



UITDAGINGEN VOOR DE AKKER- EN TUINBOUW

Huidige situatie en mogelijke ontwikkelrichtingen in de open teelten

Jolijn Bonnet en Aaldrik Tiktak

12 februari 2025



Colofon

UITDAGINGEN VOOR DE AKKER- EN TUINBOUW

Huidige situatie en mogelijke ontwikkelrichtingen in de open teelten

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2025

PBL-publicatienummer: 5203

Contact

Jolijn.bonnet@pbl.nl

Auteurs

Jolijn Bonnet en Aaldrik Tiktak (beiden PBL)

Met dank aan

Het PBL is dank verschuldigd aan Daan Boezeman, Jan van Dam, Henk Westhoek (allen PBL), Herman Schoorlemmer, Harold van der Meulen (beiden WUR) en Peter Leendertse (CLM)

Supervisor

Jeannette Beck

Foto omslag

Nico van Maaswaal, DroneartN_co

Eindredactie en productie

Uitgeverij PBL

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:

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.

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

Samenvatting	4
BEVINDINGEN	7
Uitdagingen voor de akker- en tuinbouw	8
De huidige situatie	8
Mogelijke oplossingsrichtingen	10
Beleidsopties voor de transitie naar een duurzame akker- en tuinbouw	13
VERDIEPING	17
1 Inleiding	18
2 Schets van de huidige situatie	21
2.1 Ontwikkeling landgebruik	21
2.2 Belangrijkste gewassen	24
2.3 Ontwikkelingen in structuur en opbrengsten	30
2.4 Inkomens op bedrijfsschaal	35
2.5 Economische betekenis van het akkerbouwcomplex	40
2.6 De belangrijkste ketens	41
2.7 Keerzijde van de huidige intensieve akkerbouw	46
2.8 Erkenning noodzaak om te verduurzamen	52
3 Mogelijke ontwikkelrichtingen voor de akker- en tuinbouw	55
3.1 Introductie maatschappelijke opgaven	55
3.2 Technologische of natuurinclusieve landbouw?	57
3.3 Technologische maatregelen	61
3.4 Natuurinclusieve maatregelen	68
3.5 Bijdrage maatregelen aan maatschappelijke opgaven	76
4 Beleidsopties voor de transitie naar een duurzame akkerbouw	79
4.1 Informatievoorziening	79
4.2 Regelgeving en stimulering door de overheid	81
4.3 Private duurzaamheidsinitiatieven	85
Referenties	89
Bijlage Afkortingen	103

Samenvatting

De akker- en tuinbouw staat – net als de rest van de landbouw – voor grote uitdagingen. Het gaat daarbij onder andere om het verbeteren van de biodiversiteit op en rond het perceel en om het verminderen van de emissies van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar het grond- en oppervlaktewater en omliggende natuurgebieden. Hierbij is het essentieel dat de landbouw voldoende en gezond voedsel blijft produceren, zeker in het licht van recente geopolitieke ontwikkelingen en de toenemende kwetsbaarheid als gevolg van klimaatverandering. Tegelijkertijd is er een toenemende vraag naar producten voor de *biobased economy*, willen burgers een aantrekkelijk en leefbaar platteland en moet er voor boeren een fatsoenlijke boterham te verdienen zijn. Dit rapport brengt de huidige situatie in kaart en beschrijft de uitdagingen waarvoor de akker- en tuinbouw staat. Vervolgens verkennen we mogelijke ontwikkelrichtingen voor de akker- en tuinbouw en beschrijven we beleidsopties om de overgang naar een duurzame landbouw te stimuleren.

Intensivering en schaalvergroting

In de huidige akker- en tuinbouw is schaalvergroting en intensivering de dominante trend. Intensivering werd mogelijk gemaakt door het gebruik van externe hulpbronnen zoals kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen, maar ook door mechanisatie en plantenveredeling. Schaalvergroting is in het huidige landbouwsysteem de belangrijkste manier om de kosten per hectare te drukken. In de akkerbouw worden relatief veel rooigewassen zoals aardappelen, suikerbieten en akkerbouwgroenten verbouwd. Deze gewassen brengen relatief veel geld op, maar vragen wel om intensieve bodembewerking en worden intensief bespoten. De teelt van rustgewassen zoals granen, eiwitgewassen en vezelgewassen brengt per hectare minder geld op. Eiwitgewassen staan in de belangstelling vanwege de bijdrage die ze kunnen leveren aan de eiwittransitie. Vezelgewassen zoals hennep en vlas zijn geschikt als circulair isolatiemateriaal in de bouw. Om deze redenen wordt de teelt van eiwitgewassen en vezelgewassen via de ecoregeling van het Gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB) financieel ondersteund. Deze regelingen kennen echter geen langjarig karakter, waardoor het voor boeren niet altijd aantrekkelijk is te investeren in deze nieuwe gewassen.

Europese subsidies zijn voor akkerbouwers belangrijk

Landbouwkundige activiteiten dragen het meest bij aan de inkomens van akker- en tuinbouwers. Bij de grote bedrijven komt ongeveer driekwart van het inkomen uit dergelijke activiteiten, bij kleinere bedrijven is dat de helft. Voor akkerbouwers zijn de toeslagen van het GLB belangrijk: deze bedragen ongeveer 25 procent van het gemiddelde inkomen van akkerbouwers. De rest van het inkomen komt uit andere activiteiten. Hierbij kiezen grote bedrijven vaak voor loonwerk en energieopwekking voor derden, terwijl kleine bedrijven vaker voor activiteiten als agrotourisme en boerderijeducatie kiezen.

Afname biodiversiteit, gevoelig voor effecten klimaatverandering

Door het verdwijnen van leefgebieden zoals heggen en bosschages, het hoge gebruik van de nutriënten stikstof en fosfaat en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen staat de biodiversiteit op en rond het perceel onder druk. De keuze voor een hoog aandeel intensieve gewassen, het verwijderen van stro en het weinig telen van groenbemesters, draagt eraan bij dat het organischestofgehalte in veel akkerbouwgebieden laag is, wat ongunstig is voor het bodemleven en de bodemstructuur. Dit laatste maakt de akkerbouw kwetsbaar voor toenemende droogte- en nat schade door klimaatverandering. Ten slotte leidt het intensieve gebruik van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen tot problemen met de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Zo is onder bouwland de concentratie nitraat in uitspoelend water hoger dan onder grasland. Bovendien

worden nog toegelaten gewasbeschermingsmiddelen regelmatig normoverschrijdend in het grond- en oppervlaktewater aangetroffen.

Technologische of natuurinclusieve landbouw?

In het debat over de toekomst van de landbouw worden vaak technologische oplossingsrichtingen en natuurinclusieve oplossingsrichtingen genoemd en worden deze als aparte en losstaande sporen bestempeld. De praktijk is echter minder zwart-wit. Zo maken veel natuurinclusieve boeren gebruik van innovatieve methoden, zoals precisielandbouw, kleinere machines en groene gewasbeschermingsmiddelen. Bovendien zijn zowel technologische als natuurinclusieve maatregelen nodig om alle milieu- en natuurdoelen te halen. Zo is de waterkwaliteit gebaat bij technologische maatregelen om de emissies van gewasbeschermingsmiddelen te beperken. Maar om plant- en diersoorten te beschermen die afhankelijk zijn van het boerenland zelf zijn ook natuurinclusieve maatregelen nodig, bijvoorbeeld de aanleg van akkerranden, heggen en bosschages. Precisiebemesting kan bijdragen aan het verminderen van de emissies naar grond- en oppervlaktewater, maar draagt niet bij aan het sluiten van de nutriëntenkringlopen op Nederlandse schaal. Als het beleid dat wil bereiken is het nodig de import van krachtvoer te beperken. Een EU-brede aanpak is hiervoor noodzakelijk. Internationale handelsverdragen en EU-recht staan importbeperkingen nu immers niet toe. Dit alles geeft aan dat de oplossing van het nutriëntenvraagstuk alleen mogelijk is via een integrale aanpak met oog voor de samenhang tussen de veeteelt en de akkerbouw.

Communicatie, regulering en economische prikkels in samenhang effectief

Om de transitie naar een duurzame akker- en tuinbouw te ondersteunen zijn communicatieve, regulerende en economische instrumenten allemaal noodzakelijk. Economische instrumenten zijn nodig omdat in het huidige landbouwsysteem boeren niet altijd de vergoeding krijgen die nodig is om de stap naar een duurzamere landbouw te maken. Bovendien is de bedrijfsvoering op akker- en tuinbouwbedrijven vaak afgestemd op een intensief bouwplan. Extensiveren zonder financiële steun is daardoor voor telers lastig. Regelgeving is een belangrijk onderdeel van de beleidsmix om de grote groep mee te krijgen maar regels zijn minder effectief als ze niet werkbaar zijn in de praktijk of niet begrepen worden. Daarom is ook communicatie nodig over het belang van de te halen doelen, waarom dat doel bereikt moet worden en welke verandering nodig is. Continuïteit van regelgeving is belangrijk voor een stabiel investeringsklimaat. Daarom doet de overheid er goed aan om bijvoorbeeld contracten over het Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer (ANLb) en de ecoregeling van het GLB zoveel mogelijk langjarig te maken. Als het geldt dat het kabinet-Schoof structureel beschikbaar wil stellen voor alternatieve verdienmodellen besteed wordt aan het ANLb, kan dit een positieve impuls opleveren voor de biodiversiteit in het agrarisch gebied. Voorwaarde is wel dat dit samengaat met maatregelen om het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten te verminderen.

Snelle omslag naar een systeem van doelsturing niet denkbaar

Zoals hierboven genoemd, zijn de toeslagen van het GLB voor akkerbouwers belangrijk. De ecoregelingen maken hiervan onderdeel uit. Een kritiekpunt is dat deze gericht zijn op activiteiten binnen de bedrijfsvoering en minder op de doelen die bereikt moeten worden. Het sturen op doelen, waarbij boeren de vrijheid hebben om zelf te kiezen hoe ze doelen willen bereiken, is een speerpunt van het kabinet-Schoof. Eerdere studies temperen echter de verwachtingen van een snelle omslag naar volledige doelsturing, zeker als de doelen ook 'afrekenbaar' moeten zijn. Dit komt onder andere doordat de doelbepaling ingewikkeld is en omdat veel doelen en middelen vastliggen in bestaande EU-regelgeving. Aanpassing van die regelgeving – bijvoorbeeld voor de emissies van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten – is een langdurig proces met onzekere resultaten. Doelsturing lijkt wél geschikt als grondslag voor beloningen voor bovenwettelijke prestaties. Een

gemeenschappelijke duurzaamheidsstandaard zoals eerder voorgesteld in het concept-Landbouw-akkoord kan hierbij behulpzaam zijn. Dit kan ertoe bijdragen dat consumenten een meerprijs gaan betalen voor duurzame producten zonder dat dit tot concurrentienadeel leidt voor bedrijven die de stap gemaakt hebben. Het verdient aanbeveling om de duurzaamheidsstandaard langzaam op te bouwen, met als eerste een focus op maatschappelijk gevoelige thema's. Op de langere termijn zou de standaard zich echter moeten richten op alle elementen van de productie, waarbij het bevorderen van de (agrarische) biodiversiteit specifieke aandacht behoeft.

Samenwerking tussen overheid en private sector nodig

Om de daadwerkelijke transitie te maken is samenwerking tussen overheid en de private sector nodig. De overheid is daarbij aan zet om duidelijke kaders te scheppen en met een langetermijnvisie te komen. Zo'n visie biedt bedrijven duidelijkheid over de te bereiken duurzaamheidsdoelen. Om boeren te stimuleren hun bedrijfsvoering aan te passen is het wenselijk als ze beloningen uit verschillende (private en publieke) bronnen kunnen combineren. Omdat het stapelen van beloningen wettelijke beperkingen kent, en ieder systeem moet voldoen aan eigen kaders, is een gemeenschappelijk beloningssysteem niet mogelijk. Wel kunnen de vergoedingen op elkaar worden afgestemd om tot een effectief totaalpakket te komen. Een gedeelde visie en nauwe samenwerking zijn hiervoor belangrijk.

BEVINDINGEN

BEVINDINGEN

Uitdagingen voor de akker- en tuinbouw

De stikstof- en mestcrisis heeft de Nederlandse landbouw in het centrum van de maatschappelijke aandacht geplaatst (PBL 2021a). Veel aandacht gaat hierbij uit naar de veehouderij en de gevolgen die de relatief grote stikstofemissies hebben voor de natuur- en waterkwaliteit. Naast de veehouderij is de akker- en tuinbouw een belangrijke sector, die een derde van het Nederlandse landbouwareaal beslaat. De akker- en tuinbouw staat – net als de rest van de landbouw – voor grote uitdagingen. Het gaat daarbij onder andere om het verbeteren van de biodiversiteit op en rond het perceel en het verminderen van de emissies van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar het grond- en oppervlaktewater en omliggende natuurgebieden. Hierbij is het essentieel dat de landbouw voldoende en gezond voedsel blijft produceren, zeker in het licht van recente geopolitieke ontwikkelingen en de toenemende kwetsbaarheid als gevolg van klimaatverandering. Tegelijkertijd is er een toenemende vraag naar producten voor de *biobased economy*, willen burgers een aantrekkelijk en leefbaar platteland en moet er voor boeren een fatsoenlijke boterham te verdienen zijn.

Doel van deze studie

Dit rapport brengt de huidige situatie in kaart en beschrijft de uitdagingen waarvoor de akker- en tuinbouw staat. Vervolgens verkennen we mogelijke ontwikkelrichtingen voor de akker- en tuinbouw en beschrijven we beleidsopties om de overgang naar een duurzame landbouw te stimuleren. De studie richt zich op de grondgebonden akker- en tuinbouw. De glastuinbouw is niet meegenomen omdat deze niet-grondgebonden sector zijn eigen problematiek kent, zoals de energievoorziening.

De huidige situatie

De huidige akker- en tuinbouw is intensief en grootschalig. Het (Europese) landbouwbeleid, dat in de vorige eeuw sterk was gericht op voedselzekerheid, is hier een belangrijke factor in geweest.

Intensivering en schaalvergroting

De gewasopbrengsten per hectare zijn sinds 1950 meer dan verdubbeld. Dit komt door het toegenomen gebruik van externe hulpbronnen zoals kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen en door optimalisering van de bedrijfsvoering en plantenveredeling. Naast intensivering is schaalvergroting een belangrijke trend: de gemiddelde omvang van een akkerbouwbedrijf is toegenomen van ruim 30 hectare in 2000 tot circa 40 hectare in 2023. Schaalvergroting is in het huidige landbouwsysteem de belangrijkste manier om de kosten per hectare te drukken. Dit is nodig omdat de Nederlandse akker- en tuinbouw produceert voor een internationale markt waarbij een individuele akkerbouwer weinig marktmacht heeft. Deze geringe marktmacht draagt er mede aan bij dat boeren in het algemeen weinig mogelijkheden hebben om extra kosten in rekening te brengen voor bijvoorbeeld milieumaatregelen.

Intensieve teelten

In de Nederlandse akkerbouw worden gewassen doorgaans in een één op vier rotatie verbouwd. Dat wil zeggen dat een gewas eens per vier jaar op hetzelfde land staat. Gewasrotatie is nodig om de bodem gezond te houden en om grondgebonden ziekten te beperken. Een veel voorkomend

bouwplan bestaat uit consumptie- of pootaardappel, zomergerst, suikerbiet en wintertarwe (Smit & Jager 2018). In dit bouwplan wisselen rooigewassen en maaigewassen elkaar af. Rooigewassen vergen in het algemeen intensieve bodembewerking en worden ook intensief bespoten. Maaigewassen zijn relatief gunstig voor de bodemstructuur, het organischestofgehalte en vergen minder gewasbescherming. Deze gewassen worden daarom ook wel ‘rustgewassen’ genoemd. Het areaal rustgewassen is tot 2020 afgenomen, maar daarna weer licht toegenomen. Opvallend is de toename van het areaal akkerbouwmatig geteelde groenten zoals peen en ui. Voor akkerbouwers is het telen van intensieve gewassen interessant omdat de geldopbrengst per hectare hoger ligt. De laatste jaren is er meer belangstelling voor de teelt van nieuwe rustgewassen zoals eiwitgewassen en vezelgewassen. Eiwitgewassen zijn interessant vanwege de bijdrage die ze kunnen leveren aan de eiwittransitie (LNV 2020). Vezelgewassen zoals hennep en vlas zijn geschikt als circulair isolatiemateriaal in de bouw (BZK et al. 2023). Omdat de teelt van deze gewassen minder opbrengt, ondersteunt de overheid de teelt van eiwitgewassen en vezelgewassen via de ecoregeling van het GLB. Deze regelingen kennen echter geen langjarig karakter, waardoor het voor boeren niet altijd aantrekkelijk is te investeren in deze nieuwe gewassen.

Landbouwkundige activiteiten dragen meest bij aan de inkomens

Landbouwkundige activiteiten dragen het meest bij aan de inkomens van akker- en tuinbouwers. Bij de grote bedrijven komt ongeveer driekwart van het inkomen uit dergelijke activiteiten, bij kleinere bedrijven is dat de helft. Voor akkerbouwers zijn de toeslagen van het GLB belangrijk: deze bedragen ongeveer 25 procent van het gemiddelde inkomen van akkerbouwers. De rest van het inkomen komt uit andere activiteiten. Hierbij kiezen grote bedrijven vaak voor loonwerk en energieopwekking voor derden, terwijl kleine bedrijven vaker voor activiteiten als agrotourisme en boerderijeducatie kiezen (van der Meulen et al. 2022).

Akkerbouw en veeteelt verweven

Er is een sterke interactie tussen de veehouderij en de Nederlandse akkerbouwsector. Allereerst wordt een belangrijk deel van het Nederlandse akkerbouwareaal gebruikt voor de productie van veevoer (Berkhout et al. 2023). Ten tweede gebruiken akkerbouwers dierlijke mest uit de veehouderijsector. Er is daarbij een sterke financiële prikkel om drijfmest te gebruiken: akkerbouwers krijgen geld voor de acceptatie daarvan terwijl alternatieven zoals compost en vaste mest geld kosten en/of slecht beschikbaar zijn (Janmaat & Koopmans 2020). Het nadeel van drijfmest is dat deze relatief weinig effectieve organische stof bevat. Naast de keuze voor een hoog aandeel intensieve gewassen, het verwijderen van stro en het weinig telen van groenbemesters, draagt dit er aan bij dat het organischestofgehalte in veel akkerbouwgebieden laag is, wat ongunstig is voor het bodemleven en de bodemstructuur (Reijneveld et al. 2009).

