9,0%	19,5%	29,1%	29,6%
Erfafspoeling	40,3%	40,3%	100,0%	75,0%
Meemesten sloten	95,0%	95,0%	100,0%	100,0%
Uitspoeling glastuinbouw	65,0%	65,0%	100,0%	100,0%

Uit- en afspoeling landbouw	ANIMO ⁴	TE 2027 ²	PBL ³	PBL ³
Overige bronnen	divers	TE 2027 ²	TE 2027 ²	TE 2027 ²

¹ Betreft atmosferische depositie van stikstof op open water

² Data gelijk aan Tussenevaluatie 2027

³ Reductie afkomstig van PBL (ALLEGRO)

⁴ Berekeningen met ANIMO voor de Tussenevaluatie (WEnR)

Methodiek biologie

De biologie van de regionale KRW-waterlichamen is doorgerekend met de ecologische module van de KRW-Verkenner. De module berekent EKR-scores (waarde tussen 0 en 1) voor de vier kwaliteitselementen (vis, overige waterflora, macrofauna en fytoplankton) voor een oppervlaktewaterlichaam met een bepaald watertype voor een bepaald jaar (heden of toekomstig) aan de hand van een set van 15 stuurvariabelen, die specifiek zijn voor het betreffende watertype. Maatregelen binnen de scenario's worden vertaald naar een verandering van de hoogte van de stuurvariabelen op het gebied van beheer (peilbeheer, verstuwings, onderhoud, scheepvaart), de inrichting (oeverinrichting, meandering, beschaduwing, connectiviteit) en de waterkwaliteit van de watersystemen (doorzicht, chloride, zuurstof, totaal stikstof, totaal fosfor, ammonium, toxiciteit).

In het referentiescenario is gebruik gemaakt van de resultaten van de Tussenevaluatie KRW (scenario vastgesteld beleid 2027; Van den Roovaart et al. 2024). Voor het intensief-technologische en het natuurinclusieve scenario zijn de stuurvariabelen aangepast zodat ze zo goed mogelijk aansluiten bij de aannames in de beide scenario's. De scenarioberekeningen zijn in 2 stappen uitgevoerd.

De waarden van de stuurvariabelen toxiciteit, ammonium en doorzicht hebben betrekking op de nutriënten. Hiervoor zijn de met de KRW-Verkenner berekende concentraties van N en P gebruikt, met de aanname dat deze variabelen vooral gerelateerd zijn aan de (veranderingen van de) nutriëntenconcentraties. Zo zijn de veranderingen van ammonium gekoppeld aan de verandering van de N-concentraties en de veranderingen van toxiciteit en doorzicht aan de veranderingen van de P-concentratie (zie ook Van den Roovaart et al. 2024).

In deze stap zijn ook de inrichtingsmaatregelen toegevoegd en vertaald via een aanpassing van de stuurvariabelen: verstuwings, oeverinrichting, onderhoud, beschaduwing, meandering en connectiviteit. Hierbij is het uitgangspunt dat in de (omgeving van) waterlichamen waar veel emissiereducerende maatregelen zijn genomen waardoor de N- en P concentraties sterk zijn afgenomen, ook aanvullende inrichtingsmaatregelen worden genomen om de biologische toestand van de waterlichamen te verbeteren. Hierbij is de volgende werkwijze gehanteerd: als de N- of P-concentratie in een waterlichaam in een scenario is gedaald met 0 tot 25 procent worden de waarden van de 6 bovengenoemde stuurvariabelen met 1 klasse verhoogd. Dit betekent een verbetering van de biologische kwaliteit. Wanneer de N- of P-concentratie in een waterlichaam in een scenario is gedaald met meer dan 25 procent, worden de waarden van de 6 bovengenoemde stuurvariabelen met 2 klassen verhoogd. Meer toelichting over de klassen van sturingsvariabelen is te vinden in Van der Linden et al. (2021). Voor een viertal stuurvariabelen (scheepvaart, BZV, chloride en peilbeheer) zijn geen aanpassingen doorgevoerd in de scenario's. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de aanpassingen van de stuurvariabelen in de verschillende scenario's.

In bovenstaande aanpak volgt de berekening van de biologie dus volledig het (ruimtelijke) patroon van de reductie van stikstof- en fosforemissies per scenario, afkomstig uit de ALLEGRO berekeningen van landbouw- en natuurmaatregelen. Aanpassingen in inrichting zijn vertaald naar stuurvariabelen maar zijn niet nader gespecificeerd naar maatregelen en kunnen dus op verschillende wijze worden ingevuld (meer technisch of meer natuurinclusief). Zo is verstuwning is te verbeteren door aanpassing van stuwen met of zonder aanleg van vistrappen of het geheel verwijderen van stuwen. Ook oeverinrichting en beschaduwing kan plaatsvinden op verschillende wijze. Zo kan de oever worden ingericht als smalle (natte) bufferzone (meer passend bij het intensief-technologische scenario) of als een meer bredere zone met meer ruimte voor variatie en dynamiek. Omdat de aanpassingen niet nader zijn ingevuld, zit het verschil tussen de scenario's vooral in een ander ruimtelijk patroon en andere omvang van de aanpassingen.

Tabel 4

Aannames (en herkomst) van reducties voor bronnen van N en P in de verschillende scenario's.

Aanpassing stuurvariabelen t.o.v. Tussenevaluatie 2027

Stuurvariabele	Referentiescenario	Intensief-technologisch scenario	Natuurinclusief scenario
Totaal stikstof	N uit LNVK Referentie	N uit LNVK Intens.-techn.	N uit LNVK Natuurincl.
Totaal fosfor	P uit LNVK Referentie	P uit LNVK Intens.-techn.	P uit LNVK Natuurincl.
Toxiciteit	P uit LNVK Referentie	P uit LNVK Intens.-techn.	P uit LNVK Natuurincl.
Ammonium	N uit LNVK Referentie	N uit LNVK Intens.-techn.	N uit LNVK Natuurincl.
Doorzicht	P uit LNVK Referentie	P uit LNVK Intens.-techn.	P uit LNVK Natuurincl.
Verstuwing	als TE 2027	0, 1 of 2 klassen hoger ¹	0, 1 of 2 klassen hoger ²
Oeverinrichting	als TE 2027	0, 1 of 2 klassen hoger ¹	0, 1 of 2 klassen hoger ²
Beschaduwing	als TE 2027	0, 1 of 2 klassen hoger ¹	0, 1 of 2 klassen hoger ²
Meandering	als TE 2027	0, 1 of 2 klassen hoger ¹	0, 1 of 2 klassen hoger ²
Connectiviteit	als TE 2027	0, 1 of 2 klassen hoger ¹	0, 1 of 2 klassen hoger ²
Onderhoud	als TE 2027	als TE 2027	als TE 2027
Scheepvaart	als TE 2027	als TE 2027	als TE 2027
BOD	als TE 2027	als TE 2027	als TE 2027
Peilbeheer	als TE 2027	als TE 2027	als TE 2027
Chloride	als TE 2027	als TE 2027	als TE 2027

¹ Afhankelijk van daling van concentratie N of P uit LNVK Intensief-technologisch, als daling N of P 0-25%: 1 klasse verhoging; bij daling N of P >25%: 2 klassen hoger.