Nitraatconcentratie onder bouwland relatief hoog

Het intensieve gebruik van meststoffen in de akkerbouw draagt bij aan problemen met de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. In 2021 voldeed 86 procent van de waterlichamen niet aan de doelen van de Kaderrichtlijn Water (KRW) voor biologische kwaliteit (CLO 2024b). Daarnaast is op bouwland (akker- en tuinbouw en maïs gerelateerd aan dierbedrijven) de concentratie nitraat in uitspoelend water relatief hoog (RIVM 2024). Dat komt doordat akker- en tuinbouwgewassen en maïs niet jaarrond op het perceel staan en doorgaans een minder intensief bewortelingssysteem hebben dan bijvoorbeeld gras. De problemen worden veroorzaakt door de hoge stikstof- en fosfaatoverschotten. Deze zijn sinds 1990 door verschillende maatregelen gedaald. Vanaf 2010 is de afname echter gestagneerd (PBL 2023a).

Nog toegelaten gewasbeschermingsmiddelen in het diepe grondwater aangetroffen

Naast nutriënten worden gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater normoverschrijdend aangetroffen. In het oppervlaktewater is het aantal normoverschrijdingen tussen 2013 en 2023 afgenomen, maar sinds 2018 stagneert de afname (CLO 2024e). Er resteert daarom nog een aanzienlijke inspanning om in 2027 de doelen van de KRW te halen. Ook in het grondwater worden gewasbeschermingsmiddelen normoverschrijdend aangetroffen. Dit betreft zowel toegelaten als niet meer toegelaten gewasbeschermingsmiddelen. Omdat het ruim 10 jaar duurt voordat gewasbeschermingsmiddelen het diepere grondwater bereiken, zal de belasting van het grondwater (“vergrijzing”) voorlopig doorgaan (van Loon et al. 2019). (Gebiedsspecifieke) inperking van de toelating van probleemstoffen is de enige manier om op termijn het grondwater te beschermen.

Afname biodiversiteit op en rond het perceel

Door de huidige landbouwpraktijk staat de biodiversiteit in en rond het perceel onder druk. Zo staan veel akkerplantensoorten op de Rode Lijst van beschermde plantensoorten (van Doorn et al. 2021), zijn de aantallen boerenlandvogels sinds 1990 gehalveerd (Sovon) en staan insectenpopulaties onder druk (Hass et al. 2018). De afname van de biodiversiteit wordt veroorzaakt door een veelvoud aan factoren (Kleijn et al. 2018; Vugteveen & van Hinsberg 2017). De belangrijkste daarvan zijn het verdwijnen van leefgebieden zoals heggen en bosschages, het hoge gebruik van stikstof en fosfaat en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Ook klimaatverandering kan de biodiversiteit onder druk zetten, bijvoorbeeld doordat exoten meer kans krijgen (Biesmeijer et al. 2006; Goulson et al. 2015; Scheper et al. 2015). Om de biodiversiteit duurzaam te verbeteren is het noodzakelijk om al deze drukfactoren in samenhang aan te pakken (PBL 2023a).

De huidige akker- en tuinbouw loopt tegen grenzen aan

Niet alleen de omgeving ondervindt de negatieve effecten van de huidige intensieve landbouw: ook de akker- en tuinbouw zelf loopt tegen grenzen aan. Door toenemende wetenschappelijke kennis over de negatieve effecten van gewasbeschermingsmiddelen op mens, dier en milieu, scherpt de EU de criteria voor de toelating van dergelijke middelen steeds verder aan. Dit leidt ertoe dat er steeds minder middelen toegelaten zijn voor het bestrijden van ziekten en plagen, wat de kans op het ontwikkelen van resistentie doet toenemen (Ctgb 2023). Daarnaast ondervinden akkerbouwers de gevolgen van klimaatverandering. De huidige op productie geoptimaliseerde gewassen zijn relatief gevoelig voor droogte terwijl de beschikbaarheid van zoet water voor beregening minder wordt (PBL 2024a). En het gebruik van zware machines leidt tot verdichting van de bodem wat op zijn beurt weer kan leiden tot natschade. Gegeven alle uitdagingen, zien veel boeren de noodzaak hun productie te verduurzamen. Tegelijkertijd lopen ze tegen barrières op: het is bijvoorbeeld lastig om de meerprijs voor een duurzame productie bij afnemers in rekening te brengen (PBL 2018). Bovendien hebben boeren vaak vaste afnemers, die strenge kwaliteitseisen stellen aan het eindproduct. Deze eisen staan vaak op gespannen voet met een duurzame productie (PBL 2019a).

Mogelijke oplossingsrichtingen

Technologische of natuurinclusieve landbouw

In het debat over de toekomst van de landbouw worden meestal twee ontwikkelrichtingen genoemd, namelijk een technologische richting en een natuurinclusieve richting (Lesschen et al. 2020; Gonzalez-Martinez et al. 2021; Boezeman et al. 2021; van Eldik & van Dam 2024). De technologische ontwikkelrichting gaat uit van verdere optimalisatie van het huidige intensieve landbouwsysteem (Thompson 2017). In deze richting staat de productiefunctie van de landbouw voorop. Daartegenover staat de natuurinclusieve ontwikkelrichting waarbij boeren meer gebruik maken van

natuurlijke processen en bijdragen aan doelen voor natuur en landschap (van Doorn et al. 2016; Erisman et al. 2017). De praktijk is minder zwart-wit. Ten eerste maken veel natuurinclusieve boeren gebruik van innovatie, zoals precisielandbouw, kleinere machines en groene gewasbeschermingsmiddelen. Ten tweede is het voor weinig boeren haalbaar om zonder financiële steun de omslag naar natuurinclusieve landbouw te maken. Omdat overheden vooral inzetten op vergoedingen in zones rond Natura-2000 gebieden en in gebieden met beperkingen zoals veenweidegebieden en drinkwaterbeschermingsgebieden (LNV et al. 2023; PBL 2024b), lijkt natuurinclusieve landbouw in die gebieden het meest perspectiefvol.

Systemaangepak nodig voor oplossen nutriëntenprobleem

Een belangrijke uitdaging voor de akker- en tuinbouwsector is om de mestbestanddelen stikstof en fosfor efficiënt te gebruiken en de emissies naar het grond- en oppervlaktewater te verminderen. Dit kan via technische maatregelen zoals rijenbemesting en precisiebemesting. Deze technieken hebben als voordeel dat bij dalende stikstofgebruiksnormen – binnen grenzen – toch dezelfde opbrengsten gehaald kunnen worden (Coman et al. 2020). Naar verwachting zal de verminderde stikstofplaatsingsruimte in met nutriënten verontreinigde gebieden (NV-gebieden), de implementatie van dergelijke technieken versnellen. Naast technische maatregelen kunnen eiwitgewassen het gebruik van meststoffen verminderen (Jensen et al. 2020) en kan de teelt van vanggewassen de stikstofuitspoeling verminderen (van Geel et al. 2023). Omdat eiwitgewassen zoals bonen de basis vormen voor plantaardige producten, kunnen ze een bijdrage leveren aan de eiwittransitie.

Wanneer akkerbouwers efficiënter omgaan met meststoffen kan het nationale mestoverschot toenemen. Door *renure* te gebruiken in plaats van kunstmest, kunnen akkerbouwers bijdragen aan het verminderen van dit overschot. Dit betekent echter niet dat hiermee op Nederlandse schaal de stikstofkringlopen gesloten worden. Dat is alleen mogelijk als de import van veevoer wordt geminimaliseerd. Dit laatste resulteert in een verregaande krimp van de veestapel (Lessman et al. 2024). Internationale handelsverdragen en EU-recht staan op dit moment importbeperkingen op krachtvoer echter niet toe (Silvis et al. 2021). Dit alles geeft aan dat de oplossing van het nutriëntenvraagstuk alleen mogelijk is via een integrale aanpak met oog voor de samenhang tussen de veeteelt en de akkerbouw (van Selm 2023).

Technologische én natuurinclusieve maatregelen nodig voor biodiversiteitsherstel

De biodiversiteit staat onder andere onder druk door het intensieve gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten, het intensieve bodemgebruik, verdroging, klimaatverandering en het eenzijdig geworden landschap (Kleijn et al. 2018; Vugteveen & van Hinsberg 2017). De biodiversiteit rond het perceel is gebaat bij technische maatregelen die de emissies naar de omgeving verminderen. Dit kunnen bestaande technieken zijn, maar ook nieuwe technieken zoals precisielandbouw. Emissiereducerende maatregelen zijn echter minder effectief voor plant- en diersoorten die deels afhankelijk zijn van het boerenland zelf. Daarvoor is het allereerst noodzakelijk dat de meest toxische gewasbeschermingsmiddelen worden uitgefaseerd (EFSA PPR Panel 2015; Ziótkowska et al. 2022; Klinnert et al. 2024). Daarnaast is zorgvuldig gebruik van gewasbeschermingsmiddelen noodzakelijk om te voorkomen dat ziekten en plagen resistentie ontwikkelen. Dit kan bereikt worden via een breed scala aan preventieve en niet-chemische maatregelen (Hengsdijk et al. 2023; Luske et al. 2024). Resistente rassen – al dan niet verkregen via nieuwe veredelings technieken zoals CRISPR-Cas – vormen hiervoor een belangrijke pijler.

Om de biodiversiteit op en rond het perceel structureel te verbeteren zijn naast technologische maatregelen ook natuurinclusieve maatregelen noodzakelijk. Een eerste basisvoorwaarde is om meer diversiteit in het landschap aan te brengen. Dat kan door het aanleggen van akkerranden,

heggen en bosschages, maar ook door meer variëteit aan te brengen in de geteelde gewassen (Luske et al. 2024). Dit laatste kan door meer gewassen op te nemen in het bouwplan, maar ook door alternatieve teeltsystemen zoals mengteelten en strokenteelten. Voor het verbeteren van de bodemkwaliteit met bijbehorende ondergrondse biodiversiteit is onder andere het telen van voldoende rustgewassen van belang. Welke maatregelen effectief zijn, is soort- en gebiedsafhankelijk.

Klimaatadaptatie vraagt op termijn om fundamentele aanpassingen

Ook bij het omgaan met weersextremen geldt, dat technologische en natuurinclusieve maatregelen elkaar aanvullen. Beregening is vooraan de belangrijkste maatregel bij droogte. Op termijn is grootschalige beregening echter niet houdbaar: nu al ontstaat bij langdurige droogte waterschaarste en bovendien verzilt de bodem in de kustgebieden en Flevoland (Rabobank 2023). Boeren kunnen water besparen door te investeren in druppelirrigatiesystemen, maar die investeringen lonen alleen bij gewassen met een hoog saldo (van der Burgt & Verstand 2021).

Klimaatadaptatie vergt op de lange termijn meer fundamentele aanpassingen. Om wateroverlast te beperken moet er voldoende ruimte zijn om water te bergen en moet bodemverdichting zoveel mogelijk voorkomen worden (Norén et al. 2023). Dat laatste kan door gebruik te maken van lichtere machines en/of vaste rijpaden. Daarnaast is een gezonde bodem met voldoende organische stof belangrijk. Organische stof zorgt voor een betere bodemstructuur, wat weer zorgt voor een betere waterhuishouding (Luske et al. 2024). Om het organischestofgehalte te verhogen kunnen akkerbouwers gebruik maken van vaste mest of compost, maar zowel de kosten als de beschikbaarheid vormen een belemmering zeker omdat boeren voor het accepteren van drijfmest nu geld krijgen. Ook niet-kerende grondbewerking en rustgewassen zijn positief voor de bodemkwaliteit. Ten slotte zijn nieuwe teeltsystemen zoals agrobosbouw, mengteelten en strokenteelten perspectiefvol (Hengsdijk et al. 2023). Door hoge en lage gewassen af te wisselen ontstaat een microklimaat waardoor gewassen minder gevoelig worden voor weersextremen. Een hogere gewasvariëteit zorgt ook voor risicospreiding, wat een boerenbedrijf financieel robuuster maakt.

Scenariostudies nodig om het effect van pakketten van maatregelen te beoordelen

Uit bovenstaande komt naar voren dat een combinatie van technologische innovatie en natuurinclusiviteit het meest perspectiefvol is. Ook blijkt dat er veel maatregelen beschikbaar zijn die kunnen bijdragen aan de maatschappelijke opgaven. Vaak is het redelijk goed mogelijk om de effecten van individuele maatregelen in te schatten. Omdat de maatregelen elkaar beïnvloeden, is het echter lastig om in te schatten wat het gecombineerde effect is van meerdere maatregelen, zeker als het gaat om de vraag in hoeverre internationale beleidsdoelen gehaald worden. Om die vraag te beantwoorden zijn scenariostudies essentieel. Op deze manier kunnen eventuele afruilen tussen maatregelen beter in kaart gebracht worden.

Veel maatregelen bieden perspectief maar kosten vormen nog een belemmering

De keerzijde van vrijwel alle in deze paragraaf besproken maatregelen is de kostprijs. In het huidige landbouwsysteem krijgen boeren niet altijd de vergoeding die nodig is om de stap naar een duurzamere landbouw te maken. Bovendien is verduurzamen niet altijd mogelijk. De financiële investeringen in een akkerbouwbedrijf (grond, machines en arbeid) hebben een lange terugverdientijd en zijn vaak afgestemd op een intensief bouwplan. Dit maakt extensiveren zonder steun lastig (Smit & Bekamp 2023). In de volgende paragraaf bespreken we beleidsopties voor de transitie naar een duurzame landbouw.

Beleidsopties voor de transitie naar een duurzame akker- en tuinbouw

Communicatie, regulering en economische prikkels in samenhang effectief

Overheden en private ketenpartijen hebben verschillende instrumenten beschikbaar om verandering te stimuleren. Daaronder vallen communicatieve, regulerende en economische instrumenten. Deze instrumenten variëren in de mate waarin ze dwingend of vrijwillig zijn. In de praktijk moeten deze beleidsmaatregelen in samenhang worden ingezet (PBL 2020a). Communicatieve instrumenten zijn vrijwillige instrumenten, maar kunnen op termijn krachtig zijn als de doelgroep zich het gewenste gedrag eigen maakt. Regelgeving is een belangrijke randvoorwaarde voor verandering en is belangrijk als stok achter de deur om ook achterblijvers mee te krijgen (Runhaar et al. 2016). Regels kunnen echter minder effectief worden als ze niet begrepen worden, niet werkbaar zijn in de praktijk of tot verzet bij de doelgroep leiden, met beperkte naleving tot gevolg. Daarom is ook heldere communicatie van belang over de te halen doelen, waarom dat doel moet worden bereikt en welke verandering daarvoor nodig is (Baayen et al. 2022).

Stimuleer onafhankelijk advies

Informatievoorziening is belangrijk om verandering te bewerkstelligen: kennis van nieuwe technieken en teeltmethoden helpt boeren gemotiveerd te raken om hun bedrijfsvoering aan te passen. Boeren maken hierbij gebruik van verschillende bronnen, waaronder adviseurs, studiegroepen en gesprekken met collega's (Leendertse et al. 2019; Bos et al. 2023a). Boeren hebben veel vertrouwen in onafhankelijke adviseurs, maar deze hebben een concurrentienadeel ten opzichte van adviseurs van toeleverende bedrijven (Pedersen et al. 2019; Wuepper et al. 2021). De overheid zou daarom de positie van onafhankelijke adviseurs kunnen versterken. Naast adviseurs zijn persoonlijke gesprekken en studiegroepen belangrijke bronnen van informatie. Deze bronnen sluiten het best aan bij de manier waarop veel boeren leren, namelijk door te kijken naar welke maatregelen en managementtechnieken hun collega's gebruiken en met welk resultaat zij dit doen (de Krom & Prins 2019). De overheid kan studiegroepen financieel en logistiek ondersteunen; het GLB biedt daarvoor mogelijkheden.

Continuïteit van regelgeving belangrijk voor een stabiel investeringsklimaat

Zonder wet- en regelgeving is het onwaarschijnlijk dat doelen voor milieu en biodiversiteit gehaald worden (Baayen et al. 2022). Voor boeren is continuïteit in regelgeving belangrijk om investeringen in nieuwe technieken of teelten terug te kunnen verdienen. Vergoedingen voor de ecoregeling van het GLB worden nu echter jaarlijks vastgesteld. Langjarige afspraken over de te betalen vergoedingen zouden een stabiel investeringsklimaat kunnen opleveren. Een randvoorwaarde hiervoor is een langetermijnvisie op de met de ecoregelingen te behalen doelen (zie ook ERK 2024b). Positief is de intentie van het kabinet-Schoof om structureel geld beschikbaar stellen voor alternatieve verdienmodellen. Dit biedt de mogelijkheid voor het afsluiten van langjarige contracten. Als dit geld besteed wordt aan de opschaling van het ANLb dan zou de groen-blauwe dooradering van het landelijk gebied versterkt kunnen worden. Om maximaal effect te scoren voor agrarische biodiversiteit zou dit hand-in-hand moeten gaan met maatregelen die de milieubelasting door gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten verminderen.

Groene ambities GLB onder druk door afzwakken basisvoorwaarden

Voor akkerbouwers zijn de toeslagen van het Gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB) belangrijk: de toeslagen van het GLB bedroegen ongeveer 25 procent van het gemiddelde inkomen van akkerbouwers. Om voor deze inkomenstoelagen en voor vergoedingen uit het Agrarisch Natuur en

Landschapsbeheer (ANLb) in aanmerking te komen moeten boeren voldoen aan eisen op het gebied van milieu, gezondheid en dierenwelzijn, de zogeheten conditionaliteiten. Door meer eisen toe te voegen aan de conditionaliteiten wilde de Europese Commissie (EC) het GLB “vergroenen”. Dit lijkt maar gedeeltelijk gelukt: de conditionaliteiten zijn eerst aangescherpt, maar later onder druk van protesten van boeren weer afgezwakt (ERK 2024b). Een voor de biodiversiteit belangrijke eis was om minimaal 4 procent van het landbouwareaal te bestemmen voor “niet-productieve landschapselementen” zoals akkerranden, heggen en bosschages. Deze eis vervalt per 1 januari 2025. Het stimuleren van akkerranden, heggen en bosschages moet vanaf 1 januari worden bereikt via vrijwillige ecoregelingen. Ervaringen uit het verleden laten echter zien dat als er keuze bestaat, boeren eerder geneigd zijn om te kiezen voor productieve diensten, dan voor “niet-productieve” diensten (Guyomard et al. 2023). Het gevaar bestaat dat daardoor de beoogde 4 procent “niet-productief” land niet gehaald wordt, laat staan de in de Green Deal genoemde 10 procent aan niet-productief land (ERK 2024b). De vraag dringt zich dan ook op of het GLB voldoende bijdraagt aan de ambities van de Green Deal (ERK 2024b).

Snelle omslag naar een systeem van doelsturing niet denkbaar

Een belangrijk kritiekpunt op de ecoregelingen is dat deze gericht zijn op activiteiten en minder op de doelen die bereikt moeten worden. Het sturen op doelen (inmiddels een speerpunt van het kabinet-Schoof) zou boeren meer experimenteerimte moeten geven (Maij et al. 2019). Als gekozen wordt voor doelsturing, is het noodzakelijk te sturen op alle doelen: alleen zo kunnen negatieve afwentelingen voorkomen worden (Baayen et al. 2022; Reijs 2024). Eerdere studies temperen echter de verwachtingen van een snelle omslag naar volledige doelsturing, zeker als de doelen ook ‘afrekenbaar’ moeten zijn (PBL 2023b; Boezeman 2024). Allereerst zit de doelbepaling vol met politieke keuzes over aanvaardbaarheid, rechtvaardigheid en proportionaliteit. Ten tweede liggen veel doelen en middelen vast in bestaande EU-regelgeving. Aanpassing van die regelgeving – bijvoorbeeld voor de emissies van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten – is voorlopig niet aan de orde (Vellinga & de Haan 2022). De kpi-systematiek die op lange termijn kan bijdragen aan een systeem van doelsturing, lijkt op korte termijn meer geschikt als grondslag voor beloningen voor bovenwettelijke prestaties of ecosysteemdiensten (van Doorn et al. 2021; Baayen et al. 2021).

Samenwerking tussen overheid en private sector nodig; overheid kaderscheppend

Keuzes die gemaakt worden in het stelsel om de boer heen, in de bestuurskamers van banken en ketenpartijen, zijn in hoge mate bepalend voor de verduurzaming van de landbouw (PBL 2019ab; PBL 2023b). Initiatieven van private ketenpartijen en overheden kunnen elkaar versterken als alle partijen voldoende samenwerken en hun rol nemen. De overheid is bij de transitie naar een duurzame landbouw de partij die de kaders schetst en met een langetermijnvisie op het voedselsysteem moet komen (de Krom & Prins 2019). Zo’n visie biedt bedrijven duidelijkheid over de te bereiken duurzaamheidsdoelen. Bij gebrek aan overheidsvisie zal de afweging tussen verschillende waarden, belangen en duurzaamheidsthema’s telkens aan private actoren worden overgelaten. De kans is dan groot dat de uitkomsten van deze afweging niet altijd stroken met beleidsdoelen (de Krom & Prins 2019). De overheid kan private initiatieven verder ondersteunen via wetgeving, bijvoorbeeld door algemeenverbindendverklaringen van duurzaamheidsstandaarden. Daarnaast bieden recente aanpassingen in het EU-recht meer mogelijkheden om via subsidies verduurzaming te stimuleren.

Gemeenschappelijke duurzaamheidsstandaard kan bijdragen aan verduurzaming landbouw

Vanuit het beginsel “de vervuiler betaalt” is het wenselijk dat private ketenpartijen bijdragen aan de verduurzaming van de landbouw (Baayen et al. 2022). Een belangrijke belemmering voor toepassing van dit principe is de geringe bereidheid van de consument om een meerprijs te betalen voor duurzame producten. Daardoor, en omdat in de keten zelf vaak ook de marges gering zijn, is het

belonen van duurzaamheidsinitiatieven via de keten in de praktijk alleen mogelijk als de concurrent dat ook doet (het *first-mover* probleem) (van Galen et al. 2020). Een gemeenschappelijke duurzaamheidsstandaard – zoals eerder afgesproken in het kader van het concept-Landbouwakkoord – zou deze impasse kunnen doorbreken. Dit vergt afspraken tussen supermarktketens die vanwege het mededingingsrecht in principe verboden zijn. Wijzigingen in het EU-recht maken dergelijke afspraken nu wel mogelijk, mits duidelijk gemaakt kan worden dat dit de enige wijze is om verduurzaming te bevorderen (Baayen et al. 2022). Om bij te dragen aan de verduurzaming van de landbouwproductie, zou een gemeenschappelijke duurzaamheidsstandaard voldoende ambitieus moeten zijn (PBL 2023b). Het verdient aanbeveling om de duurzaamheidsstandaard langzaam op te bouwen, met als eerste een focus op maatschappelijk gevoelige thema's. Op de langere termijn zou de standaard zich echter moeten richten op alle elementen van de productie, waarbij het bevorderen van de (agrarische) biodiversiteit specifieke aandacht behoeft.

Consument verleiden door in te spelen op emoties en persoonlijk gewin

Veel keteninitiatieven leggen de uiteindelijke verantwoordelijkheid bij de consument (de Krom & Prins 2019). Het is echter moeilijk om consumenten in de supermarkt zélf te verleiden om duurzame producten te kopen. Dat komt doordat consumenten in drukke omgevingen zoals een supermarkt zich vooral richten op praktische zaken (Bouman & Steg 2022). Supermarkten kunnen gedrag wel beïnvloeden door duurzame producten een prominente plek in het schap te geven. Daarbij neemt de kans toe dat consumenten duurzame producten kopen als ze als onderscheidend en aantrekkelijk “merk” neergezet worden. Inspelen op persoonlijk gewin en beleving (“de kwaliteit is beter”, “het komt uit de streek”) lijkt hierbij effectiever dan het benadrukken van duurzaamheid (Bos et al. 2023b). Om effectief te zijn dienen campagnes over duurzame producten langdurig en met een consequente boodschap neergezet te worden. De boodschappen moeten bovendien gemakkelijk te communiceren zijn. Een thema dat daardoor buiten het zichtveld van keteninitiatieven lijkt te blijven, is de bescherming van “niet-aanbare” biodiversiteit zoals natuurlijke plaagbestrijders en bodemorganismen. Mocht verduurzaming van de keten tot onvoldoende resultaat leiden, dan kan de overheid normering als stok achter de deur houden.

Overigens draagt de keuze van consumenten maar in beperkte mate door op de verduurzaming van de Nederlandse akker- en tuinbouw: een groot deel van de Nederlandse productie is namelijk bestemd voor de buitenlandse markt en andersom is een groot deel van de Nederlandse consumptie afkomstig uit het buitenland. Vanwege het vrije verkeer van goederen op de Europese markt is het moeilijk Nederlandse duurzaamheidskeurmerken in het buitenland te verwaarden. Zolang hier geen Europese oplossing voor is, lijkt benchmarking van keurmerken de enige oplossing (Wolberink & Baayen 2024).

Stapelning van beloningen vergt nauwe samenwerking

Om boeren te stimuleren hun bedrijfsvoering aan te passen is het wenselijk als ze beloningen uit verschillende (private en publieke) bronnen kunnen combineren. Het stapelen van beloningen kent echter beperkingen vanwege staatssteun- en mededingingswetgeving, zeker als vergoedingen van private partijen en overheidspartijen samenkomen (zie hiervoor Baayen et al. (2022), p. 80-81). Omdat iedere verschaffer van beloningen voldoen moet aan kaders die voor hem gelden, is de ontwikkeling van een gezamenlijk beloningssysteem niet haalbaar. Voor boeren betekent dit extra complexiteit. Overheden en private partijen zullen daarom nauw moeten samenwerken om te komen tot een aantrekkelijk en effectief totaalpakket (Silvis et al. 2021). Een gedeelde visie op de te bereiken duurzaamheidseisen – bijvoorbeeld via een Landbouwakkoord – is daarbij onontbeerlijk. Ten slotte speelt dat veel subsidieregelingen via de provincie verstrekt worden. Dit kan leiden tot provinciale verschillen in de subsidiemogelijkheden voor boeren. Coherentie en afstemming tussen

deze provinciale regelingen is noodzakelijk voor rechtvaardig en doelmatig beleid (Boezeman et al. 2024).

VERDIEPING

VERDIEPING

1 Inleiding

De stikstof- en mestcrisis heeft de Nederlandse landbouw in het centrum van de maatschappelijke aandacht geplaatst (PBL 2021a). Veel aandacht gaat hierbij uit naar de veehouderij en de gevolgen die de relatief grote stikstofemissies hebben voor de natuur- en waterkwaliteit. Ook in het Nationaal Programma Landelijk Gebied (LNV et al. 2023) was er veel aandacht voor het halen van wettelijke stikstof-, water- en natuurdoelen en de rol van de veehouderij hierin. Het kabinet-Schoof stelt voedselzekerheid meer centraal en wil daartoe onder andere het areaal landbouwgrond zoveel mogelijk behouden. Om de doelen te halen zet het kabinet-Schoof vooral in op innovatie van de land- en tuinbouw (PVV et al. 2024). Naast de veehouderij is de akker- en tuinbouw een belangrijke sector, die ongeveer een derde van het Nederlandse landbouwareaal in beslag neemt (CBS 2023a). De akker- en tuinbouw kent een eigen problematiek, die doorgaans minder meegenomen wordt in de discussie over de toekomst van het landelijk gebied.

Akker- en tuinbouwproducten vormen de basis van ons voedsel

Akker- en tuinbouwproducten vormen de basis van ons voedsel: een deel van de producten wordt direct of verwerkt geconsumeerd, een ander deel van de producten vindt zijn weg naar de veevoerindustrie en komt zo in de voedselketen terecht. Naast voedsel levert de Nederlandse akkerbouw ook biobased producten voor de chemische industrie en de bouw. Net als in de rest van de landbouw is de productiviteit¹ van de akker- en tuinbouw sinds halverwege de vorige eeuw sterk toegenomen, wat in belangrijke mate het resultaat was van het (Europese) landbouwbeleid (zie onder andere PBL 2018).

De met de toegenomen productiviteit gepaard gaande specialisering, intensivering en schaalvergroting heeft ook keerzijden². Zo leidt het overmatig gebruik van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen tot problemen met de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit (PBL 2016; 2019b). Schaalvergroting met bijbehorend verlies aan landschapselementen in combinatie met het gebruik van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen leidt tot verlies aan biodiversiteit, waaronder insecten, akkervogels, akkerplanten en in het water levende organismen. Ten slotte vraagt bewerking met zware machines om lage grondwaterstanden, wat verdroging van omliggende natuurgebieden in de hand werkt.

De huidige akker- en tuinbouw loopt tegen grenzen aan

Niet alleen de omgeving ondervindt de negatieve effecten van de huidige intensieve landbouw: ook de akker- en tuinbouw zelf loopt tegen grenzen aan. Door toenemende wetenschappelijke kennis over de negatieve effecten van gewasbeschermingsmiddelen worden de criteria voor de toelating van dergelijke middelen steeds verder aangescherpt. Dit leidt ertoe dat er steeds minder middelen beschikbaar zijn voor het bestrijden van ziekten en plagen, wat de kans op het ontwikkelen van resistentie doet toenemen (Ctgb 2023). Daarnaast ondervinden akkerbouwers de gevolgen van klimaatverandering. De huidige op productie geoptimaliseerde gewassen zijn relatief gevoelig voor droogte terwijl de beschikbaarheid van zoet water voor beregening minder wordt (PBL 2024a). En het gebruik van zware machines leidt tot verdichting van de bodem wat op zijn beurt weer kan

¹ Met productiviteit bedoelen we in dit rapport de opbrengst per hectare landbouwgrond.

² Zie tekstkader 1.2 en paragraaf 3.2 voor een definitie van de begrippen specialisering, intensivering en schaalvergroting.

leiden tot natschade. Gegeven alle uitdagingen, zien veel boeren daarom de noodzaak hun productie te verduurzamen (Bos et al. 2023a). Tegelijkertijd lopen ze tegen barrières op: het is bijvoorbeeld lastig om de meerprijs voor een duurzame productie bij afnemers in rekening te brengen (PBL 2018). Bovendien hebben boeren vaak vaste afnemers, die strenge eisen stellen aan het eindproduct. Deze eisen staan vaak op gespannen voet met een duurzame productie (PBL 2019a).

Uitdagingen

Uit voorgaande probleemschets blijkt dat de akker- en tuinbouw voor grote uitdagingen staat. Het gaat daarbij onder andere om het verbeteren van de biodiversiteit op en rond het perceel en het verminderen van de emissies van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar het grond- en oppervlaktewater en omliggende natuurgebieden. Hierbij is het essentieel dat de landbouw voldoende en gezond voedsel blijft produceren, zeker in het licht van recente geopolitieke ontwikkelingen en de toenemende kwetsbaarheid als gevolg van klimaatverandering (EC 2023; PBL 2024). Tegelijkertijd is er een toenemende vraag naar producten voor de bio-economie, willen burgers een aantrekkelijk en leefbaar platteland en moet er voor boeren een fatsoenlijke boterham te verdienen zijn.

Doel van deze studie

Zoals hiervoor genoemd loopt de huidige hoogproductieve akker- en tuinbouw tegen een aantal grenzen aan. Dit leidt tot verschillende uitdagingen, waarvan verduurzaming en behoud van perspectief van boeren belangrijke onderdelen zijn. In deze studie willen we in kaart brengen welke ontwikkelingsrichtingen er zijn om de akker- en tuinbouw duurzamer te maken. Dit doen we door de volgende vragen te beantwoorden:

1. Hoe ziet de huidige akker- en tuinbouw eruit en wat zijn de belangrijkste ontwikkelingsrichtingen?
2. Wat zijn de belangrijkste milieukundige, ecologische en maatschappelijke uitdagingen voor de sector?
3. Met welke maatregelen kan de sector bijdragen aan het behalen van milieukundige, ecologische en maatschappelijke doelen en welke invloed hebben maatregelen op het verdienvermogen van de sector?
4. Hoe kunnen overheden en ketenpartijen de voorwaarden scheppen om deze veranderingen mogelijk te maken?

De informatie die dit rapport oplevert kan gebruikt worden bij integrale verkenningen over de toekomst van het landelijk gebied. Integraal betekent dat rekening gehouden moet worden met de relatie tussen de veeteelt en de akkerbouw: akkerbouwers hebben immers dierlijke mest van veetelers nodig en andersom hebben veetelers voer van akkerbouwers nodig. Integraal betekent ook dat we naast de effecten op de leefomgeving oog hebben voor de bijdrage van de landbouw aan de Nederlandse voedselvoorziening en aan de sociale en economische gevolgen van mogelijke ontwikkelingen. Deze studie is uitgevoerd op verzoek van de directie van het PBL.

De studie richt zich op de grondgebonden akker- en tuinbouw. De glastuinbouw is niet meegenomen omdat deze niet-grondgebonden sector zijn eigen problematiek kent, zoals de energievoorziening.

Leeswijzer

In deze studie beschrijven we in hoofdstuk 2 allereerst de huidige situatie en de trendmatige ontwikkeling (onderzoeksvraag 1 hierboven). Hierbij gaat het om de vraag welke gewassen geteeld worden en waarom dat zo is. Vervolgens beschrijven we waarom schaalvergroting en intensivering

de dominante ontwikkelingsrichting van de Nederlandse akkerbouw is. De daaropvolgende paragrafen gaan in op het verdienmodel van akkerbouwers: wie zijn de belangrijkste afnemers en aan welke activiteiten wordt het meeste geld verdiend? Hoofdstuk 2 sluit af met een beschrijving van de belangrijkste milieuproblemen die gepaard gaan met de huidige landbouw.

In hoofdstuk 3 beschrijven we eerst de belangrijkste uitdagingen voor de akker- en tuinbouw. Het verminderen van de milieubelasting en het behoud van perspectief voor de sector zijn daarin belangrijke bouwstenen (onderzoeksvraag 2). Met de kennis uit hoofdstuk 2 en de uitdagingen gaan we daarna op zoek naar oplossingsrichtingen (onderzoeksvraag 3). Om de volle breedte van het speelveld systematisch te verkennen, hebben we hierbij gebruik gemaakt van twee narratieven, die aansluiten op het debat over de toekomst van de Nederlandse landbouw (PBL 2020a; PBL 2021b; Boezeman et al. 2021). Dat betreft allereerst een technologische variant waarin gezocht wordt naar de inzet van nieuwe technieken en materiële middelen en daarnaast een zogeheten “natuurinclusieve” variant waarbij de boer meer gebruik maakt van natuurlijke processen. We sluiten het rapport af met een beschouwing over de condities die nodig zijn om verandering te bewerkstelligen (hoofdstuk 4; onderzoeksvraag 4).

2 Schets van de huidige situatie

In dit hoofdstuk beschrijven we de huidige situatie. Allereerst gaan we in paragraaf 2.1 in op de ontwikkeling van het landgebruik. Paragraaf 2.2 beschrijft de belangrijkste gewassen. In paragraaf 2.3 beschrijven we hoe schaalvergroting en intensivering ten grondslag ligt aan het huidige landbouwsysteem (zie tekstkader 2.1 voor een toelichting). Vervolgens gaan paragraaf 2.4 en 2.5 in op de economische betekenis van het akkerbouwcomplex en op het verdienmodel van akker- en tuinbouwers. Paragraaf 2.6 beschrijft de belangrijkste afzetketens. Ten slotte beschrijft paragraaf 2.7 de milieuproblemen die samenhangen met het huidige landbouwsysteem.

2.1 Intensivering en schaalvergroting

In dit rapport komen de begrippen intensieve landbouw en schaalvergroting regelmatig voor. Onder *intensieve landbouw* verstaan we een landbouwsysteem met een hoge inzet van (externe) productiemiddelen zoals gewasbeschermingsmiddelen, kunstmest en irrigatiewater met als doel de productiviteit te verhogen. Meer specifiek voor de akkerbouw wordt onder intensivering ook verstaan het vaker telen van zogeheten intensieve gewassen. Dit zijn vaak rooigewassen zoals aardappelen, suikerbieten, uien en peen. Ze worden “intensieve gewassen” genoemd omdat ze relatief veel gewasbeschermingsmiddelen vergen en daarnaast door intensieve grondbewerking veel van de bodem vragen.

Schaalvergroting kent twee aspecten. Allereerst duidt schaalvergroting op het vergroten van de omvang van bedrijven, bijvoorbeeld door grond van andere akkerbouwers over te nemen. De term schaalvergroting wordt ook gebruikt voor het vergroten van percelen. Grotere bedrijven hoeven niet per se negatief te zijn voor milieu en biodiversiteit. Vergroting van percelen is dat vaak wel omdat met het vergroten van percelen vaak ook landschapselementen zoals bosschages en heggen verdwijnen.