² Afhankelijk van daling van concentratie N of P uit LNVK Natuurinclusief, als daling N of P 0-25%: 1 klasse verhoging; bij daling N of P >25%: 2 klassen hoger.

Emissies uit de bodem en nitraatconcentraties in het bovenste grondwater

De berekeningen met de (meta-)ANIMO zijn uitgevoerd door Wageningen Environmental Research.

Vergelijking veranderingen in de emissies van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater tussen huidige aanpak en meta-ANIMO

Vanwege beperkt beschikbare tijd is ervoor gekozen om de analyse naar het doelbereik voor nutriënten en biologie door KRW-Verkenner uit te voeren met een versimpelende input op het gebied van uit- en afspoeling. Er is daarom gerekend met een lineair verband tussen de mestgift en de uit- en afspoeling, waarbij de reductie van de mestgift in een gebied direct is vertaald naar eenzelfde reductie van de uit- en afspoelingsvrachten in datzelfde gebied. Dit is natuurlijk een versimpelde aanname. Daarom is er ter controle een berekening gedaan van de uit- en afspoeling van landbouwgronden in het bovenste grondwater door een meta-versie van het ANIMO-model. Deze resultaten kunnen we vergelijken met de uitgangspunten van bovenstaande invoer, om zo een beeld te hebben in de mate van impact van deze versimpelde invoer.

Overeenkomsten tussen resultaten

De berekeningen met meta-ANIMO en de KRW-Verkenner komen beiden tot hetzelfde algemene beeld over de emissies van fosfor en stikstof naar het oppervlaktewater. Voor nagenoeg alle landschapsgebieden wordt een verlaging in de emissies van fosfor en stikstof naar het oppervlaktewater berekend. De afname is in beide berekeningen voor alle gebieden groter in het natuurinclusieve scenario. Daarnaast is de verandering in regio's met veel (nieuwe) natuur bij beide berekeningen kleiner dan in regio's met voornamelijk landbouw. De kleinere en meer constante belasting naar het oppervlaktewater vanuit natuurgebieden 'verdunt' de veranderingen in belasting vanuit de landbouw.

In beide berekeningen zijn ook locaties zichtbaar waarbij er een toename zichtbaar is van emissies van stikstof naar het oppervlaktewater, ten opzichte van de referentiesituatie. Dit is het gevolg van een hogere mestgift in deze gebieden t.o.v. het referentiescenario, als gevolg van intensievere landbouw in deze gebieden in het intensief-technologische scenario. In meta-ANIMO wordt dit gerapporteerd voor de regio's Heuvelland, hogere zandgronden zuidoost en het zeekleigebied zuidwest. Hoewel de lokale toenames in mestgift ook onderdeel zijn van de reductiepercentages zoals gebruikt door Deltares, worden deze uitgemiddeld bij de presentatie van resultaten van de KRW-Verkenner op het niveau van fysisch-geografische zones.

Verschillen in resultaten

In beide analyses komt het veenweidegebied duidelijk naar voren. Door meta-ANIMO wordt voor stikstof een (licht) hogere reductie berekend voor het intensief-technologische scenario. Voor fosfor is hier voor het laagveengebied een tegengesteld effect, namelijk een grotere afname in het natuurinclusieve scenario dan het intensief-technologische scenario voor het laagveengebied west. Dit tegengestelde effect wordt verklaard door het verschil in trofiegraad – een maat voor de voedselrijkdom van veen. In het laagveengebied west is dat eutroof (voedselrijk), in het laagveengebied oost mesotroof (matig voedselrijk). Daarnaast zijn er andere oppervlaktewaterpeilen die in beide gebieden worden gehanteerd. Deze specificatie (effect ecosysteem en peil) is niet meegenomen in de lineaire doorvertaling zoals toegepast voor de analyse met de KRW-Verkenner. Het effect volgt hier direct het patronen van de mestgiften, waardoor er meer reductie is in het natuurinclusieve scenario voor deze gebieden. Daarnaast

moeten de absolute verschillen tussen stikstof en fosforuitkomsten in beide analyses sowieso voorzichtig worden geïnterpreteerd, aangezien er in de mestgiften uit is gegaan van een vaste verhouding hiertussen en dit niet verder is gedifferentieerd.

Een kwantitatieve vergelijking van de absolute verschillen in de reductiepercentages laat duidelijk zien dat deze in de meta-ANIMO analyse lager zijn dan zoals gebruikt in de KRW-Verkenner. Dit is, onder andere, te verklaren doordat de nalevering vanuit de bodem in meta-ANIMO wel wordt meegenomen. Dit zou ertoe kunnen leiden dat het effect van de maatregelen in beide scenario's op de nutriënten en daarmee ook op de biologie iets is overschat.

Methodiek

De orde van grootte van effecten van het intensief-technologische en natuurinclusieve scenario op de emissies uit de bodem in het zichtjaar 2050 zijn voor verschillende landschapsregio's berekend met een meta-versie van het ANIMO-model (Van der Bolt, in prep.). Uitgangspunt hierbij is dat emissies van nutriënten uit de bodem naar het grond- en oppervlaktewater kunnen worden berekend als gevolg van veranderingen in ruimtegebruik en intensiteit, specifiek voor grotere regio's. Als indicator voor de grondwaterkwaliteit zijn (conform de Europese Nitraatrichtlijn) de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater gebruikt, naast berekende veranderingen in de emissies van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater.

Het metamodel is gebaseerd op ANIMO (zie onder andere Groenendijk et al. 2024), waarbij met ANIMO berekende effecten van maatregelen voor een reeks situaties wordt opgeslagen. Deze situaties zijn gebaseerd op rekenresultaten van Nederland dekkende berekeningen voor landbouw- en natuur met ANIMO en dit genereert resultaten voor de (veranderingen in) uit- en afspoeling van nutriënten. Bij het toepassen van een maatregel wordt het resultaat opgezocht in de resultaten van eerdere modelruns en deze worden (indien nodig) geïnterpoleerd. De resultaten worden per jaar (nitraat naar grondwater) of per kwartaal (stikstof en fosfor naar oppervlaktewater) via 30 realisaties van de klimaatperiode 1991-2020 berekend voor zowel de referentie (2020) als het toekomstbeeld.