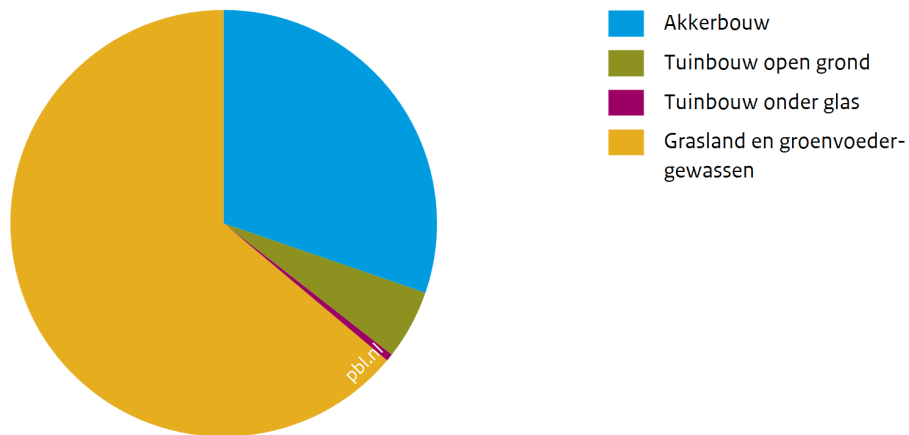
2.1 Ontwikkeling landgebruik

Meeste landbouwgrond wordt direct of indirect gebruikt voor de veeteelt

De landbouw is de grootste grondgebruiker in Nederland: de sector had in 2022 ongeveer de helft van het Nederlandse landoppervlak in gebruik. Van dit areaal was ongeveer twee derde bestemd voor grasland en groenvoedergewassen (zoals snijmaïs) voor de veeteelt en een derde voor de akkerbouw (figuur 2.1³). Van de akkerbouwgewassen was een deel (bijvoorbeeld tarwe en korrelmaïs) ook bestemd als voer voor de veeteelt. De veeteelt legt hiermee zowel direct als indirect de grootste claim op het Nederlandse landgebruik (zie verder paragraaf 2.1.3). Circa 5 procent van het landbouwareaal werd in 2022 gebruikt voor de vollegrondstuinbouw. Hiervan was de helft bestemd voor de sierteelt (bijvoorbeeld bloembollen en laanbomen) en de andere helft voor groenteteelt. Het areaal kassen was minder dan 1 procent.

³ De teelt van snijmaïs maakt in de CBS-statistieken geen onderdeel uit van de sector akkerbouw maar de sector veehouderij. Korrelmaïs en corncob mix vallen in de CBS-statistieken wel in de sector akkerbouw. Het areaal snijmaïs is veruit het grootste: in 2023 werd op ongeveer 180.000 hectare snijmaïs verbouwd terwijl het oppervlak van de overige maïssoorten 16.000 bedroeg.

Figuur 2.1
Verdeling landbouwgrond, 2022



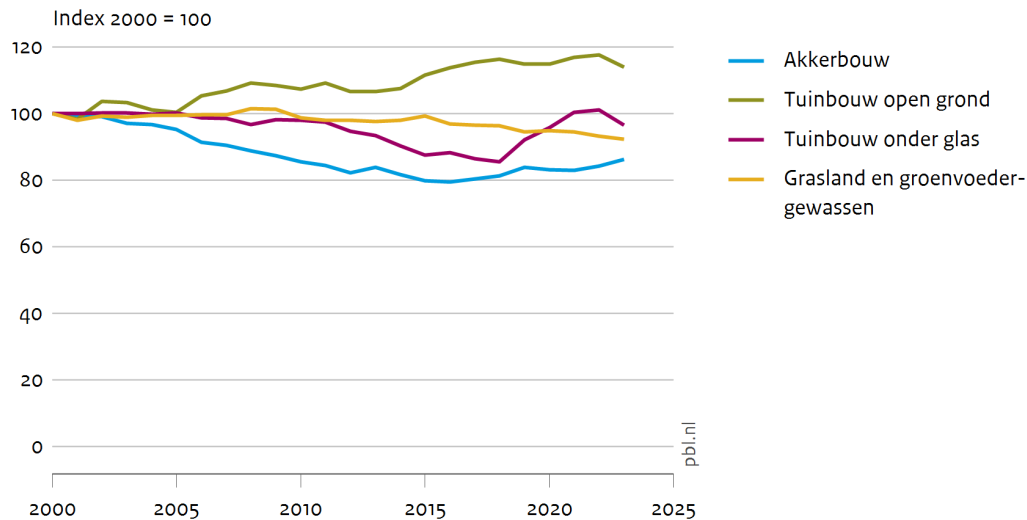
Bron: CBS

Het landbouwareaal is afgenomen

Door concurrentie met andere ruimtelijke functies is tussen 2000 en 2022 ruim 170.000 hectare landbouwgrond verdwenen. Dit is circa 10 procent van het totale landbouwareaal in 2000. De relatieve afname was vooral hoog in West-Nederland en in iets mindere mate Zuid-Nederland. Dit zijn de gebieden waar door de nabijheid van steden er veel vraag is naar grond voor woningbouw en bedrijventerreinen. Dit resulteert in een hoge grondprijs (Gerritsen et al. 2020). Het grootste deel van de landbouwgrond werd omgezet in bebouwd gebied (woningen, bedrijven en infrastructuur), een kleiner aandeel was bestemd voor nieuwe natuur (CBS 2022). Daarnaast zijn zonneparken aangelegd, maar dit betreft een relatief beperkte hoeveelheid grond (circa 2 000 hectare oftewel ongeveer 0,1 procent van het totale landbouwareaal; Bugera & Tillema 2023). Het landbouwareaal is het minst afgenomen in Zeeuws-Vlaanderen, de IJsselmeerpolders, de Veenkoloniën en het Oldambt. Dit zijn gebieden met hoofdzakelijk grootschalige grondgebonden landbouw.

Als we inzoomen op het akkerbouwareaal dan zien we dat ook dit areaal sinds 2000 is afgenomen. Sinds 2016 neemt het akkerbouwareaal echter weer toe (figuur 2.2). In absolute zin gaat het om een toename van 504 000 hectare in 2016 naar 534 000 hectare in 2022. Dit komt door ontwikkelingen in de melkveehouderij rond die tijd. Door maatregelen om het mestoverschot terug te dringen is de melkveestapel gekrompen, waarmee het areaal grasland en voedergewassen afnam. Boeren zijn op dit vrijkomende land akkerbouwgewassen gaan verbouwen (Gerritsen et al. 2020). In tegenstelling tot de andere sectoren is het areaal waarop vollegrondstuinbouw plaatsvindt sinds 2000 gestaag toegenomen van 81 000 hectare in 2000 naar 95 000 hectare in 2022. Deze toename betreft zowel de groententeelt als de sierteelt (bloembollen en boomkwekerijen).

Figuur 2.2
Ontwikkeling landbouwarealen Nederland



Bron: CBS

Twee derde van de akkerbouw in grootschalige landbouwgebieden

Akkerbouw domineert in de zeekelegebieden van Zeeland, Friesland, Groningen, de Zuid-Hollandse eilanden, West-Brabant, de IJsselmeerpolders en andere droogmakerijen (figuur 2.3). Verder domineert de akkerbouw in de Veenkoloniën, waar de bodem zandiger is. Twee derde van het akkerbouwareaal ligt in de zeekelegebieden en in de Veenkoloniën. Omdat deze gebieden relatief recent zijn ontwikkeld, ontstond er ruimte voor relatief grootschalige akkerbouw. De rest van de akkerbouw ligt in de zandregio waar akkerbouw, maïsland, grasland en bos elkaar meer afwisselen. In de zeekelegebieden en in de Veenkoloniën komen vooral akkerbouwbedrijven voor (dat zijn bedrijven die meer dan twee derde van hun omzet uit akkerbouw halen), terwijl de rest van de akkerbouw vooral plaatsvindt in gemengde landbouwbedrijven. De vollegrondsgroententeelt vindt voor een belangrijk deel plaats op gespecialiseerde bedrijven in Noord-Brabant, Limburg, Noord- en Zuid Holland en Flevoland (zie paragraaf 2.2). Een kenmerk van het Nederlandse landgebruik is de strikte scheiding tussen natuur en landbouw (zie tekstkader 2.2).

2.2 Landbouw en natuur zijn in het algemeen gescheiden

Opvallend aan het huidige Nederlandse landgebruik is de sterke scheiding tussen landbouw en natuur. Aan het begin van de negentiende eeuw waren landbouw en natuur nog verweven: landbouwpercelen, bosschages en houtsingels wisselden elkaar af. De scheiding tussen landbouw en natuur is een weloverwogen keuze geweest (Dirkx 2023). Door kavels te vergroten, landschapselementen te verwijderen en de waterhuishouding aan te pakken werd het mogelijk om de grond met moderne landbouwmachines te bewerken. Tegelijkertijd kwam een tegenbeweging op gang: ge-goede burgers, kunstenaars en wetenschappers wilden de belangrijkste natuurgebieden behouden in de vorm van “natuurmonumenten” (Van der Woud 2021; Van der Windt 1995). De beschermde natuurgebieden kwamen als eilandjes in het steeds intensiever gebruikte cultuurlandschap te liggen. Een belangrijk uitgangspunt was destijds dat het mogelijk is om in afgeschermd gebied natuur te beschermen tegen bedreigingen van buiten (Palomo et al. 2014). In de loop der jaren werd echter duidelijk dat externe invloeden zoals vermessing en verdroging de natuurkwaliteit in deze gebieden negatief beïnvloedden (CLO 2024c).

Figuur 2.3
Landgebruik, 2021



Bron: WUR

WUR/jun23
www.clo.nl/nl220502

2.2 Belangrijkste gewassen

2.2.1 Akkerbouw

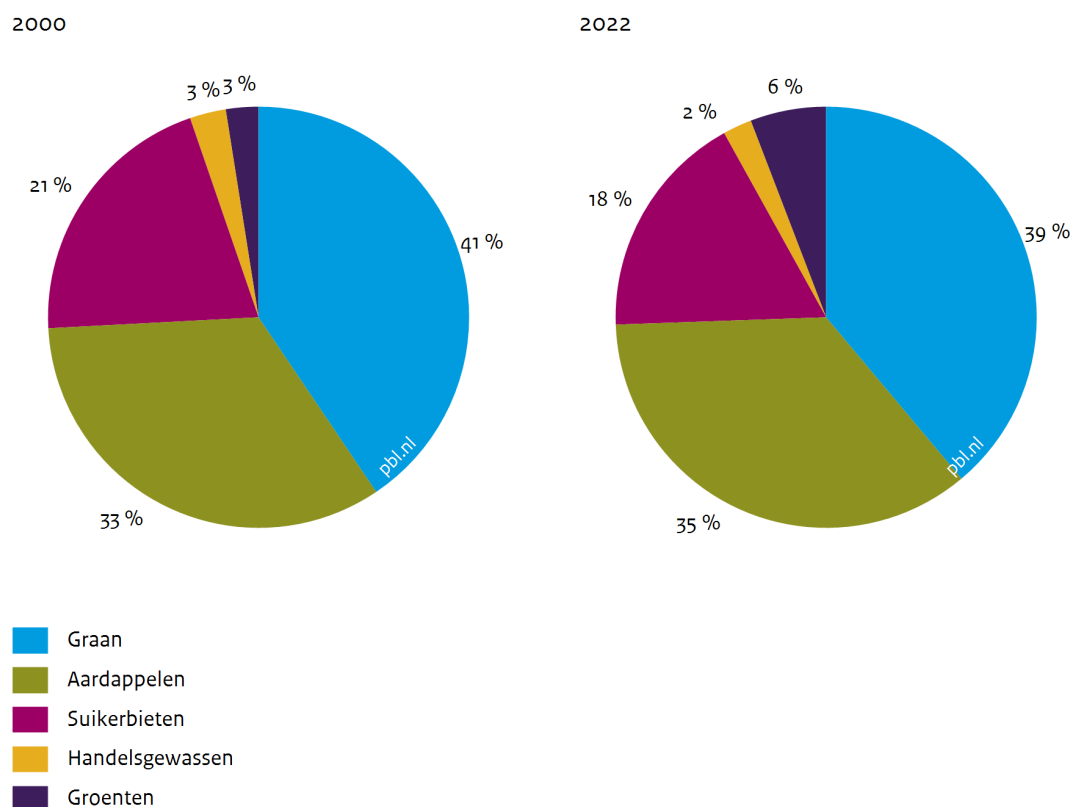
Granen, aardappelen en suikerbieten meest geteelde akkerbouwgewassen

Granen, aardappelen en suikerbieten zijn de meest geteelde akkerbouwgewassen (figuur 2.4). Daarnaast wordt er in Nederland veel snijmaïs verbouwd, het areaal daarvan is ongeveer even groot als het areaal waarop granen verbouwd worden. Snijmaïs wordt echter niet gerekend tot de akkerbouwgewassen (paragraaf 2.1.1).

Van de akkerbouwgewassen worden **granen** het meest verbouwd. Met granen kan minder geld worden verdiend dan met de teelt van aardappelen en suikerbieten. Toch vormen granen in vrijwel alle akkerbouwgebieden een belangrijk deel van de gewasrotatie. Dat komt doordat gewasrotatie verplicht is na de teelt van suikerbieten en aardappelen. Deze wettelijke verplichting is er omdat rustgewassen zoals granen door de relatief diepe beworteling bijdragen aan een gezonde bodem

en een goede bodemstructuur. Een gezonde bodem en een goede bodemstructuur zijn basisvoorwaarden om de teelt van hoog salderende gewassen te kunnen verduurzamen (zie verder paragraaf 3.4). De meest geteelde granen zijn tarwe (schommelt tussen 62 en 69 procent van het graanareaal) en gerst (rond 20 procent) (CBS 2023a). De belangrijkste graangebieden zijn het Oldambt en Zuidwest Nederland. Dit zijn gebieden met zware kleigronden. Deze gronden lenen zich minder voor het verbouwen van aardappelen. Het meeste graan wordt verbouwd voor de veehouderij. Nederlandse tarwe is vanwege het klimaat namelijk minder geschikt voor het bakken van brood. Door het veranderende klimaat komen er meer mogelijkheden om bakwaardige tarwe te verbouwen, maar de teelt blijft risicovol en het areaal beperkt (zie hoofdstuk 3). Naast veevoer wordt tarwe gebruikt voor de productie van bio-ethanol, zaaizaad en de export en gerst wordt ook geteeld als grondstof voor bierbrouwerijen. Overigens verbouwen Nederlandse boeren van oudsher vooral haver en rogge. De meeste mensen konden zich tot na de Tweede Wereldoorlog geen tarwebrood veroorloven en voedden zich daarom vooral met roggebrood en pap. Na de opkomst van het tarwebrood nam de vraag naar rogge en haver sterk af (Maat 1993). Tegenwoordig maakt in het buitenland geteelde tarwe voor 80-90 procent deel uit van het graan dat verwerkt wordt in brood en banket in Nederland (Bremmer et al. 2019).

Figuur 2.4
Areaal akkerbouwgewassen



Bron: CBS (2023b)

Aardappelen zijn het tweede akkerbouwgewas wat betreft oppervlakte. Aardappelen worden wel de kurk van de Nederlandse akkerbouw genoemd, omdat gemiddeld de helft van het inkomen in de akkerbouw voortkomt uit dit gewas (gehele paragraaf uit Bremmer et. al 2019). Het gewas wordt dan ook in bijna elk akkerbouwgebied waar de grond het toelaat, geteeld. Alleen in gebieden met zeer zware klei worden nauwelijks aardappelen verbouwd. Bijna de helft van de aardappelen wordt

geteeld als consumptieaardappel, grofweg een kwart als pootgoed en een kwart als zetmeelaardappel. Consumptieaardappelen worden vooral geteeld voor de bereiding van friet, chips en vlokken. Slechts een klein deel (circa 10 procent van het totale aandeel consumptieaardappelen) komt als tafelaardappel op de markt. Pootaardappelen brengen over het algemeen meer op dan consumptieaardappelen. Er worden zo'n 500 rassen vermeerderd, die als pootgoed bestemd zijn voor de wereldmarkt. Bij overproductie, besmetting of mindere kwaliteit van het pootgoed verwerkt de industrie deze aardappelen doorgaans alsnog voor consumptie, voer of als grondstof voor bio-energie. Zetmeelaardappelen worden verwerkt tot zetmeel- en eiwitproducten die wereldwijd worden afgezet aan de voedingsmiddelenindustrie, en ook als ingrediënt voor de veevoederindustrie en voor technische en chemische toepassingen.

Suikerbieten worden vooral op kleigrond geteeld, maar ook op zand- en lössgrond vindt enige teelt plaats. Suikerbieten zijn naast aardappelen belangrijk voor de inkomensvorming van Nederlandse akkerbouwers. De bieten worden vooral gebruikt voor de productie van kristalsuiker, waarvan het grootste deel naar de suikerverwerkende industrie gaat voor de productie van onder andere frisdrank, brood, gebak en andere voedingsmiddelen. Een klein deel gaat als kristalsuiker direct naar de consument. Recent is in Delfzijl ook een fabriek gebouwd waarin suikerbieten verwerkt worden tot grondstoffen voor de chemische industrie.

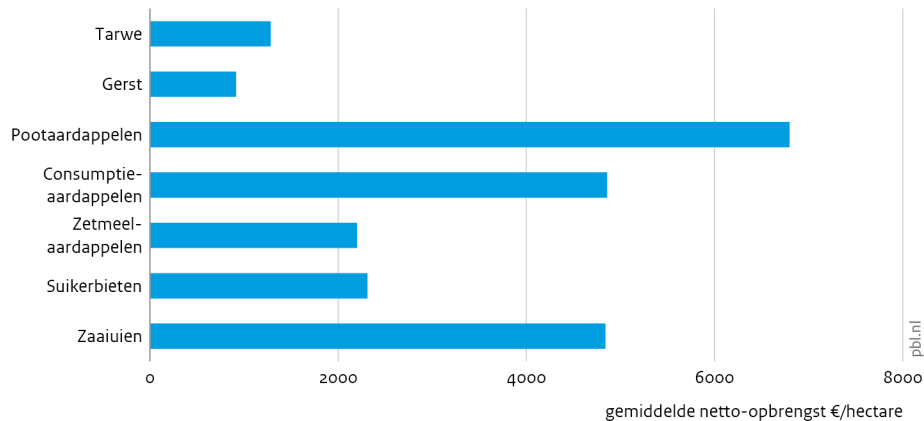
De meest geteelde **akkerbouwgroenten** zijn uien (meer dan de helft van het areaal akkerbouwgroenten), gevolgd door winterpeen (rond de 10 procent). Vervolgens maken erwten, witlof, waspeen, sperziebonen en spinazie ieder nog 5 procent van de geteelde akkerbouwgroenten uit (Gerritsen et al. 2020). Zowel in de akkerbouw als de tuinbouw is een stijging in het areaal groenten waarneembaar.

Tot slot worden er binnen de akkerbouw nog de zogeheten '**handelsgewassen**' geteeld. Handelsgewassen worden in het algemeen opgeslagen voordat ze verhandeld worden. Nederland is gespecialiseerd in opslag en bewaring, wat als voordeel heeft dat producten pas verkocht hoeven te worden als de prijzen goed zijn. Voorbeelden zijn chicorei, hennep, vlas, koolzaad, graszaden en peulvruchten. Vezelgewassen zoals hennep en vlas kunnen gebruikt worden om de bouw te verduurzamen terwijl peulvruchten een bijdrage kunnen leveren aan de eiwittransitie (hoofdstuk 3).

Meest renderende gewassen doorgaans intensief

In de meeste regio's worden gewassen in een één op vier rotatie verbouwd. Dat wil zeggen dat een gewas maar eens per vier jaar op het land staat. Gewasrotatie is nodig om de bodem gezond te houden en om grondgebonden ziekten zoals aaltjes en bodeminsecten te beperken. Een veel voorkomend bouwplan bestaat uit consumptie- of pootaardappel, zomergerst, suikerbiet en winter-tarwe. In dit bouwplan wisselen rooigewassen en maaigewassen elkaar af. Rooigewassen (zie ook tekstkader 2.1) vergen in het algemeen intensieve bodembewerking en worden ook intensief bespoten (PBL 2019b). Maaigewassen zoals tarwe en gerst zijn relatief gunstig voor de bodemstructuur, het organischestofgehalte en vergen minder gewasbescherming. Deze gewassen worden daarom ook wel 'rustgewassen' genoemd. De intensieve gewassen kennen een relatief hoog gewassaldo en zijn daarom vanuit bedrijfseconomisch perspectief het interessantst (figuur 2.5).

Figuur 2.5
Gemiddelde netto-opbrengst van verschillende akkerbouwgewassen, 2014 – 2022



Bron: WUR – Bedrijveninformatienet

De getoonde opbrengsten zijn gebaseerd op zogeheten lopende prijzen, dus niet gecorrigeerd voor inflatie.

Regionale variaties

Op bovengenoemd bouwplan zijn veel variaties. Zo voegen boeren om bedrijfseconomische redenen regelmatig een derde intensief gewas zoals uien toe aan het bouwplan. Hiernaast is invulling van het bouwplan vaak regiospecifiek bepaald, door bodemtype, economische redenen (nabijheid van een verwerker bijvoorbeeld) of historische context. Een veel voorkomend bouwplan in de IJsselmeerpolders en het Zuidwestelijk kleigebied is bijvoorbeeld poot- of consumptieaardappel, zaaiui/zomergerst, suikerbiet en wintertarwe. Daarentegen wordt in het Oldambt op 75 procent van de percelen graan verbouwd (Smit & Jager 2018). De kleigrond is daar te zwaar om aardappelen te verbouwen en bovendien zitten direct over de grens veel veevoerfabrieken die een goede afzetmarkt vormen. Het meest intensieve bouwplan komt voor in de Veenkoloniën. In dat gebied worden zetmeelaardappelen in een één op twee rotatie verbouwd. Dit is ontstaan om de zetmeelindustrie ter wille te zijn. Voor de akkerbouwers leverde dit gewas een hoger saldo op dan bijvoorbeeld wintertarwe en voor de industrie een groter verwerkingsvolume en daardoor een lagere kostprijs. Het management van de bodemgezondheid vraagt in dat gebied veel aandacht, bijvoorbeeld door zorgvuldige afwisseling van rassen om resistentiedoelbraken van nematoden ('aardappelmoehed') te vermijden (Smit & Jager 2018). Overigens tenderen boeren de laatste jaren mede door de lage prijs voor zetmeelaardappelen en de opbouw van ziekten naar een gewasrotatie met minder vaak zetmeelaardappelen.

Gewasrotaties in de biologische teelt breder

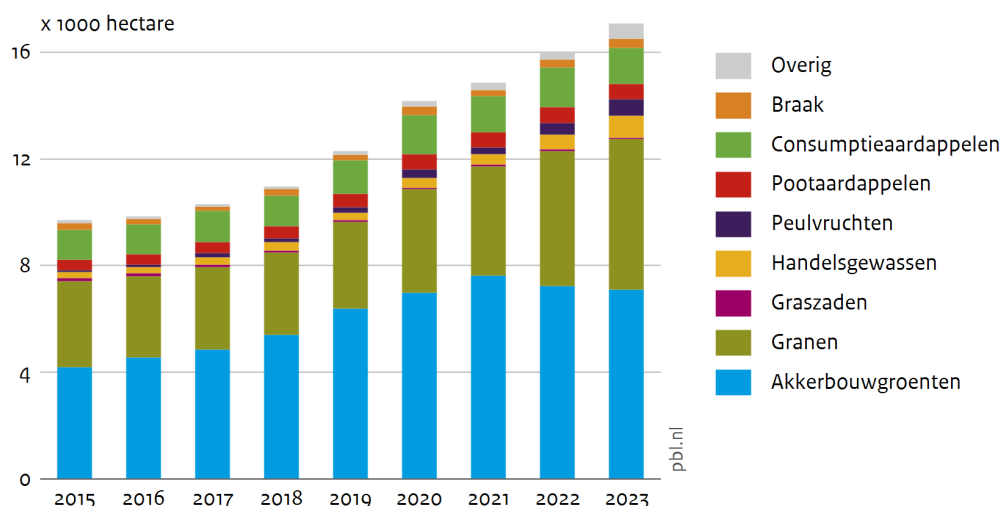
Het areaal met biologische akkerbouw is sinds 2015 toegenomen (figuur 2.6). In de biologische teelt zijn de rotaties over het algemeen ruimer dan 1 op 4, bijvoorbeeld 1 op 6. Doorgaans zijn hierbij dan twee jaren met rustgewassen inbegrepen. Dit is noodzakelijk om de bodemvruchtbaarheid op peil te houden. Als rustgewas wordt vaak luzerne of een gras-klover combinatie geteeld (waarvan het meeste voor veevoer). Hiernaast worden er, net als bij gangbare teelten, granen geteeld. Dit zijn onder andere tarwe, gerst, haver, rogge en triticale⁴ (Bremmer et al. 2019). Van de granen is in de biologische teelt 25 procent tarwe (Bremmer et al. 2019), terwijl in de gangbare akkerbouw circa 65

⁴ Triticale is een kruising van rogge en tarwe.

procent van de granen tarwe is. Ook het aandeel aardappelen is in de biologische landbouw over het algemeen kleiner. Tegelijkertijd worden vaker groenten geteeld, waarbij ui en winterpeen de belangrijkste zijn (figuur 2.6). Van het totale landbouwareaal was in 2023 4,4 procent biologisch, waarvan ruim 20 procent akkerbouw (Berkhout et al. 2023). Het percentage van het areaal cultuurgrond waarop biologische landbouw wordt bedreven blijft achter bij het Europees gemiddelde, dat op 10,5 procent ligt (ERK 2024a).

Figuur 2.6

Areaal biologische akkerbouwgewassen



Bron: CBS

Gewasareaal fluctueert door marktontwikkelingen

Welke gewassen boeren daadwerkelijk verbouwen, wordt naast productiemogelijkheden ook bepaald door de grilligheid van de markt en het weer. Het gewasareaal varieert daardoor van jaar tot jaar. Recentelijk is bijvoorbeeld het verbouwen van graan aantrekkelijker geworden. De sterk gestegen graanprijzen door de toenemende vraag uit China, tegenvallende groeiomstandigheden in verschillende teeltregio's en de oorlog in Oekraïne maakten dat de teelt van granen rendabeler werd. Boeren zijn dan ook meer graan gaan verbouwen (Voskuilen 2023). Een uitzondering vormt het najaar 2023. Toen is door het extreem natte najaar een derde minder wintertarwe ingezaaid. Een andere marktontwikkeling van de afgelopen jaren was dat de vraag naar consumptieaardappelen in 2020 afnam omdat de horeca en fastfood werd getroffen door de coronacrisis. Na de coronacrisis nam de vraag wereldwijd toe en stegen de prijzen weer. Boeren zijn toen weer meer consumptieaardappelen gaan verbouwen ten koste van poot- en zetmeelaardappelen.

2.2.2 Tuinbouw

De vollegrondstuinbouw wordt onderverdeeld in vier categorieën: bloembollen, bomen en vaste planten, fruit en vollegrondsgroenten. Zij nemen qua oppervlakte niet veel plek in (gezamenlijk ruim 5 procent van het landbouwareaal in 2023, figuur 2.1), maar in sommige regio's maken zij vaak onderdeel uit van sterke clusters. Bovendien is de toegevoegde waarde van de tuinbouwsector vaak hoog.

Vollegrondstuinbouw op gespecialiseerde bedrijven

Tuinbouwmatige vollegrondsgroententeelt vraagt meer arbeid dan akkerbouwgroententeelt. Bijna 60 procent van het tuinbouwareaal ligt op gespecialiseerde bedrijven, de rest wordt geteeld op akkerbouwbedrijven (Bremmer et al. 2019). De meeste productie vindt plaats in Noord-Brabant, Limburg, Noord- en Zuid Holland en Flevoland. Een deel van de vollegrondsgroententeelt is gevestigd op gronden die gevoelig zijn voor de uitspoeling van nitraat en gewasbeschermingsmiddelen. Teelten die onder de vollegrondstuinbouw vallen, zijn vaak intensief en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen ligt doorgaans relatief hoog.

De belangrijkste **tuinbouwgroenten** zijn spruitkool, sluitkool, aardbeien, prei, bloemkool, sla, broccoli en asperges (Bremmer et al. 2019). Door veranderende consumentenvraag is het areaal spruitkool, prei en andijvie de afgelopen twee decennia afgenomen. Tegelijkertijd is het areaal broccoli, sla en asperges toegenomen. Tuinbouwgroenten zijn veelal bedoeld voor de versmarkt, en meerdere planttijdstippen zorgen voor een spreiding van de oogst over het gehele seizoen. Doordat meerdere gewassen met een korte groeitijd elkaar gedurende het seizoen opvolgen, zijn de teelten zeer gevoelig voor de uitspoeling van nutriënten (paragraaf 2.7.2). Opvallend is de afname van het areaal aardbeien in de vollegrondsgroententeelt: aardbeien worden nog steeds als vollegrondsgroente of op stellingen in de open lucht of tunnels verbouwd, maar een deel van de teelt is verplaatst naar de glastuinbouw. Asperges en aardbeien zijn relatief hoog renderende gewassen.

Van de **fruitteelt** zijn pit- en steenvruchten de meest geteelde gewassen, waarvan appels en peren de meerderheid uitmaken. In 2000 was het appelareaal tweemaal zo groot als dat van peren, nu is die verhouding bijna omgedraaid (CBS 2023a). Dat komt door ontwikkelingen op de internationale appelmarkt, maar ook door veranderende weersomstandigheden. Fruit wordt vooral in boomgaarden gekweekt. Belangrijke gebieden zijn de Betuwe, Noordoostpolder, Zeeland, de Zuid-Hollandse eilanden, het rivierengebied van Gelderland en Overijssel (Bremmer et al. 2019). Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen ligt in de fruitteelt hoog, maar is de afgelopen jaren wel afgenomen (CLO 2022).

Ook **bloembollen** en bomen worden voornamelijk geteeld op gespecialiseerde bedrijven. Voor bloembollen zijn de belangrijkste gewassen tulpen en lelies. De afzetmarkt is wereldwijd. Bloembollenteelt vindt plaats in de traditionele bollenteeltgebieden zoals de Bollenstreek en het Noorderlijke zandgebied, op duinzandgronden langs de kust. Naast gespecialiseerde bollenbedrijven vindt productie plaats op akkerbouwbedrijven en overige tuinbouwbedrijven. Ook komt het voor dat bollentelers land van akkerbouwers of melkveehouders huren om gedurende één teeltseizoen bollen te kweken. De laatste decennia is de bloembollenteelt op zwaardere gronden in West-Friesland en de Noordoostpolder sterk toegenomen. De bloembollenteelt kent een hoog gebruik aan gewasbeschermingsmiddelen (CLO 2022). Vanwege mogelijke effecten op omwonenden (Montforts et al. 2019) zijn er bij omwonenden van bollenvelden zorgen over het gebruik van deze middelen.

De **boomkwekerij** is deels eenjarig (vaste planten) en deels meerjarig (laan- en parkbomen). De sector is divers qua gewassen en afzet: tuimbomen, struiken en kerstbomen voor consumenten, park- en laanbomen voor bijvoorbeeld gemeenten of aanplant van bossen en uitgangsmateriaal voor de fruitteelt. De meeste producten zijn bestemd voor de EU, met Duitsland als grote afnemer. Over de afgelopen jaren is te zien dat bedrijven binnen de boomkwekerijsector een steeds sterkere variatie tonen in schaalgrootte, marktbenadering en bedrijfsresultaat.

Glastuinbouw

De grootste concentratie glastuinbouw ligt in de regio Westland. In dat gebied gedijde oorspronkelijk de open tuinbouw door een combinatie van gunstige bodem, klimaat en goede afzetinfrastructuur. De hierna grootste glastuinbouwgebieden liggen in het Oostland en Venlo. De glastuinbouw wordt in dit rapport niet verder behandeld, omdat het een sector is met een geheel eigen problematiek (zie ook hoofdstuk 1).

2.3 Ontwikkelingen in structuur en opbrengsten

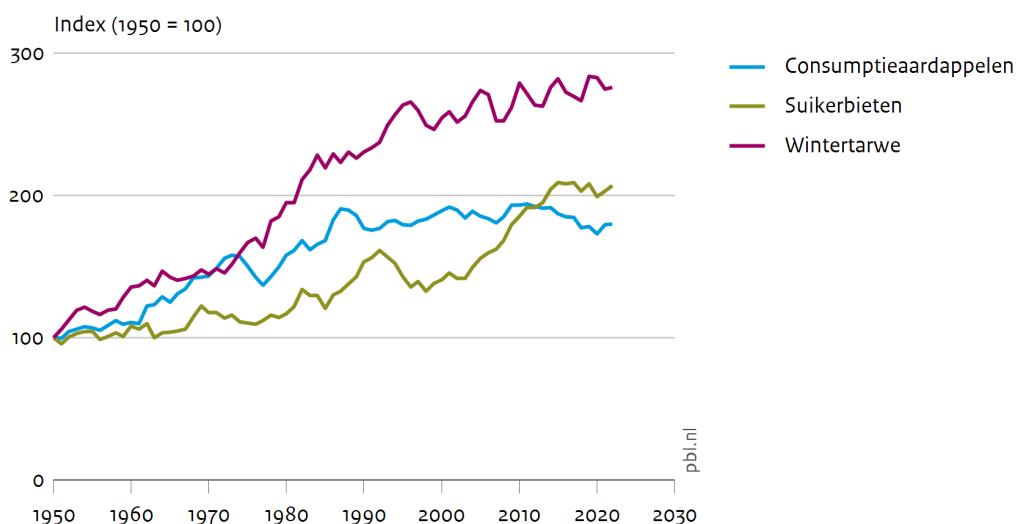
Sinds 1950 is de productiviteit van de akkerbouw sterk toegenomen. Dit heeft alles te maken met het (Europese) landbouwbeleid, dat in de vorige eeuw sterk was gericht op voedselzekerheid. In deze paragraaf bespreken we de belangrijkste ontwikkelingen in de akkerbouw: intensivering, schaalvergroting en specialisatie.

2.3.1 Intensivering

Gewasopbrengsten per hectare sterk toegenomen

De gewasopbrengsten per hectare zijn in de vorige eeuw sterk gestegen (figuur 2.7). Dit komt onder andere door het gebruik van kunstmest, gewasbeschermingsmiddelen, optimalisering van de bedrijfsvoering en plantenveredeling. Sinds 2000 laten de gewasopbrengsten per hectare wisselende beelden zien. De opbrengst van wintertarwe stijgt minder snel en bij aardappelen is er zelfs een lichte daling te zien. Daarentegen is de opbrengst van suikerbieten sterk toegenomen. De introductie van nieuwe rassen heeft hierbij een belangrijke rol gespeeld.

Figuur 2.7
Fysieke opbrengst per hectare



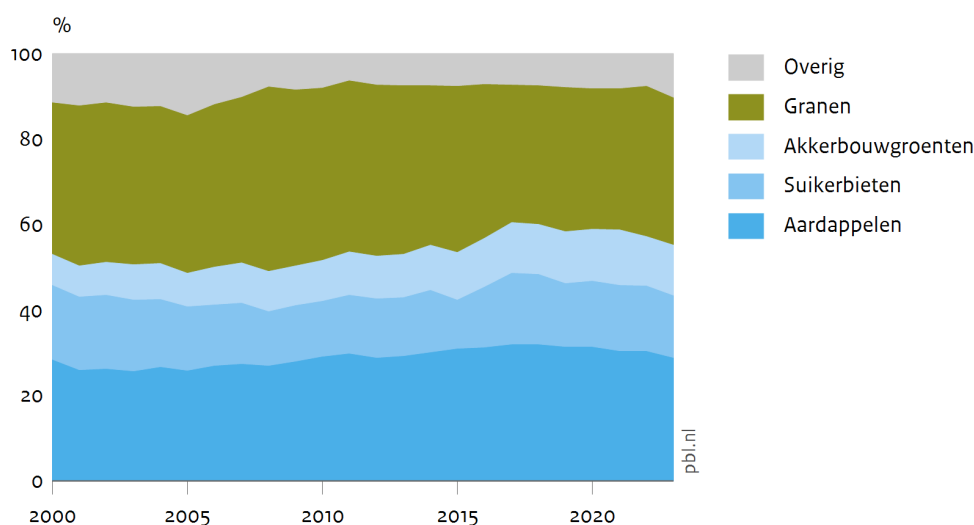
Bron: CBS

Toename areaal akkerbouwgroenten

Zoals in paragraaf 2.1.2 is besproken, bestaat het bouwplan van akkerbouwers uit een afwisseling van intensieve rooigewassen en extensieve maaigewassen. Rustgewassen – meestal graan – hebben een relatief laag gewassaldo, maar zijn een voorwaarde om hoogrenderende gewassen te kunnen blijven verbouwen. Het aandeel rustgewassen in het bouwplan van akkerbouwers is tot 2020

afgenomen, maar daarna weer licht toegenomen (figuur 2.8). Hierbij valt vooral de toename van het areaal akkerbouwmatig geteelde groenten (ui en peen) op. Voor akkerbouwers is het telen van intensieve gewassen interessant omdat de opbrengst per hectare hoger ligt. Overigens zijn er aanzienlijke regionale verschillen te bezichtigen. In de IJsselmeerpolders was het bouwplan – mede door de hoge grondprijzen – al intensief (paragraaf 2.1.2) en waren de mogelijkheden om verder te intensiveren beperkt. Daarnaast vergt het toevoegen van een ander gewas aan het bouwplan investeringen, die niet altijd lonend zijn. Op nationale schaal werden in 2023 intensieve gewassen op 55 procent van het akkerbouwareaal geteeld. Het aandeel rustgewassen bedroeg 45 procent.

Figuur 2.8
Areaal akkerbouwgewassen



Bron: CBS

Granen zijn rustgewassen, akkerbouwgroenten, suikerbieten en aardappelen zijn intensieve gewassen. Eiwitgewassen en vezelgewassen zitten bij de categorie “overig”.