Onzekerheden

Het metamodel is gebaseerd op detailruns met ANIMO (die ook zijn getoetst aan metingen, o.a. Van der Bolt et al. 2022), maar die zijn hierdoor wel minder locatie-specifiek en vooral geschikt om een beeld te krijgen van de richting en orde van grootte van effecten. Wel wordt verondersteld dat het relatieve verschil van de varianten ten opzichte van de referentie op het gevraagde detailniveau van grote eenheden een goede indruk geeft van de te verwachten effecten van de maatregelvarianten en van de verhoudingen in effecten tussen de verschillende maatregelvarianten.

Bij het interpreteren van de resultaten zijn er enkele punten waar rekening mee moet worden gehouden:

- **Analyse op niveau van landschappelijke eenheden:** De resultaten van de analyse worden gepresenteerd en geanalyseerd op het niveau van landschappelijke eenheden. De locatie-specifieke effecten (i.e. afhankelijk van landgebruik, mestgift, bodem en waterhuishouding) worden hierdoor meer uitgemiddeld. Eventuele anomalieën in de modelresultaten worden daardoor (grooten)deels niet zichtbaar, maar tegelijkertijd zijn mogelijk zichtbare anomalieën ook lastig te verklaren. In het intensief-technologische scenario is bijvoorbeeld in enkele gebieden sprake van een gemiddeld hogere

stikstofbemesting dan in de referentiesituatie. Dit komt tot uitdrukking in een toename van de berekende nitraatconcentratie onder landbouwpercelen in deze gebieden. Specifiek in het laagveengebied west is voor de emissie van fosfor een niet makkelijk te verklaren resultaat zichtbaar. De veranderingen in mestgiften zijn gedefinieerd als reductiepercentages van de stikstofgiften waardoor de metarelaties voor fosfor zijn afgeleid voor stikstofniveaus.

- **Beperkte oppervlakte en/of beperkt areaal:** Omdat in de duingebieden het areaal landbouwgrond klein is, zijn de resultaten voor deze gebieden minder betrouwbaar. Omdat het Heuvelland weinig oppervlaktewater kent, de hydrologie van LHM beperkingen kent, en de emissies naar het oppervlaktewater in de referentie klein zijn, zijn de berekende emissies naar het oppervlaktewater in dit deelgebied eveneens weinig betrouwbaar. Deze resultaten van deze gebieden zijn daarom niet in de analyse betrokken.

Bijlage 3: Uitgangspunten bij de kwantificering van de scenario's

Bij de doorrekening van de scenario's hebben we gebruik gemaakt van diverse uitgangspunten en kentallen. Deze lichten we in deze bijlage toe.

Invulling van de intensiteit van landgebruik

In de scenario's van deze verkenning speelt de intensiteit van het landgebruik een belangrijke rol. Omdat we met het huidige onderzoeks-instrumentarium geen goed onderscheid konden maken tussen verschillende intensiteiten van landbouw en dit daarnaast konden koppelen aan natuur- en waterkwaliteit, is er een typologie ontwikkeld met 4 intensiteitsklassen voor bouwland en grasland respectievelijk. De uitgangspunten van deze typologie maken het mogelijk om een vertaalslag te maken tussen de modellen voor natuur (gebruikmaken van het type agrarisch beheer), landbouwemissies (gebruikmakend van bemesting, bodemtype), landgebruiksemisies (vernatting) en waterkwaliteit (bemesting, vernatting).

Tabel B3.1

Tabel met landgebruiksklassen bouwland en grasland en hun uitgangspunten (incl. natuurwaarden)

Intensiteitsklasse	Intensief	Extensief	Zeer extensief - 1'	Zeer extensief - 2'
Doel	Primair doel is landbouwproductie	Primair doel is productie voer van goede kwaliteit, biodiversiteit is secundair.	Primair doel is bevorderen van biodiversiteit, productie is secundair.	Primair doel is bevorderen van biodiversiteit
Invulling grasland	Gelijk aan Engels raaigras	Productief kruidenrijk grasland	Extensief kruidenrijk grasland	Kruidenrijk gras
Invulling bouwland	Intensief bouwplan	Ruimer bouwplan	Zeer ruim bouwplan, extensief. Invulling gelijk met akkerbouw-gerichte pakketten agrarisch natuurbeheer (N12 typen).	Zeer ruim bouwplan, extensief. Invulling gelijk met akkerbouw-gerichte pakketten agrarisch natuurbeheer (N12 typen).
Vergelijkbaar met agrarisch natuurbeheer	N.v.t.	Geschikt voor beheertype 13.01 (Vochtig weidevogelgrasland) of vergelijkbaar	Geschikt voor Boernatuur pakket Kruidenrijk	Geschikt voor beheertype N12.02 (fauna- en kruidenrijk grasland)

			grasland ¹³ of vergelijkbare N12-typen.	en/of andere N12-typen.
Dierlijke mest	170 kg/N/ha	70 kg/N/ha	35 kg/N/ha	0 kg/N/ha
Kunstmest	50 kg/N/ha (bouwland), 165 kg/N/ha (grasland)	0	0	0
Veen	Niet op veen	Indien op veen: verhoogd peil (40 cm -mv)	Indien op veen: sterk verhoogd peil (20 cm -mv)	Indien op veen: sterk verhoogd peil (20 cm -mv)
Groenblauwe dooradering	Alleen in natuurinclusief scenario	Alleen in natuurinclusief scenario	10 - 15% van areaal heeft groenblauwe dooradering	10 - 15% van areaal heeft groenblauwe dooradering

¹³In de berekeningen is initieel een onderscheid gemaakt tussen twee invullingen van de klasse 'zeer extensief'. Deze zijn in de rest van de bijlage en rapportage samengenomen.

Uitgangspunten en overzicht arealen

Huidige situatie (2022)

- De basis voor de natuurdata is de analyse van Van Bussel & Van Hinsberg (2024).
- De totale omvang van de landbouwarealen is afkomstig uit de KEV2024 voor landbouw (Cals et al., 2024). Deze arealen komen uit NEMA (*National Emission Model for Agriculture*) van de Emissieregistratie en zijn afkomstig uit de Landbouwtelling (LBT). Deze informatie is ingedeeld in intensiteitsklassen aan de hand van beschikbare informatie uit de Landbouwtelling. De indeling is zelf opgesteld, vanwege het ontbreken van een passende indeling/aanpak. De klasse 'agrarisch extensief' is gelijkgesteld aan het areaal grasland onder biologische productie (minus het areaal natuurlijk grasland op biologische bedrijven). De klasse 'agrarisch zeer extensief' is gelijkgesteld aan de klassen 'Grasland natuurlijk, hoofdfunctie landbouw' en 'Grasland natuurlijk, hoofdfunctie natuur'.