Verplichte rotatie met rustgewassen positief voor bodem én stikstofuitspoeling

Onder het zevende actieprogramma Nitraatrichtlijn wordt een rotatie met rustgewassen verplicht op zand- en lössgronden. In eerste instantie moet eens per 4 jaar een rustgewas geteeld worden, vanaf 2027 is dat eens per drie jaar tenzij dit op grond van actuele ontwikkelingen van de waterkwaliteit niet nodig blijkt of in de tussentijd effectievere maatregelen beschikbaar zijn gekomen met minder impact op de landbouwpraktijken. Langjarige teelten als bomen, asperges en bepaalde sierteelten (allen tuinbouw) krijgen een uitzondering op deze regel mits ze van 2023 tot 2027 permanent op het land staan. Omdat kleigronden uitgezonderd zijn van de regeling, heeft dit geen invloed op het bouwplan in de grote akkerbouwgebieden. Boeren op zand- en lössgrond zullen hun bouwplan wel moeten aanpassen. Dit kan ten koste gaan van het inkomen (Manshanden et al. 2021). Het ministerie van LNVN heeft de lijst met rustgewassen gebaseerd op een advies van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM 2022) en het programma Slim Landgebruik (Verdonk et al. 2022). De CDM definieert rustgewassen primair als ‘niet-uitspoelingsgevoelige gewassen’ met ‘positieve eigenschappen voor de bodemkwaliteit’. Omdat niet duidelijk was wat bedoeld wordt met ‘positieve eigenschappen voor de bodemkwaliteit’, heeft de CDM de lijst met rustgewassen beperkt tot niet-uitspoelingsgevoelige gewassen (CDM 2022). Om meerdere doelstellingen – waaronder koolstofvastlegging – te halen heeft het ministerie van LNVN rooigewassen uitgesloten van de lijst met rustgewassen. Op de lijst staan wel een aantal gewassen die een zeer hoog

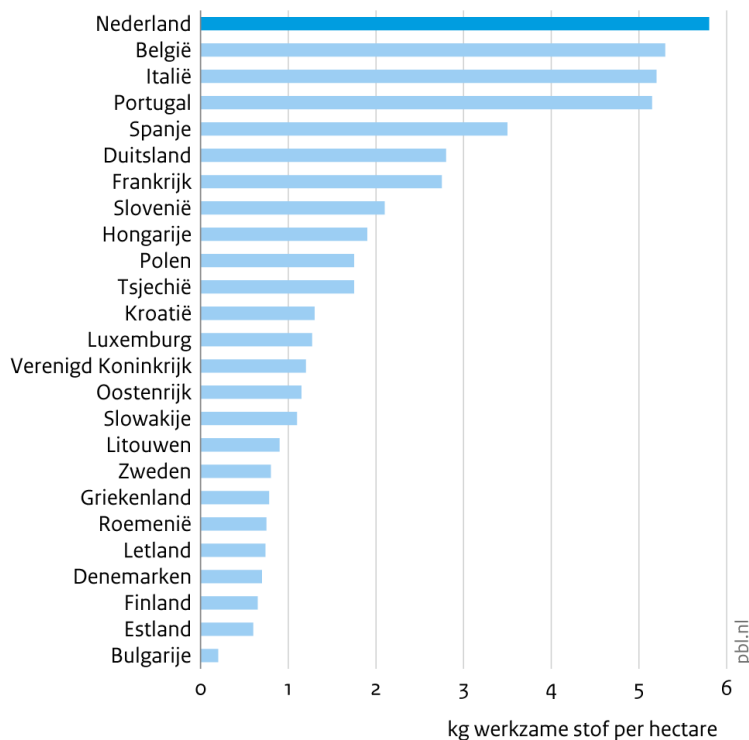
gebruik aan gewasbeschermingsmiddelen vergen. Denk hierbij aan lelies en bloembollen⁵. Vanwege mogelijke effecten op omwonenden (Montforts et al. 2019), is de vraag of deze gewassen thuishoren in een duurzaam bouwplan.

Intensieve karakter akkerbouw blijkt ook uit hoog gebruik gewasbeschermingsmiddelen

Zoals in tekstkader 2.1 beschreven, wordt intensieve landbouw ook gekenmerkt door een hoge input van externe hulpbronnen. Ten opzichte van andere Europese landen is het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen inderdaad hoog, namelijk 6 kilogram per hectare cultuurgrond (figuur 2.9). Het hoge gebruik komt onder andere doordat in Nederland relatief veel intensieve gewassen worden geteeld, zoals aardappelen, suikerbieten, lelies en tulpen (PBL 2019b; CLO 2022). Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is de afgelopen jaren overigens niet meer toegenomen: het verbruik schommelt al jaren op hetzelfde niveau (PBL 2023a). Omdat tegelijkertijd de productiviteit is toegenomen (figuur 2.7), kan gesteld worden dat per kilogram product minder gewasbeschermingsmiddelen nodig zijn. De akkerbouw gaat met andere woorden efficiënter om met gewasbeschermingsmiddelen. Deze toegenomen efficiency is overigens niet hand-in-hand gegaan met een afname van de milieubelasting door het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Dat komt onder andere doordat er een verschuiving heeft plaatsgevonden naar het gebruik van relatief toxische gewasbeschermingsmiddelen (CLO 2020). Daarnaast worden de normen voor gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater nog veelvuldig overschreden (paragraaf 2.7.2).

Figuur 2.9

Afzet gewasbeschermingsmiddelen voor akker- en tuinbouw in de Europese Unie, 2014



⁵ Voor lelies geldt dat alleen het eerste jaar van een langjarige teelt is toegestaan omdat er dan nog niet bemest wordt.

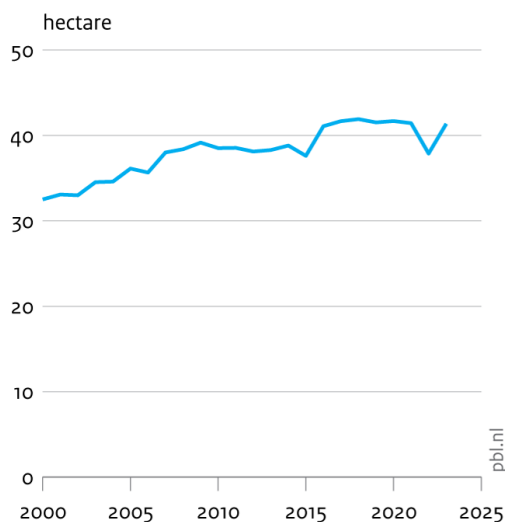
2.3.2 Schaalvergroting

Omvang akkerbouwbedrijven gegroeid, maar regionale verschillen zijn groot

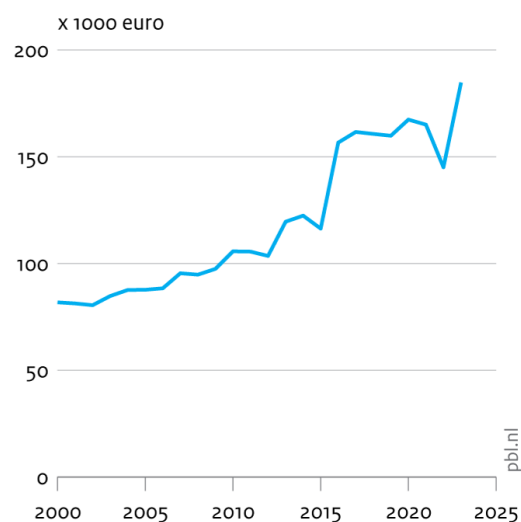
Naast intensivering is schaalvergroting een belangrijke trend: de gemiddelde omvang van een akkerbouwbedrijf is toegenomen van ruim 30 hectare in 2000 tot circa 40 hectare in 2023 (figuur 2.10). Tussen de regio's zijn er wel aanzienlijke verschillen. In de typische akkerbouwgebieden nam de gemiddelde oppervlakte van akkerbouwbedrijven het meest toe, van 43 hectare in 2000 tot ongeveer 60 hectare in 2023 (Silvis & Voskuilen 2019a). Buiten de typische akkerbouwgebieden zijn de bedrijven vaak kleiner en ook minder gegroeid. De noodzaak daartoe was ook minder aanwezig: die bedrijven hebben naast het inkomen uit de bedrijfsactiviteiten veelal ook inkomen van buiten het bedrijf, zoals uit arbeid, bezittingen en uitkeringen (Silvis & Voskuilen 2019a). Overigens zijn er ook tussen de typische akkerbouwgebieden verschillen. In de IJsselmeerpolders zijn de bedrijven relatief weinig in omvang toegenomen. In dat gebied is grond schaars omdat er relatief veel animo is om bedrijven over te nemen (Silvis & Voskuilen 2019a). In de Noordelijke kleigebieden en de Veenkoloniën zijn de bedrijven met een gemiddelde omvang tot 73 hectare per bedrijf het grootst.

Figuur 2.10
Omvang van akkerbouwbedrijven in Nederland

Oppervlak cultuurgrond per bedrijf



Standaardopbrengst per bedrijf



Bron: CBS

Bedrijfsresultaat beter bij grotere bedrijfsomvang

Schaalvergroting is in de akkerbouw net als in andere landbouwsectoren een economisch-gedreven trend: het bedrijfsresultaat wordt gemiddeld genomen beter al naar gelang het bedrijfsareaal groter is (tabel 2.1).

Het effect van bedrijfsgrootte op de opbrengsten komt vooral door lagere arbeidskosten per hectare bij toenemende bedrijfsomvang (PBL 2018; Silvis & Voskuilen 2019b). In het huidige landbouwsysteem is schaalvergroting en intensivering de dominante ontwikkelrichting. Dit komt onder andere doordat er binnen de landbouw veelal sprake is van homogene producten waarbij het in beginsel niet uitmaakt wie deze producten produceert. De mogelijkheden om een hogere prijs te vragen dan andere aanbieders is daarom beperkt, met andere woorden: de boer is een prijznemer. Om het inkomen toch te verhogen is kostenreductie en daarmee schaalvergroting een van de weinige

strategieën. Door deze strategie van schaalvergroting neemt de productie toe terwijl de vraag relatief minder toeneemt. Hierdoor hebben de prijzen over het algemeen een dalende tendens. Door de geringe marges zijn de mogelijkheden klein om extra kosten in rekening te brengen voor bijvoorbeeld milieumaatregelen. Kosten voor innovatie en mechanisatie zijn dan alleen te betalen door het productievolume te vergroten. Om dit te kunnen doen moeten boeren meer geld lenen, wat hun afhankelijkheid van de financiële sector verder vergroot. Deze afhankelijkheid beperkt de mogelijkheid om risico's te nemen, bijvoorbeeld door van teelt te wisselen of door op een andere manier te gaan produceren (Levins & Chochrane 1996; PBL 2018). Overigens is de groei in de akkerbouwsector relatief klein door schaarste aan grond. In de grondgebonden sectoren komt namelijk weinig grond beschikbaar omdat het aantal bedrijfsbeëindigingen relatief klein is (Silvis & Voskuilen 2019b).

Tabel 2.1

Akkerbouwbedrijven: oppervlak en resultaten naar standaardopbrengst (1000 euro)

Gemiddelden 2013-2017	Alle	<100	100-250	250-500	>500
Hectare cultuurgrond	56,84	23,96	52,88	91,26	174,40
Inkomen per oaje* (€)	48.380	29.200	40.520	56.080	99.080

Bron: Bedrijveninformatienet

*) oaje betekent onbetaalde arbeidsjaareenheid

Vergrijzing uitdaging voor de akker- en tuinbouw

Voor de akkerbouw vormt, net als voor veel andere landbouwsectoren, de leeftijdsopbouw een belangrijke uitdaging: in 2023 had ruim 70 procent van de akkerbouwbedrijven een bedrijfshoofd van 51 jaar of ouder⁶. Ongeveer 45 procent van de akkerbouwbedrijven had in 2023 geen opvolger. Bij de vollegrondstuinbouwbedrijven lag dat percentage rond de 40 procent. Vooral bij kleinere bedrijven ontbrak een opvolger. Dit hangt samen met het hiervoor genoemde verschil in economisch perspectief van kleine bedrijven. Hiernaast is het door de groeiende economische omvang van bedrijven en de hoge grondprijs moeilijker voor jonge boeren om in te stappen. Jonge boeren zijn belangrijk voor de sector: deze groep heeft gemiddeld een hoger opleidingsniveau dan de oudere groep, wat van belang is om het hoofd te bieden aan de uitdagingen op gebied van duurzaamheid en technologie.

2.3.3 Specialisatie

Specialisatie leidt tot verdere padafhankelijkheid

Akkerbouwers hebben hun bedrijfsvoering vaak ingesteld op een beperkt aantal gewassen, leveren vaak aan specifieke afnemers en zijn afhankelijk van leveranciers van bijvoorbeeld gewasbeschermingsmiddelen en kunstmest (PBL 2018; Bremmer et al. 2019; PBL 2019b). Zoals in voorgaande paragraaf beschreven, is de marktmacht van individuele akkerbouwers laag (PBL 2018). Bij goede weersomstandigheden zijn zowel opbrengst als kwaliteit bij vrijwel alle telers van hetzelfde product goed. Dit leidt vervolgens veelal tot een overaanbod, waardoor het product doorgaans tegen een lagere prijs wordt afgezet. In slechtere jaren is de prijs vaak beter door een geringere productie. De aanbodsituatie in andere gebieden van de EU heeft ook invloed op de prijsontwikkeling. Een akkerbouwer kan hier niet van tevoren op inspelen: productie en prijsontwikkeling worden vaak pas

⁶ Zie hiervoor de [Staat van Landbouw, Visserij, Voedsel en Natuur](#).

duidelijk rondom de oogst. Prijsverschillen uit zich vaak in enkele centen per kilogram product, maar deze schommelingen zijn van grote invloed op het inkomen van het bedrijf. Het opnemen van verschillende gewassen in het bouwplan zorgt dus ook voor financiële risicospreiding. In de praktijk is een akkerbouwer vaak echter afhankelijk van één of enkele primaire gewassen, waarbij hij of zij levert aan een specifieke afnemer (zie paragraaf 2.1.2).

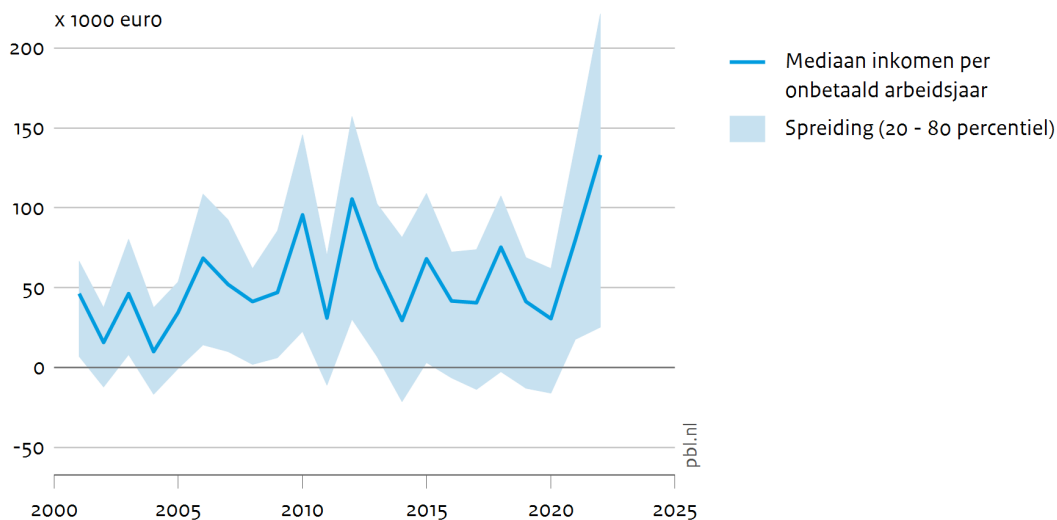
2.4 Inkomens op bedrijfsschaal

De inkomens hangen sterk af van het type bedrijf, de bedrijfsgrootte en het bouwplan. In de WUR-databases staan opbrengsten en kosten uitgesplitst naar een viertal groottecategorieën. Voor elk van deze categorieën wordt een gemiddelde waarde gegeven (tabel 2.2). Deze gemiddelden reflecteren dus niet alle bedrijfstypes.

Verdienvermogen op bedrijf: sterke schommelingen en grote verschillen tussen bedrijven

Marktinvoeden en fluctuaties in oogst door teeltomstandigheden als weersinvloeden, leiden tot sterke schommelingen in het inkomen van akkerbouwbedrijven op jaarbasis (zie figuur 2.11). Daarnaast is de spreiding in inkomen tussen verschillende bedrijven groot. De hoge spreiding wordt veroorzaakt door schaalverschil, bouwplan, afzetwijze van de producten en regionale verschillen in omstandigheden, zoals extreme droogte of neerslag (Silvis & Voskuilen 2019b). Daarnaast kunnen er regionale verschillen zijn, bijvoorbeeld of er in een bepaald gebied beregeningsverboden zijn ingesteld of juist niet. De laatste jaren is de spreiding tussen bedrijven sterk toegenomen. Omdat op de energiemarkt de prijzen flink zijn gestegen en als gevolg daarvan ook de prijs voor kunstmest, spelen ook factoren als energiecontract en kunstmestvoorraad mee.

Figuur 2.11
Spreiding van inkomen uit akkerbouwbedrijven per onbetaald arbeidsjaar



Bron: WUR - Bedrijveninformatienet

Het gearceerde vlak geeft het 20- en 80-percentiel van de bedrijfsinkomsten weer. Het 80-percentiel representeert relatief grote bedrijven, het 20-percentiel de kleinere bedrijven.

Figuur 2.11 laat ook zien dat de inkomens voor de groep grote bedrijven meer schommelingen vertonen dan de inkomens van de kleinere bedrijven. Dit komt doordat akkerbouwbedrijven in de hogere inkomenscategorieën over het algemeen sterker gespecialiseerd zijn en daardoor gevoeliger

voor prijsschommelingen in de markt. Onder de kleinere bedrijven met een standaardopbrengst van minder dan 250.000 euro bevindt zich een relatief groot aandeel dat ook overige opbrengsten heeft, zoals de verhuur van grond, machines of gebouwen, een minicamping of uit loonwerk voor anderen (Silvis & Voskuilen 2019b).

Landbouwkundige activiteiten dragen meest bij aan de inkomens

Zoals verwacht dragen gemiddeld landbouwkundige activiteiten het meest bij aan de inkomens (tabel 2.2). Voor akkerbouwbedrijven is de hoofdactiviteit akkerbouw, op een deel van de bedrijven worden ook tuinbouwgroenten verbouwd of wordt er wat vee gehouden. Bij de grote bedrijven dragen akkerbouwactiviteiten zo'n driekwart bij aan het inkomen, bij kleinere bedrijven is dat de helft. Van de overige opbrengsten komt het merendeel uit inkomenstoelagen en subsidies, verhuur van activa zoals landbouwwerktuigen en werk voor derden. Energieopwekking kan bij de grote bedrijven ook aanzienlijke bedragen opleveren.

Het grootste deel van de bedrijfskosten zit in zogeheten materiële activa. Dit betreft onder andere betalingen voor pacht en afschrijving van gebouwen, machines, brandstoffen en onderhoud. Ook dierlijke en plantaardige activa (zaaizaad, pootgoed, gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen) vormen een belangrijke kostenpost. Ten slotte zijn er financieringslasten, kosten voor werk door derden en kosten voor energie.