Referentiescenario

- De basis van de natuurdata is de analyse van Van Bussel & Van Hinsberg (2024). Het 'planpotentieel van het vastgestelde en voorgenomen beleid' is hierbij het uitgangspunt voor 2050.
- Voor landbouw zijn de totale arealen afkomstig uit de landbouwraming van de Klimaat- en energieverkenning 2024 voor 2040 (Cals et al. 2024). Voor de ontwikkeling tot 2050 is de aanvullende verstedelijking tussen 2040 en 2050 van de Planmonitor NOVI 2024 van het areaal landbouw afgetrokken. Hierbij wordt ervanuit gegaan dat er niet vanzelf (d.w.z. zonder beleidsingrijpen) landbouwgrond vrijkomt voor spontane natuurontwikkeling, de druk op de ruimte is daarvoor te groot. Daarnaast wordt verondersteld ook dat het areaal beschermde natuur niet verder toeneemt dan in de KEV 2024 verondersteld is voor 2040 (zie bijlage 1).

¹³ <https://boerennatuur.nl/wp-content/uploads/2025/01/Beheerpakketten2025-website.pdf>

- Daarnaast is aangenomen dat de klasse ‘agrarisch extensief’ stijgt met de trendmatige ontwikkeling van het areaal onder biologische productie in de periode 2015-2022.
- Het areaal ‘zeer extensief’ is gelijk genomen met de raming voor de klassen voor natuurlijk grasland (voor ‘zeer extensief grasland’, incl. de toename biologisch natuurlijk grasland) en gewassen (afname areaal naar rato over alle gewassen).
- Andere categorieën nemen trendmatig af, door trendmatige daling gewasareaal (afname gelijkmatig verdeeld over alle gewassen).

Intensief-technologisch scenario

- Er is een toename met 100.000 hectare ‘zeer extensief’ (zie de onderbouwing in hoofdstuk 3, tekstkader 3.1). Uit eerdere resultaten van de Ruimtelijke verkenning (bufferzones in Mondiaal Ondernemend) wordt aangenomen dat dit circa 30-40% bouwland en circa 60-70% grasland betreft. In deze klasse is 10-15% groenblauwe dooradering het uitgangspunt.
- Dezelfde verhouding (30-40% bouwland en 60-70% grasland) wordt ook aangenomen bij omzetting van agrarisch landgebruik naar natuur ten behoeve van de claim van 150.000 hectare nieuwe natuur.

Natuurinclusief scenario

- Uitgangspunt is een toename 100.000 hectare nieuwe natuur en 230.00 hectare ‘zeer extensief’ (zie de onderbouwing in hoofdstuk 3, tekstkader 3.1). Daarnaast wordt in dit scenario circa 45 procent van de landbouw met een primaire productiefunctie extensief, passend bij de uitgangspunten van het scenario.
- Dezelfde verhouding (30-40% bouwland en 60-70% grasland) wordt ook aangenomen bij omzetting van agrarisch landgebruik naar natuur ten behoeve van de claim van 100.000 hectare nieuwe natuur.

Tabel B3.2a & b

Totaaloverzicht arealen

Tabel B3.2a

Overzicht arealen natuur in kha

Type areaal	2022	2050-REF	2050-INT	2050-NAT
Voedselrijke en vogelgraslanden	126	137	139	139
Kruiden- en faunarijke akker	5	9	9	9
Open natuur	169	190	326	280
Bos	161	184	252	239
Bos met productie	182	171	128	117

Dit zijn de arealen zoals gebruikt in de berekeningen. In het rapport is ervoor gekozen om de arealen af te ronden, vanwege de leesbaarheid. Voor de natuurarealen is dit afgerond op 50.000-tallen, omdat de onzekerheden groot zijn.

Tabel B3.2b

Overzicht arealen agrarisch landgebruik in kha

Type areaal	2022	2050-REF	2050-INT	2050-NAT
Agrarisch intensief grasland	835	680	515	320
Agrarisch extensief grasland	41	85	85	185
Agrarisch zeer extensief grasland	92	105	180	305
Agrarisch intensief bouwland	728	700	510	285
Agrarisch extensief bouwland	22	45	46	330

Agrarisch zeer extensief bouwland	5	5	35	40
Klimaatbos en agroforestry	0	0	100	55

Dit zijn de arealen zoals gebruikt in de berekeningen. In het rapport is ervoor gekozen om de arealen af te ronden, vanwege de leesbaarheid. Voor de natuurarealen is dit afgerond op 50.000-tallen, omdat de onzekerheden groot zijn.

Tabel B3.3

Totaaloverzicht arealen groenblauwe dooradering in kha. Deze hectaren zijn onderdeel van bovenstaande arealen.

Type areaal	2050-INT	2050-NAT
Agrarisch intensief grasland	0	40
Agrarisch extensief grasland	0	23
Agrarisch zeer extensief grasland	23	38
Agrarisch intensief bouwland	0	36
Agrarisch extensief bouwland	0	41
Agrarisch zeer extensief bouwland	17	12

Ruimtelijke vertaling van de scenario's

De landgebruiksklassen zijn ruimtelijk vertaald naar zones met daarin de aandelen van de verschillende klassen, zonder exact de locatie van specifieke percelen te karteren. Deze zones zijn een combinatie van de kaarten met de uitbereidingslocaties van nieuwe natuur, overgangszones rond Natura 2000-gebieden de veenweidegebieden en de landbouwarealen. In het intensieve scenario wordt uitgegaan van een zone van 2000 meter rond Natura 2000-gebieden, in het natuur inclusieve scenario over een zone van 500 meter. De herkomst van deze zones wordt toegelicht in hoofdstuk 3 (zie tekstkader 3.1).

De zonering bestaat uit vier hoofdzones per scenario, die oplopen qua mate van intensiteit van agrarisch landgebruik.

- Landbouw in veenweidegebieden binnen overgangszone rond Natura 2000-gebieden.
- Veenweidegebieden buiten overgangszones
- Landbouw binnen overgangszone rond Natura 2000-gebieden
- Landbouw buiten overgangszone, geen veenweide.

In de berekeningen en het referentiepad gaan we uit van de totale landbouwarealen, zoals afkomstig uit de KEV 2024 voor landbouw. Deze arealen komen uit NEMA (National Emission Model for Agriculture) van de Emissieregistratie en zijn afkomstig uit de Landbouwtelling (LBT). Omdat deze informatie niet ruimtelijk expliciet is gebruiken we voor de ruimtelijke vertaling de Basisregistratie percelen (BRP)¹⁴. Opmerking hierbij is wel dat bekend is dat het BRP-areaal iets afwijkt van het LBT-areaal (ca. 1-5% kleiner). Een vergelijking met de arealen voor 2022 laat een goede overeenstemming zien met de arealen zoals gebruikt in NEMA (afwijking 1 – 3%), behalve een onderschatting van grasland op veen (circa 15% lager in vergelijking met NEMA). Dit komt door de afwijkende arealen tussen de LBT en de BRP. Een vergelijking met INITIATOR (Kros et al. 2024), een ruimtelijk expliciet emissiemodel dat voor de arealen gebruikt maakt van de BRP, laat namelijk verwaarloosbare afwijking zien voor deze klasse.