De opbrengsten min de kosten vormen het 'inkomen uit normale bedrijfsvoering'. Daarnaast toont de tabel het 'Inkomen uit bedrijf per oaje', waarbij oaje staat voor 'onbetaalde arbeidsjaareenheid'. Het begrip 'onbetaald' duidt erop dat boeren, hun partners of eventuele opvolgers in het algemeen niet direct betaald krijgen. Ze zijn immers niet in loondienst maar onttrekken wel geld uit het bedrijf. Dit kan worden gezien als een vergoeding voor de geleverde arbeid maar ook als vergoeding voor het ter beschikking stellen van het vermogen. Per full time werkende wordt één zogeheten 'onbetaalde arbeidsjaar eenheid' geleverd. Het inkomen uit bedrijf per onbetaalde arbeidsjaareenheid geeft een indruk van hoe groot het inkomen per boer of voltijds meewerkende is.⁷

Groei bedrijfsinkomens tuinbouw

Het gemiddelde bedrijfsinkomen van akkerbouwers is ongeveer even hoog als die van het gemiddelde in de land- en tuinbouwsector als geheel (figuur 2.12). Hierbij past de kanttekening dat de verschillen tussen de jaren voor alle sectoren binnen de land- en tuinbouw groot zijn. In vergelijking met de akkerbouw zijn de bedrijfsinkomens van de tuinbouwsectoren gegroeid, waarbij vooral de glastuinbouw in het oog springt. Dit is hand in hand gegaan met schaalvergroting: het areaal vollegrondsgroententeelt nam sinds 2000 toe met ruim 10 procent terwijl het aantal gespecialiseerde tuinbouwbedrijven afnam met ruim 40 procent (CBS 2023a). Inmiddels is 20 procent van de bedrijven goed voor 80 procent van het areaal en ook 80 procent van de omzet. In de vollegrondstuinbouw wordt de grond van bedrijven die stoppen vrijwel direct overgenomen door enkele bedrijven, die daardoor in korte tijd sterk groeien. Vaak hebben deze bedrijven ook teeltareaal in het buitenland, zodat zij hun vaste afnemers jaarrond producten kunnen leveren. Omdat de grote bedrijven zelf waarde kunnen toevoegen zijn dit steeds vaker verwerkte, gewassen en verpakte groenten.

⁷ Dit inkomen is niet direct te vergelijken met het bruto-inkomen van iemand in loondienst. Een werknemer in loondienst ontvangt namelijk voorzieningen zoals pensioen en doorbetaling bij ziekte en verlof. Voor ondernemers gelden andere regelingen, zoals de zelfstandigenaftrek en de MKB-winstvrijstelling.

Opvallend is ook dat de grote bedrijven risico's afdekken door op voorhand leveringscontracten af te sluiten en op basis daarvan hun teeltplan invullen.

Tabel 2.2

Akkerbouwbedrijven: verlies- en winstrekening naar standaardopbrengst, 2018-2022

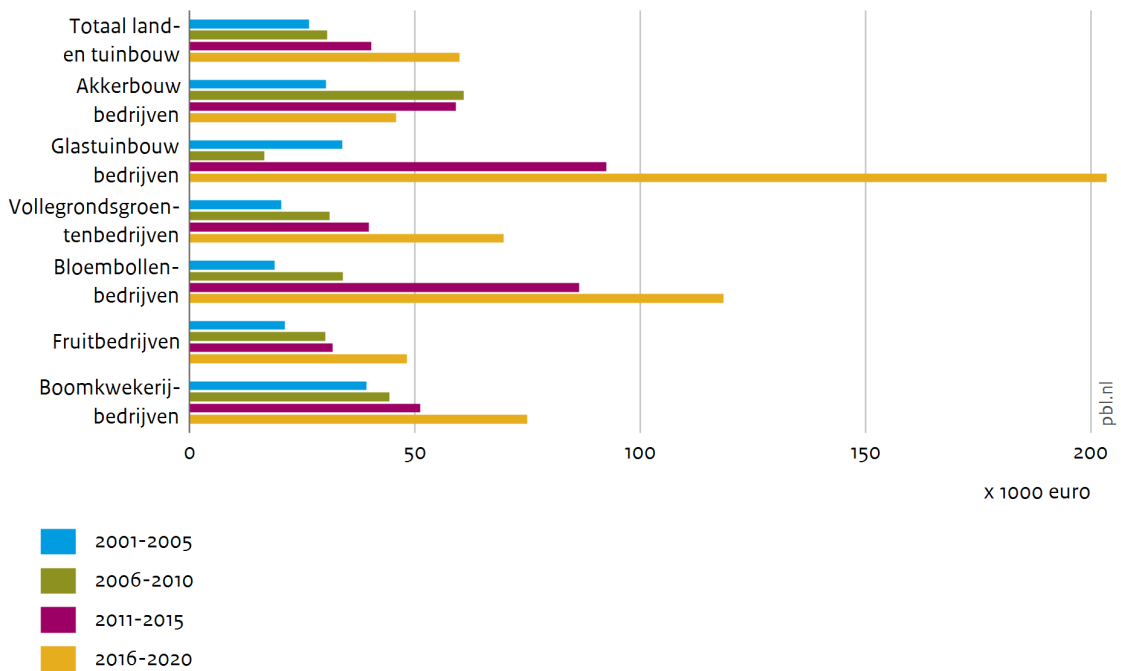
Opbrengsten	Alle	<100.000 euro SO	100.000- 250.000 euro SO	250.000- 500.000 euro SO	> 500.000 euro SO
Akkerbouw	247	59	182	372	955
Groenten	14	3	10	22	57
Overige tuinbouw/veehouderij	1	0	0	0	6
Overige opbrengsten	100	52	113	115	221
Opbrengsten totaal	362	114	306	509	1240
Betaalde kosten en afschrijving	Alle	<100.000 euro SO	100.000- 250.000 euro SO	250.000- 500.000 euro SO	> 500.000 euro SO
Dierlijke en plantaardige activa	78	21	60	119	282
Energie	6	1	4	7	24
Immateriële activa	1	0	0	2	5
Materiële activa	129	47	103	172	443
Betaalde vaste arbeid	12	2	6	15	65
Loonwerk	18	9	20	27	40
Financieringslasten en algemene kosten	39	18	34	51	115
Kosten totaal	284	98	227	392	974
Resultaat	Alle	<100.000 euro SO	100.000- 250.000 euro SO	250.000- 500.000 euro SO	> 500.000 euro SO
Inkomen uit normale bedrijfsvoering	79	16	79	116	266
Buitengewone Baten en Lasten	4	0,9	4	4	12
Inkomen uit bedrijf	83	17	83	121	277
Standaardfout van inkomen uit bedrijf	6	6	12	16	31
Inkomen uit bedrijf per oaje	74	22	74	78	148

Bron: Bedrijveninformatienet

Inkomenstoelagen bedragen een kwart van de inkomens van akkerbouwers

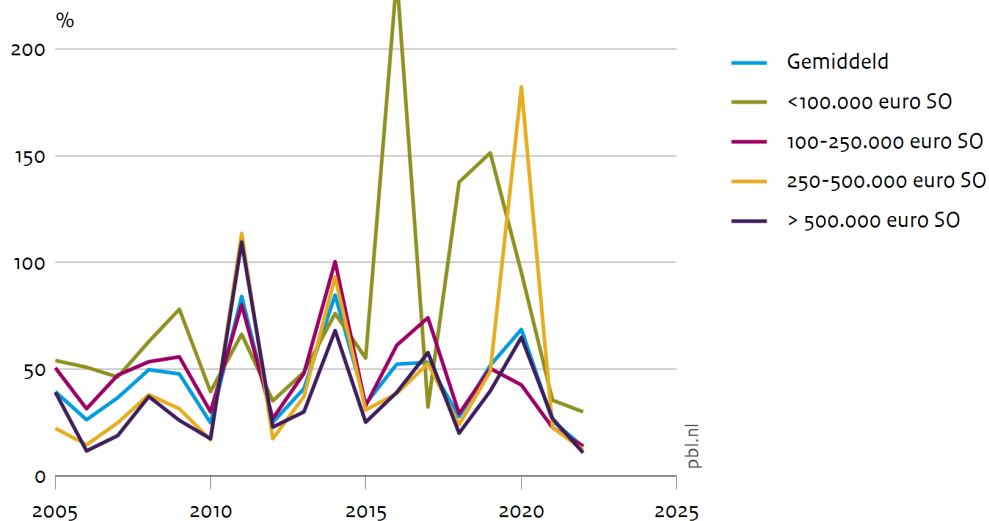
Voor akkerbouwers vormden de subsidies uit het Gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB) een belangrijk deel van het bedrijfsinkomen (figuur 2.13). De subsidies bestaan uit rechtstreekse betalingen (hectaretoelagen) en uit betalingen via het agrarisch natuur- en landschapsbeheer. Voor akkerbouwers zijn vooral de rechtstreekse betalingen van belang (zie volgende paragraaf). Over alle akkerbouwbedrijven gemiddeld dragen de inkomenstoelagen ongeveer een kwart bij aan de totale bedrijfsinkomsten. Per jaar zijn met name bij de kleinere bedrijven de verschillen groot. In jaren waarin de opbrengst tegenviel is het relatieve aandeel groter. Dit was bijvoorbeeld het geval tijdens de coronacrisis, die grote gevolgen had voor de akkerbouwsector vanwege het wegvallen van de vraag naar fritesaardappelen (zie paragraaf 2.2).

Figuur 2.12
Gemiddeld inkomen uit bedrijf per onbetaalde arbeidsjaareenheid



Bron: WUR - Bedrijveninformatienet

Figuur 2.13
Inkomenstoelagen als percentage van inkomsten



Bron: WUR - Bedrijveninformatienet

Nog onduidelijk hoe de ecoregeling doorwerkt in de inkomens

Figuur 2.13 laat nog niet de effecten zien van het herziene GLB, dat op 1 januari 2023 is ingegaan. In het nieuwe GLB over de periode 2021-2027 is het vaste bedrag per hectare dat boeren krijgen verlaagd. Die lagere basispremie kunnen boeren aanvullen door maatregelen te nemen die bijdragen

aan doelen voor onder andere biodiversiteit en klimaat, de zogeheten ecoregelingen. De vrees onder landbouwers bestond dat de vergoedingen onvoldoende waren om de kosten voor die aanvullende maatregelen te dekken, waardoor het inkomen onder druk komt te staan (Berkhout et al. 2019). Daarnaast leefde er onder akkerbouwers de vrees dat er te weinig maatregelen waren die toegespitst waren op akkerbouwers⁸. Inmiddels zijn er meer ecoregelingen beschikbaar, waaronder ecoregelingen voor precisielandbouw en voor het telen van eiwitgewassen en vezelgewassen (zie verder hoofdstuk 3). Een integrale analyse van de effecten van het nieuwe GLB op de inkomens in combinatie met een analyse van de effecten op biodiversiteit en klimaat ontbreekt vooralsnog.

Agrarisch natuur- en landschapsbeheer speelt geringe rol in de akkerbouw

Het agrarisch natuur- en landschapsbeheer speelt bij akkerbouwbedrijven een geringe rol (Smits et al. 2020). Op 70 procent van de gespecialiseerde akkerbouwbedrijven vindt helemaal geen agrarisch natuur- en landschapsbeheer plaats (Smits et al. 2020). Dit heeft veel te maken met keuzes die provincies gemaakt hebben bij de invulling van het agrarisch natuur- en landschapsbeheer. Allereerst lag de focus bij veel provincies op graslandbeheer ter bescherming van weidevogels (zie onder andere CLO 2024d). Ten tweede liggen de meeste akkerbouwbedrijven buiten de door provincies aangewezen kerngebieden (dit zijn de belangrijkste gebieden waar te beschermen soorten voorkomen). Sinds 2024 is door recente provinciale keuzes om agrarisch natuurbeheer in de akkerbouw meer te stimuleren, het areaal agrarisch natuur- en landschapsbeheer op akkers relatief gegroeid. Het areaal blijft ten opzichte van het graslandareaal echter gering (figuur 2.14).

Verbreiding vooral belangrijk bij kleinere bedrijven

Een kleine 40 procent van de akkerbouwbedrijven haalde in 2020 een deel van hun inkomen uit andere activiteiten, dit heet “verbreiding” (van der Meulen et al. 2022). Die activiteiten kunnen heel divers zijn. Het CBS benoemt in haar statistieken de volgende activiteiten: verkoop van producten aan huis, stalling van goederen of dieren, agrotourisme, verwerking van landbouwproducten, zorglandbouw, aquacultuur, loonwerk voor derden, agrarisch natuur en landschapsbeheer, agrarische kinderopvang, boerderijeducatie en energieproductie voor derden. De relatieve bijdrage van verbreiding aan het bedrijfsinkomen verschilt sterk: bij kleinere bedrijven kan het aandeel oplopen tot ongeveer de helft van het inkomen, bij de grotere bedrijven is dat minder dan 10 procent. Deze verschillen zijn terug te zien in tabel 2.2 onder de post “overige inkomens”, waarbij de kanttekening past dat die post iets anders gedefinieerd is. Van der Meulen et al. (2022) tonen aan, dat het bedrijfsresultaat en de fiscale winst significant hoger waren in akkerbouwbedrijven met verbreiding ten opzichte van bedrijven zonder verbreiding. Verder kan gesteld worden dat kleinere bedrijven andere verbredingsactiviteiten kiezen dan grote bedrijven. Waar grote bedrijven vaak kiezen voor loonwerk en energieopwekking voor derden, kiezen kleine bedrijven vaker voor activiteiten als agrotourisme en boerderijeducatie (Van der Meulen et al. 2022).

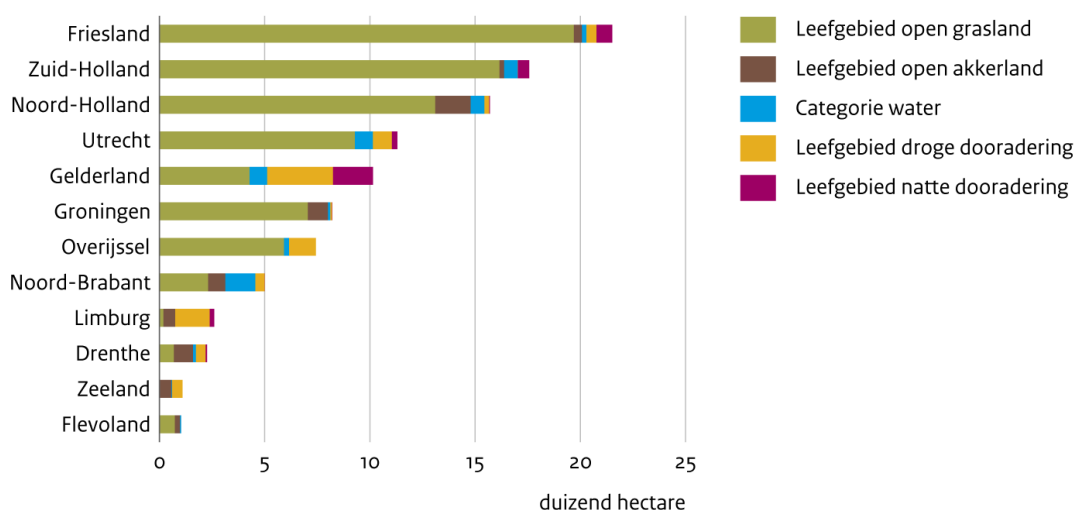
Akkerbouwers ontvangen een vergoeding voor de acceptatie van dierlijke mest

Normaal gesproken is bemesting voor akkerbouwers een kostenpost. Op dit moment is de situatie anders: door het mestoverschot betalen veehouders akkerbouwers om hun mest af te nemen. Welke bedragen hiermee gemoeid zijn, wordt echter niet systematisch bijgehouden. De meest recente cijfers die we konden achterhalen komen uit een publicatie van Janmaat & Koopmans (2020). Hieruit blijkt dat akkerbouwers voor het accepteren van varkensdrijfmest een bedrag ontvingen van 5-30 euro per ton, afhankelijk van het seizoen en de regio. Voor runderdrijfmest ontvingen

⁸ Zie bijvoorbeeld dit [bericht van de Nederlandse Akkerbouw Vereniging](#)

akkerbouwers een bedrag van 0-10 euro per ton. Dit komt neer op een gemiddelde vergoeding van 440 euro per hectare voor de acceptatie van varkensdrijfmest en 200 euro per hectare voor de acceptatie van runderdrijfmest (Janmaat & Koopmans 2020). Door het vervallen van de derogatie en het invoeren van mestvrije zones is de druk op de mestmarkt toegenomen, waardoor de mestafzetprijzen voor veehouders gestegen zijn.

Figuur 2.14
Leefgebieden Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer, 2022



Bron: RVO

WUR/jun24
www.clo.nl/nl131712

2.5 Economische betekenis van het akkerbouwcomplex

De agrarische sector bestaat uit de sectoren akkerbouw, tuinbouw en veeteelt, bosbouw en visserij. De primaire producenten – de boeren en tuinders - zijn afhankelijk van toeleveranciers, verwerkers en distributeurs. Dit hele netwerk van primaire producenten, toeleveranciers en afnemers wordt aangeduid als het agrocomplex. De toegevoegde waarde van het agrocomplex bedroeg in 2021 ruim 57 miljard euro (Berkhout et al. 2023) oftewel 6,7 procent van het bruto binnenlands product (bbp). Het agrocomplex is de afgelopen vijf jaar steeds gegroeid, maar minder dan de totale Nederlandse economie. Het aandeel dat het agrocomplex levert aan de werkgelegenheid lag in 2021 op 7,5 procent. Dit cijfer laat geen duidelijke toe- of afname zien (Berkhout et al. 2023).