¹⁴ <https://www.pdok.nl/introductie/-/article/basisregistratie-gewaspercelen-brp->

Voor de landbouwpercelen van de toekomst is de aanname dat deze zich in de toekomst zich bevinden binnen dezelfde locaties als in het heden, waarbij de omvang van deze locatie is bepaald gebruikmakend van de BRP 2022 kaart. De indeling van de bouwlandklasse is hierbij qua gewassen gelijkgetrokken met de gewassenlijst zoals gebruikt in NEMA, zodat de arealen nagenoeg overeenkomen. Voor de veenweidegebieden is gebruik gemaakt van een veenkaart voor 2040, zoals ontwikkeld door Deltares (Erkens et al. 2021). Dit is een kaart op basis van gemodelleerde toekomstige bodemdaling, waarbij de variant met milde bodemdaling als uitgangspunt is genomen. Deze is gelijk aan de veenkaart zoals gebruik in de KEV 2024. Ook de omvang van de moerige gronden, die wordt gebruikt in de landbouwberekeningen, komen uit deze kaart.

Uitgangspunten voor plantaardige teelten

Ter onderbouwing van de (mogelijke) invulling van de akkerbouw in de scenario's zijn vier voorbeeldbouwplannen opgesteld (per scenario en per grondsoort), met achterliggende bemestingsplannen. Deze bemestingsplannen zijn opgesteld door Wageningen Plant Research.

Uitgangspunt is dat de bemestingsplannen passen bij de invulling van het productiegerichte bouwland (klassen intensief en extensief, bemesting is genomen als gewogen gemiddelde tussen deze klassen per scenario). De bouwplannen voor de klasse zeer extensief zijn buiten beschouwing gelaten, omdat landbouwproductie hier secundair is aan de (agrarische) natuurbeheerfunctie. In de bouwplannen is dan ook uitgegaan van het gewogen gemiddelde voor beschikbare stikstof (dierlijke mest en kunstmest) in deze klassen per scenario. Dit is per scenario uitgewerkt voor zowel kleigrond als zandgrond.

Tabel B3.4

Overzicht van de intensief-technologische en natuurinclusieve voorbeeldbouwplannen voor klei en zand

Grondsoort	Intensief-technologisch scenario	Natuurinclusief scenario
Uitgangspunt bemesting	162 kilogram N per hectare dierlijke mest, 46 kilogram N per hectare kunstmest	130 kilogram N per hectare dierlijke mest, 26 kilogram N per hectare.
Klei	Intensieve gewassen: 62,5% Rust/maai-gewassen: 37,5%	Intensieve gewassen: 37,5% Rust/maai-gewassen: 62,5%
Klei	25% Consumptieaardappel 12,5% Suikerbiet 12,5% Zaai-ui 12,5% Peen 25% Wintertarwe - Bladrammenas 12,5% Veldboon – Gele mosterd	12,5% Consumptieaardappel – Winterrogge/Japanse haver 12,5% Suikerbiet 12,5% Peen 12,5% Zomergerst - Bladrammenas 12,5% Wintertarwe - Bladrammenas 12,5% Vezelvlas 12,5% Winterrogge - Bladrammenas 12,5% Veldboon – Gele mosterd
Zand	Intensieve gewassen: 50% Rust/maai-gewassen: 50%	Intensieve gewassen: 25% Rust/maai-gewassen: 75%

Zand	25% Consumptieaardappel – Japanse haver 12,5% Suikerbiet 12,5% Peen 12,5% Snijmais – Rietzwenkgras 12,5% Doperwt – Tagetes 12,5% Zomergerst – Japanse haver 12,5% Wintertarwe – Gele mosterd	12,5% Consumptieaardappel – Japanse haver 12,5% Suikerbiet 12,5% Winterrogge – Japanse haver 12,5% Wintergerst – Japanse haver 12,5% Veldboon – Gele mosterd 12,5% Vezelhenne – Wintergerst 12,5% Doperwt – Tagetes 12,5% Wintertarwe – Gele mosterd
------	--	---

De bouwplannen zijn bedoeld als voorbeeld, en zijn voor zand gebaseerd op een bouwplan dat plaats zou kunnen vinden op het zuidelijk zand (wat voor een groot deel onder de categorie nutriëntenverontreinigd gebied valt), en voor klei wordt uitgegaan van een bouwplan dat past op niet-NV kleigrond. Als er een vanggewas ingezet wordt, staat deze achter het hoofdgewas vermeld.

Algemene uitgangspunten bij de nadere invulling van bemestingsplannen

- Voor het invullen van de bemesting is gebruik gemaakt van het Handboek Bodem en Bemesting (HBB) (CBAV, 2025). Voor de aanwezige hoeveelheid minerale stikstof in de bodem (N_{min}) in het voorjaar zijn forfaitaire waarden gehanteerd. Deze zijn exclusief een verhoogde N_{min} door het vrijkomen van stikstof uit gewasresten en groenbemesters/vanggewassen. Dit is verdisconteerd in de N-nawerking uit de groenbemesters/vanggewassen.
- Er is rekening mee gehouden dat de gebruiksnorm voor dierlijke mest en de stikstof- en fosfaatgebruiksnormen gemiddeld in het bouwplan niet worden overschreden. Er is hierbij voor klei uitgaan van de normen die gelden in 2025 voor niet-NV-gebieden¹⁵ en voor zand is uitgegaan van de regio zuidelijk zand, dat vrijwel geheel NV-gebied is¹⁶.
- In alle gevallen komt de stikstofaanvoer bij opvolging van de richtlijnen uit het HBB hoger uit dan volgens de gehanteerde waarden in scenario's, dan wel volgens de gebruiksnormen is toegestaan. Met name de lage stikstofaanvoer van kunstmest(vervangers) is beperkend. Derhalve zijn de N-giften verlaagd zodat wel aan de waarden/normen wordt voldaan. De giften zijn het meest verlaagd bij de laagst-salderende gewassen (de granen). Daarbij is ook bij de verdeling van de stikstofgift afgeweken van de N-bemestingsrichtlijnen om de geringe inzet van kunstmest zo goed mogelijk te kunnen compenseren met dierlijke mest.
- Uitgangspunt is dat de bodemvruchtbaarheid wordt gehandhaafd (geen bodemverschraling). Dit houdt onder meer in dat het organische-stofgehalte van de bodem op peil wordt gehouden. Daartoe moet de jaarlijkse afbraak van bodem-organische stof worden gecompenseerd. Naast gewasresten wordt EOS (Effectieve Organische Stof) aangevoerd door inzet van organische mest en groenbemesters. De EOS-aanvoer uit gewasresten, groenbemesters en organische mest is berekend met beschikbare kengetallen (CBAV 2025; Zwart et al. 2013).

¹⁵ https://www.rvo.nl/sites/default/files/2024-12/Tabel-2-Stikstof-landbouwgrond-2025_o.pdf

¹⁶ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/mest/met-nutriënten-verontreinigde-gebieden-nv-gebieden>

- Als groenbemesters of stikstofvanggewassen zijn geen vlinderbloemigen ingezet noch groenbemestermengsel met vlinderbloemigen. Vlinderbloemigen zijn sowieso niet toegestaan als vanggewas na maïs.
- Er wordt storrijke vaste mest (storrijke vaste mest en champost) ingezet in het kader van de stimuleringsmaatregel voor de toepassing van organische-stofrijke meststoffen¹⁷. De fosfaataanvoer van storrijke vaste mest en champost telt voor 75% mee voor de fosfaatgebruiksruimte. Er is niet gekozen voor de inzet van GFT- en groencompost, omdat het voor de organische-stofaanvoer in het bouwplannen niet noodzakelijk bleek te zijn. Compost is duurder dan dierlijke mest.
- Voor de nutriëntengehalten van organische mest is uitgegaan van de gemiddelde samenstelling van organische mestsoorten (CBAV, 2025). Ook de berekening van de stikstof- en fosfaatwerking is afkomstig uit CBAV (2025).
- Door de langjarige N-nawerking van organische mest en de teelt van groenbemesters/vanggewassen zal het stikstof-leverend vermogen van de bodem (de bodemmineralisatie) toenemen. Dat zal het negatieve effect van de verlaagde N-giften op de gewasopbrengst beperken. Anderzijds geeft een toename van het N-leverend vermogen ook meer risico op een hoger stikstofverlies door uitspoeling en denitrificatie, met name in een scenario waarbij geen of in beperkt mate vanggewassen worden ingezet (zoals het intensief-technologische scenario op klei).
- Naast organische mest worden RENURE-meststoffen (mineralenconcentraat en ammoniumsulfaat) ingezet dan wel andere meststoffen met herwonnen nutriënten. Bij de bouwplannen van het intensieve scenario gebeurt dit op grotere schaal dan bij die van het extensieve scenario.
- Voor drijfmest wordt uitgegaan van een doseerbare drijfmestgift van 15 ton per hectare.
- De drijfmestgift met een zodenbemester is gemaximeerd op 40 ton per hectare om overlopen uit de sleufjes zoveel mogelijk tegen te gaan. Als de mest niet goed in de sleufjes blijft, is er geen sprake van emissiearme toediening. N.B.: deze bovengrens is ruim genomen. In situaties waarin het niet lukt om voldoende diepe sleufjes te maken, bijvoorbeeld omdat de grond te hard is, zullen de giften eerder moeten worden beperkt tot zo'n 25-30 ton per hectare.
- De minimale goed verstrooibare kunstmestgift is 100 kilogram meststof per hectare.

Bemestingsplannen klei

- De fosfaattoestand van de percelen valt in de gebruiksnormklasse 'Neutraal'. Daarvoor geldt een fosfaatgebruiksnorm voor bouwland van 70 kilogram P_2O_5 per hectare¹⁸. Deze mag gemiddeld op bouwplanniveau niet worden overschreden.
- De kalitoestand van de grond is op landbouwkundig streefniveau en wordt gehandhaafd door de kaliafvoer met de geoogste producten te compenseren. Het uitspoelingsverlies van kali is op kleigrond gering.
- Bij het intensief-technologische scenario bestaat de aardappelteelt (1:4) voor de helft uit een ras met een hoge stikstofbehoefte en hoge N-gebruiksnorm en voor de andere helft uit een ras met een lage behoefte en gebruiksnorm. Bij het natuurinclusieve scenario (1:8) bestaat het alleen uit een ras met lage N-behoefte en gebruiksnorm.

¹⁷ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/mest/gebruiken-en-uitrijden/gebruiksnormen-gebruiksruimte/organische-stofrijke>

¹⁸ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/mest/gebruiken-en-uitrijden/gebruiksnormen-gebruiksruimte/fosfaatdifferentiatie/>

- Er is van uitgegaan dat de bodemstructuur goed is en de gewassen geen bewortelingsproblemen ondervinden. Veldbonen hebben bij een goede bodemstructuur geen stikstofbemesting nodig.
- De stikstofgift aan suikerbieten wordt als rijenbemesting toegediend.
- Bij winterpeen is het advies om tijdens de teelt 40 kilogram N per hectare bij te bemesten indien nodig, afhankelijk van de gewasontwikkeling in de zomer. Er is vanuit gegaan dat dit niet nodig is.
- De mogelijkheden om dierlijke mest toe te dienen op kleigrond in het voorjaar zijn beperkt vanwege het risico op structuurbederf van de bodem. Daarom wordt aangenomen dat er in het voorjaar drijfmest wordt toegediend met een zodenbemester (wintergranen en vóór aardappelen). Dit zal niet elk jaar mogelijk zijn vanwege het weer. Als er veel regen is gevallen en de grond nog te nat is, geeft het bereiden met zware apparatuur te veel risico op structuurschade.
- Toediening van drijfmest met een bouwlandinjecteur is niet mogelijk in een te velde staand gewas, zoals wintergranen, maar is op klei in het voorjaar ook lastig op kaal land. Er kunnen dan valse natte kluiten klei naar boven worden gehaald, die problemen geven bij de zaai- en pootbedbereiding.
- Om toch meer dierlijke mest te kunnen plaatsen, wordt in het bemestingsplan mest in de nazomer toegediend, na de oogst van granen, waarna een groenbemester wordt gezaaid, die de stikstof kan opnemen. Toediening van mest in de graanstoppel is op kleigrond gangbare praktijk.
De drijfmest wordt in de graanstoppel met een bouwlandinjecteur toegediend.
Bouwlandinjectie is dan wel mogelijk, omdat de grond droger is dan vroeg in het voorjaar.
- De wintertarwe is bestemd als voertarwe. De lage N-giften zullen leiden tot een te laag eiwitgehalte voor afzet als baktarwe.
- Het tarwestro wordt bij het intensief-technologische scenario in de helft van de gevallen afgevoerd (verkocht). Bij het natuurinclusieve scenario wordt het ook afgevoerd, terwijl het stro van de winterrogge en zomergerst wordt verhakseld en ingewerkt.
- In het intensief-technologische scenario worden na de tarwe en de velbonen groenbemesters geteeld. In het natuurinclusieve scenario worden na alle hoofdgewassen groenbemesters/N-vanggewassen geteeld of worden een wintergraan gezaaid. De groenbemesters worden vóór de winter ingewerkt, behalve bij volgv Frucht aardappel.
- Bij het intensief-technologische scenario is het niet gelukt om de gewenste 162 kilogram N-totaal per hectare uit dierlijke mest te behalen. Dat zou op zich wel kunnen door de mestgiften te verhogen. Dit komt omdat de verhouding tussen de gewenste stikstofaanvoer uit dierlijke mest en kunstmest niet optimaal is in de scenario's.

Bemestingsplannen zand

- Er is voor de gebruiksnormen uitgegaan van een zuidelijke zandgrond.
- De fosfaattoestand van de percelen valt in de gebruiksnormklasse 'Hoog'. Daarvoor geldt een fosfaatgebruiksnorm voor bouwland van 40 kilogram P_2O_5 per hectare¹⁹. Deze mag gemiddeld op bouwplanniveau niet worden overschreden.
- De kalitoestand van de grond is op landbouwkundig streefniveau en wordt gehandhaafd door de kaliafvoer met de geoogste producten en het uitspoelingsverlies te compenseren. Voor het uitspoelingsverlies op zand is uitgegaan van 50 kilogram K_2O per hectare per jaar.

¹⁹ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/mest/gebruiken-en-uitrijden/gebruiksnormen-gebruiksruimte/fosfaatdifferentiatie/>

- In het intensief-technologische scenario bestaat de aardappelteelt (1:4) voor de helft uit een ras met een hoge stikstofbehoefte en hoge N-gebruiksnorm en voor de andere helft uit een ras met een lage behoefte en gebruiksnorm. Bij het natuurinclusieve scenario (1:8) bestaat het alleen uit een ras met lage N-behoefte en gebruiksnorm.
- Er is van uitgegaan dat de bodemstructuur goed is en de gewassen geen bewortelingsproblemen ondervinden. Veldbonen hebben bij een goede bodemstructuur geen stikstofbemesting nodig.
- Bij winterpeen is het advies om tijdens de teelt 40 kilogram N per ha bij te bemesten indien nodig, afhankelijk van de gewasontwikkeling in de zomer. Er is vanuit gegaan dat dit niet nodig is.
- De wintertarwe is bestemd als voertarwe.
- Het stro van de triticale en gerst wordt ingewerkt. Dat van wintertarwe wordt afgevoerd.
- Op zandgrond kan dierlijke mest goed worden toegediend in het voorjaar. De drijfmest wordt toegediend met een bouwlandinjecteur voor zaaien of poten.
- Er worden vanggewassen of geteeld na hoofdteelten waar dat verplicht is. De vanggewassen worden na de winter ingewerkt. Er is vanuit gegaan dat de gele mosterd en Tagetes in de winter afsterven.
- Bij het intensief-technologische scenario worden geen organische mest of kunstmest(verters) toegediend na de graanoogst vanwege de krappe N-gebruiksnorm. Alle stikstof die kan worden gebruikt binnen de gebruiksnormen, wordt toebedeeld aan de hoofdgewassen. Daarmee zullen de groenbemesters na granen zich mogelijk minder goed ontwikkelen.
- Bij het natuurinclusieve scenario is de totale N-behoefte in het bouwplan lager dan bij het intensief-technologische scenario, terwijl de stikstofgebruiksruimte nagenoeg gelijk is. Daardoor is er ruimte om een beperkte hoeveelheid dierlijke mest in de graanstoppel toe te dienen. Hierbij is gekozen voor chompost en is gebruik gemaakt van de regeling 'Extra organische mest uitrijden'²⁰, die geldt op percelen met hoge fosfaattoestand.
- De lage fosfaat- en stikstofgebruiksruimte beperken het gebruik van dierlijke mest. Daardoor is het niet gelukt om de gewenste 162 kilogram N-totaal per hectare uit dierlijke mest te behalen bij het intensief-technologische scenario dan wel 130 kilogram N-totaal per hectare bij het natuurinclusieve scenario. Bij het intensief-technologische scenario zijn de gebruiksnormen ook beperkend om de gewassen optimaal van stikstof te voorzien. Gemiddeld is de stikstofaanvoer 9% lager dan de behoefte. Bij het natuurinclusieve scenario op zand daarentegen, kunnen alle gewassen nagenoeg optimaal van stikstof worden voorzien. De stikstofbehoefte van de gewassen in het natuurinclusieve bouwplan is gemiddeld lager dan die van de gewassen in het intensief-technologische bouwplan, terwijl de stikstofgebruiksruimte in beide bouwplannen bijna gelijk is.
- Het natuurinclusieve scenario heeft een relatief hoog aandeel wintergranen. Vanwege de lage gewenste stikstofaanvoer uit kunstmest(verters) en de lage fosfaatsnorm, wordt alle wintergranen bemest met de dunne fractie van (varkens-)drijfmest. Omdat dit wordt toegediend met een zodenbemester (bouwlandinjectie is niet mogelijk in een te velde staand gewas) zal er in dit scenario sprake zijn van een relatief hoog ammoniakvervluchtigingsverlies.

²⁰ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/mest/gebruiken-en-uitrijden/gebruiksnormen-gebruiksruimte/extra-organische-mest>

Uitgangspunten bij de effectiviteit van de maatregelen voor emissies

Tabel B3.5a t/m d

Belangrijkste kwantitatieve uitgangspunten bij de berekeningen van emissies in het intensief-technologisch scenario

Tabel B3.5a

Belangrijkste kwantitatieve uitgangspunten bij de berekeningen van emissies door de reductie van pensfermentatie

Aanpassing	Toelichting	Uitgangspunt reductie	Theoretische bandbreedte (literatuur)	Bronnen
Reductie pensfermentatie door genetica/fokkerij	Selectie op dieren die van nature minder methaan uitstoten	10%	5-30 %	Westhoek et al. 2024; Kager et al. 2021; Vellinga en Groenestein 2023
Reductie pensfermentatie door additieven	Uitgangspunt is inzet van producten zoals 3-NOP (3-nitro oxypropanol, handelsnaam Bovaer).	25%	20-30%	Ros et al. 2025; Lesschen et al. 2020; Kager et al. 2021; Vellinga en Groenestein 2023
Reductie pensfermentatie door rantsoenoptimalisatie	Aanpassing van de verteerbaarheid van het rantsoen	5%	0-15%	Kager et al. 2021; Westhoek et al. 2024; Vellinga en Groenestein 2023; Lesschen et al. 2020

Tabel B3.5b

Belangrijkste kwantitatieve uitgangspunten bij de berekeningen van emissies door overige aanpassingen gericht op broeikasgasreductie²¹

Aanpassing	Toelichting	Uitgangspunt reductie	Theoretische bandbreedte (literatuur)	Bronnen
Stalmaatregelen (innovatie stalsystemen en mestopslag)	Er wordt uitgegaan van een snelle afvoer van mest uit de stal (dagontmesting), in combinatie met afgesloten opslag en thermische oxidatie van methaan of mestvergisting.	80% reductie stalemissie door snelle afvoer, 80% reductie emissie uit mestopslag (netto 64% reductie emissies uit mest)	70 – 80% reductie dagontmesting, 70-100% bij mestoxidatie of mestvergisting.	Westhoek et al. 2024; Kager et al. 2021
Nitrificatieremmers zoals DCD, DMPP ²² en Triazol-3MP (Piadin)	Toediening bij kunstmest- en drijfmesttoepassing	25% reductie lachgasemissie (effect bij toepassing 50% reductie, uitgegaan van toevoeging bij helft van de toegediende (kunst)mest). Bij toediening nemen de ammoniakemissies van toediening met 8% toe.	20-80%	Westhoek et al. 2024; Velthof & Rietra, 2018

Tabel B3.5c

Belangrijkste kwantitatieve uitgangspunten bij de berekeningen van emissies door aanpassingen gericht op reductie van ammoniak en stikstofoxiden

Aanpassing	Toelichting	Uitgangspunt reductie	Theoretische bandbreedte (literatuur)	Bronnen
Eiwitgehalte rantsoen verlagen	Verlaging tot circa 150 gram RE/kg	5% bij melkvee	5 – 10%	Afhankelijk van verlaging RE-gehalte. Westhoek et al. 2024; Wemmenhove & Sebek , 2024
Stalreductie (innovatie stalsystemen)	Stalsystemen met luchtbehandeling	80% melkvee; 80% vleeskalveren;	70 - 95%	Ros et al. 2025

²¹ Genoemde uitgangspunten zijn voor melkkoeien, bij jongvee en vleeskalveren zijn we uitgegaan van de helft van het reductie-effect.

²² De volledige namen zijn dicyaandiamide (DCD) en dimethylpyrazolfosfaat (DMPP)

en mestopslag)	en/of combinatie van maatregelen	90% varkens, 90% pluimvee Reducties zijn ten opzichte van traditionele stalsystemen.		
Aanwending	Efficiëntere toediening met zodenbemester, sleufkouter en sleepvoet op grasland en zodenbemester op onbeteeld bouwland. Bij grasland geen bovengrondse mesttoediening. Mestinjectie bij grasland op zand.	Netto 50% reductie toedieningsemisatie grasland, 11% reductie op bouwland. Combinatie van EF gras op zand: 5%, overig gras en onbeteeld bouwland: 30% reductie huidige EF zodenbemesting	10 – 60%	Ros et al. 2025; Bemest op z'n best 2025.

Tabel B3.5d

Belangrijkste kwantitatieve uitgangspunten bij de berekeningen van emissies door overige aanpassingen

Aanpassing	Toelichting	Uitgangspunt reductie	Theoretische bandbreedte (literatuur)	Bronnen
Weidegang	Geen beweiding of uitloop voor alle relevante diercategorieën	-	-	-
Melkproductie	Productie bij hoge productie	11.300 kg/koe/jr	10.700 – 11.800 onder voortzetting huidige trend	Lesschen et al. 2021; Cals et al. 2024.
Minder kunstmestgebruik	Kunstmestgebruik licht verminderd door toepassing grasklaver	15 kg N/ha (op intensief areaal)	Sterk afhankelijk van klaveraandeel	Lesschen et al. 2021.

Tabel B3.6a t/m c

Belangrijkste kwantitatieve uitgangspunten bij de berekening van emissies in het natuurinclusieve scenario

Tabel B3.6a

Belangrijkste kwantitatieve uitgangspunten bij de berekening van emissies door aanpassingen gericht op broeikasgasreductie

Aanpassing	Toelichting	Uitgangspunt reductie	Theoretische bandbreedte (literatuur)	Bronnen
Genetica/fokkerij	Selectie op dieren die van nature minder methaan uitstoten	5%	2 – 10 %	Westhoek et al. 2024
Additieven	Via natuurlijk producten zoals vet en lijnzaad	10%	5 – 20%	Westhoek et al. 2024; Lesschen et al. 2021; Kager et al. 2021.
Rantsoenoptimalisatie	Beweiding maakt sterkere daling moeilijker controleerbaar.	2%	0-15%	Westhoek et al. 2024
Stalmaatregelen	Er wordt uitgegaan van een afgesloten opslag met dagverse ontmesting en thermische oxidatie van methaan of mestvergisting	70% reductie stalemissie door snelle afvoer, 80% reductie emissie uit mestopslag (netto 56% reductie emissies uit mest)	70-80% reductie dagontmesting, 70-100% bij mestoxidatie of mestvergisting.	Westhoek et al. 2024; Kager et al. 2021

Tabel B3.6b

Belangrijkste kwantitatieve uitgangspunten bij de berekening van emissies door aanpassingen gericht op reductie van ammoniak en stikstofoxiden

Aanpassing	Toelichting	Uitgangspunt reductie	Theoretische bandbreedte (literatuur)	Bronnen
Eiwitgehalte rantsoen	Enige verlaging van ruw eiwitgehalte. Interactie beweiding en eiwitgehalte maken sterkere daling moeilijker	2% bij melkvee	Vaak 5 – 10% genoemd, maar lager verwacht in natuurinclusieve situatie	Kager et al., 2021; Westhoek et al. 2024

	controleerbaar. Minder eiwit voeren is mogelijk lastig te combineren met het vervoeren van reststromen (circulaire aanpak) in de varkenshouderij			
Stalreductie	Uitgangspunt zijn de emissiearmste systemen met uitloop voor de diercategorieën.	35% voor pluimvee ten opzichte van traditionele systemen, in andere systemen gelijk aan referentie-scenario		Gebaseerd op laagste RAV-factoren stallen met uitloop (IenW, 2025), net als Lesschen et al. 2021.
Aanwending	Aanname dat verbetering lastiger is in situatie met meer heterogeniteit in mest en gewassen/condities	Gelijk aan huidige situatie	-	-

Tabel B3.6c

Belangrijkste kwantitatieve uitgangspunten bij de berekeningen van emissies door overige aanpassingen

Aanpassing	Toelichting	Uitgangspunt reductie	Theoretische bandbreedte (literatuur)	Bronnen
Weidegang	Beweiding of uitloop voor alle diercategorieën	-	-	-
Melkproductie	Lagere melkproductie als gevolg van de keuze tot extensivering, minder krachtvoer en lagere bemestingsniveaus.	9700 kg/koe/jaar	~ 9.000 kg/koe/jaar in huidige situatie	Westhoek et al. 2024, komt nagenoeg overeen met Lesschen et al. 2021. Cals et al. 2024.
Minder kunstmestgebruik	Kunstmestgebruik sterk verminderd door toepassing grasklaver	30 kg N/ha (op intensief areaal)	Sterk afhankelijk van klaveraandeel	Lesschen et al. 2021