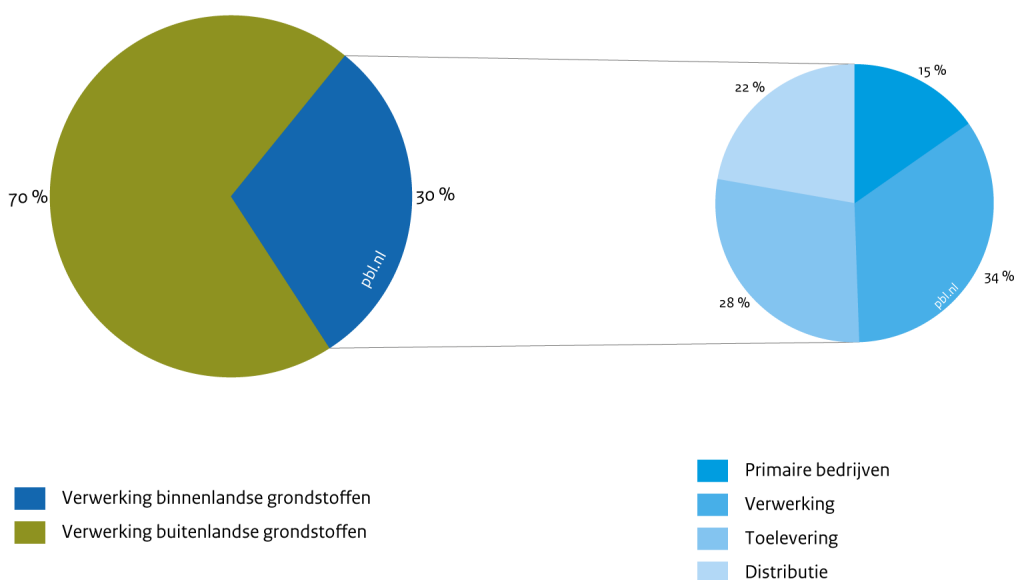
Binnenlands deel akkerbouwcomplex even groot als grondgebonden veehouderij

Het akkerbouwcomplex is met een toegevoegde waarde van circa 28 miljard euro in 2021 het grootst binnen het totale agrocomplex. Hierbij past wel de kanttekening dat ongeveer 70 procent van de toegevoegde waarde van het akkerbouwcomplex op conto komt van de verwerking van geïmporteerde goederen van elders (Bremmer et al. 2019). Denk hierbij aan koffie, thee, cacao en plantaardige oliën en vetten. De resterende 30 procent betreft de productie en verwerking van binnenlandse producten (figuur 2.15).

In absolute zin is het binnenlandse deel van het akkerbouwcomplex ongeveer even groot als de grondgebonden veehouderij. De bijdrage van de primaire productie aan het akkerbouwcomplex bedroeg circa 15 procent (figuur 2.15). De resterende 85 procent bestond uit toelevering van

bijvoorbeeld zaai- en pootgoed en machines, verwerking en distributie (Bremmer et al. 2019). De toegevoegde waarde van het vollegrondstuinbouwcomplex bedroeg 4,5 miljard euro in 2019 (waarvan 18 procent gebaseerd op verwerking, toelevering en distributie van buitenlandse producten).

Figuur 2.15
Samenstelling toegevoegde waarde



Bron: Bremmer et al. (2019)

2.6 De belangrijkste ketens

Zoals uit voorgaande paragrafen blijkt, wordt de Nederlandse akker- en tuinbouw gekenmerkt door een hoge mate van intensivering en specialisatie. Ook bij de afnemers heeft schaalvergroting plaatsgevonden. De markt is hierdoor geconcentreerd bij een gering aantal afnemers (PBL 2018). Deze concentratie heeft voor bedrijven voordelen omdat ze door slim in te kopen gemakkelijker kunnen sturen op prijs en aanbod. Deze paragraaf beschrijft de gevolgen van deze concentratie voor de koersvastheid van de akker- en tuinbouwsector.

Concentratie bij beperkt aantal afnemers

Akkerbouwproducten worden vaak bewerkt voordat ze de consument bereiken, in de tuinbouw is de versmarkt relatief belangrijk. Daarnaast wordt een deel van de akker- en tuinbouwproducten – al dan niet verwerkt – geëxporteerd. Voor de bewerking en de export van akkerbouwproducten hebben zich in Nederland diverse particuliere en coöperatieve bedrijven gevestigd, zoals Avebe, Aviko en Farm Frites voor aardappelen en Cosun voor suikerbieten (zie onder andere Bremmer et al. 2019 voor een overzicht). Bij de afzet van groenten en fruit zijn bedrijven als Bakker Barendrecht en The Greenery belangrijke leveranciers voor supermarkten. Telers hebben per teelt vaak leveringscontracten met één bedrijf en zijn voor hun afzet (en dus bedrijfsresultaat) afhankelijk van deze afnemers (Bremmer et al. 2019). Afnemers stellen afhankelijk van het type markt waarvoor ze leveren strenge producteisen, die de keuzevrijheid voor telers beperken (Thijssen et al. 2019; PBL 2018; PBL 2019b).

Afnemers sturen vooral op productkenmerken ...

De eisen die afnemers stellen worden bepaald door de marktvraag, en spelen in op wensen van consumenten en de overige afzetmarkt (zoals de industrie of vermeerdering). In alle gevallen ligt daarbij de nadruk op het maximaliseren van de opbrengt door eisen te stellen aan kostprijs en producteigenschappen zoals grootte, vorm, kleur en smaak (Thijssens et al. 2019). De aard van de markt waarvoor het eindproduct is bedoeld geeft daarbij nadere invulling aan de gestelde afname-eisen (zie casus aardappel verderop). Voor producten die dicht bij het bord van de consument staan gelden naast producteigenschappen vaak ook bovenwettelijke eisen voor bijvoorbeeld residuen van gewasbeschermingsmiddelen. Voedselveiligheid en het beeld dat consumenten daarbij hebben vormen de belangrijkste motieven voor deze residu-eisen (Lamichhane et al. 2018). Voor producten die geëxporteerd worden zoals pootaardappelen en tulpenbollen gelden naast producteisen strenge fytosanitaire eisen. Door deze eisen bepalen afnemers in sterke mate welke rassen geteeld worden (zie onder andere PBL 2018; PBL 2019b). Afnemers sturen daarbij minder op resistentie dan op uiterlijke kenmerken (Thijssens et al. 2019).

... maar bovenwettelijke eisen voor milieuvriendelijk telen zijn in opkomst

In het algemeen stellen afnemers minder eisen aan de wijze waarop er geteeld wordt (Thijssens et al. 2019). Toch lijkt milieuvriendelijk telen wel aan belang te winnen (PBL 2019b). Een aantal supermarkten heeft bijvoorbeeld het label *On the way to PlanetProof* verplicht gesteld voor de teelten van aardappelen, groenten en fruit. Het areaal tafelaardappelen en vollegrondsgroenten onder PlanetProof bedroeg in 2023 bijna 70 procent van het totale areaal, bij fruit was dat aandeel ongeveer 50 procent⁹. Dit private certificeringssysteem stelt wél eisen aan de wijze waarop geproduceerd wordt, bijvoorbeeld door telers een gewasbeschermingsplan te laten opstellen of door het gebruik van de meest schadelijke gewasbeschermingsmiddelen te verbieden (Hees et al. 2016). Naast *On the way to PlanetProof* is ook het keurmerk *Beter voor Natuur & Boer* in opkomst. Private sturing via dergelijke keurmerken kent echter ook beperkingen (zie onder andere PBL 2019a). Ten eerste lijkt het bereik van private regulering minder op te gaan voor producten die voor de industrie of de export bestemd zijn. Ten tweede zijn de mogelijkheden om telers te belonen voor bovenwettelijke prestaties beperkt vanwege mededingingswetgeving (Baayen et al. 2022; zie verder paragraaf 4.3).

De aardappelketen: verschillende ketens met uiteenlopende afzetmarkten en producteisen

Gemiddeld komt vijftig procent van het inkomen van akkerbouwers voort uit de teelt van aardappelen (paragraaf 2.1.2). Aardappeltelers zijn veelal gespecialiseerd in de teelt van pootaardappelen, consumptieaardappelen of zetmeelaardappelen. Nederland is na Duitsland en Frankrijk de grootste producent van aardappelen in de Europese Unie (van Galen et al. 2018). Elk van de aardappelteelten heeft eigen afzetkanalen.

Pootaardappelen worden wereldwijd afgezet. Bij de teelt van pootaardappelen spelen handelshuizen zoals Agrico en HPZC de hoofdrol. Deze bedrijven bepalen welke rassen toeleverende boeren mogen telen. Daarvoor leveren ze ook het benodigde pootgoed. Daarbij zijn producteisen zoals vorm, smaak en uiterlijk bepalend. Omdat pootaardappelen voor 75 procent geteeld worden voor de export (Bremmer et al. 2019), moeten ze voldoen aan zeer strenge fytosanitaire eisen. Daarom wordt in pootaardappelen intensiever gebruik gemaakt van gewasbeschermingsmiddelen dan in zetmeel- en consumptieaardappelen. De strenge fytosanitaire eisen beperken de mogelijkheden om het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen te verminderen (PBL 2019b). Pootaardappelen

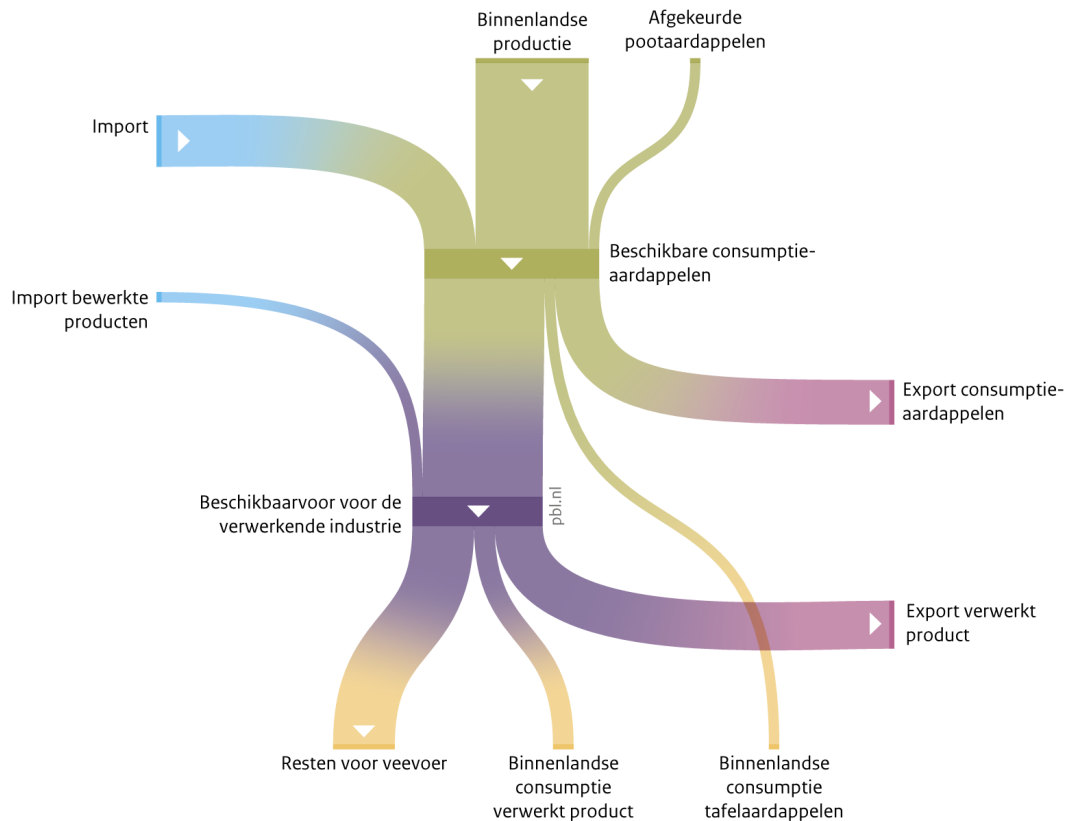
⁹ Zie hiervoor de website van het keurmerk [On the way to PlanetProof](#)

die afgekeurd worden, bijvoorbeeld omdat ze te groot zijn, vinden hun weg naar de friet- of aardappelzetmeelindustrie; dit brengt wel minder geld in het laatje (Bremmer et al. 2019).

Consumptieaardappelen worden voor een belangrijk deel verwerkt tot friet en andere aardappelproducten, ongeveer 30 procent van de beschikbare hoeveelheid komt als tafelaardappel op het bord van de consument (figuur 2.16).

Figuur 2.16

Productie, import en export van consumptieaardappelen, 2022



Bron: Wageningen Economic Research, bewerking PBL

De dikte van de lijnen geeft de relatieve omvang van de stromen weer

Van dit deel is een klein deel bestemd voor de binnenlandse markt. Nederland kent een omvangrijke aardappelverwerkende industrie, waarbij Aviko, Farm Frites, Lamb Weston/Meijer en McCain de belangrijkste spelers zijn. Deze bedrijven opereren vooral binnen de Europese Unie en minder voor de wereldmarkt. De aardappelverwerkende bedrijven gebruiken naast Nederlandse consumptieaardappelen een aanzienlijk aandeel geïmporteerde aardappelen en verwerkte aardappelproducten. Door het combineren van productie en import, kunnen de aardappelverwerkende fabrieken hun productiecapaciteit optimaal gebruiken, en voldoen aan de toenemende vraag in het buitenland (Bremmer et al. 2019). Over het algemeen geldt dat een afstand van ongeveer 150 tot 200 km tot de fabriek kostentechnisch haalbaar is (Janssens et al. 2006). Bij de verwerking van aardappelen komen resten zoals schillen beschikbaar. Deze worden afgezet in de veevoerindustrie. Voor consumptieaardappelen is het TopCrop-certificaat verplicht (voorheen was dit het Voedsel- en Voederveiligheid Akkerbouw (VVAK)-certificaat). Dit certificaat stelt onder andere eisen aan residuen van gewasbeschermingsmiddelen. Voor tafelaardappelen geldt als minimale producteis Global GAP, voor de binnenlandse consumptie worden in toenemende mate de keurmerken *On the way*

to PlanetProof of Beter voor Natuur en Boer vereist. Deze certificaten kennen strengere milieueisen dan het TopCrop-certificaat.

De **zetmeelaardappelketen** kent in Nederland slechts één belangrijke verwerker: de coöperatie Avebe. Boeren die lid zijn van de coöperatie hebben binnen marges leveringszekerheid, boeren die aandelen hebben zijn verplicht te leveren. Zetmeelaardappelen worden door Avebe verwerkt tot zetmeelderivaten, die hun weg vinden naar de voedselindustrie en naar technische toepassingen zoals lijm en papier. Relatief nieuw is dat ook eiwit wordt gewonnen voor bijvoorbeeld plantaardige kaas. De producten van Avebe worden voor een belangrijk deel geëxporteerd. Voor zetmeelaardappelen volstaat het TopCrop-certificaat.

Ook toeleverende partijen en adviseurs belangrijk

Naast afnemende ketenpartijen zijn ook toeleverende partijen bepalend voor de praktijk op het boerenerf (figuur 2.17). Belangrijk zijn bijvoorbeeld de leveranciers van zaai- en pootgoed, van machines en van gewasbeschermingsmiddelen. Uit gesprekken met telers en ketenpartijen blijkt dat er een tekort is aan resistente rassen en aan laagrisicomiddelen ter vervanging van gewasbeschermingsmiddelen met een hoog risico voor mens en/of milieu (Thijssen et al. 2019). Telers van aardappelen, aardbeien en tulpen gaven aan dat resistente rassen die beschikbaar waren onvoldoende opbrengst hadden. Hiervoor bleek al dat de raskeuze vooral door afnemers wordt bepaald. Thijssen et al. (2019) wezen er ook op dat de noodzaak om deze rassen te ontwikkelen niet hoog is zolang er voldoende chemische middelen beschikbaar blijven. Resistente rassen zijn hierdoor amper een concurrentiefactor voor veredelingsbedrijven. Naast leveranciers zijn ook adviseurs belangrijk: telers hebben regelmatig contact met adviseurs over hoe zij hun gewassen moeten beschermen tegen ziekten en plagen. Het is daarbij opvallend dat de leverancier van gewasbeschermingsmiddelen de belangrijkste (gratis) kennisbron is van informatie (Leendertse et al. 2019). Dit roept de vraag op of gratis advies alle mogelijkheden van bijvoorbeeld geïntegreerde gewasbescherming belicht. Denk hierbij bijvoorbeeld aan niet-chemische alternatieven voor gewasbeschermingsmiddelen.

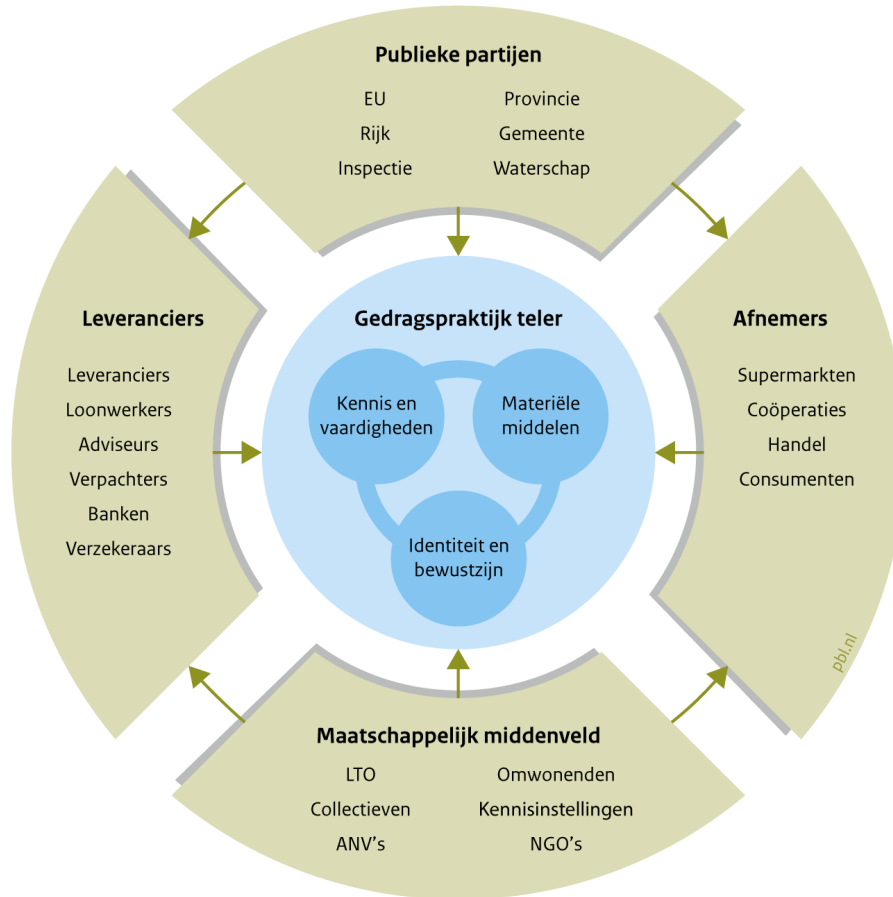
Veevoerindustrie belangrijkste afzetmarkt in de graanketen

Hiervoor bespraken we dat de akker- en tuinbouw veel producten afzet voor menselijke consumptie en voor de export. Voor de akkerbouw is de veevoerindustrie ook een belangrijke afnemer. Allereerst worden reststromen uit de aardappelverwerkende industrie afgezet. Denk hierbij aan aardappelsnippers en aan schillen die vrijkomen bij de productie van friet en aardappelschijfjes. De in Nederland geproduceerde tarwe gaat vrijwel geheel naar de veevoerindustrie. De behoefte aan granen voor veevoer en menselijke consumptie overstijgt echter de binnenlandse productie. Daarom wordt ook een aanzienlijke hoeveelheid tarwe geïmporteerd: de import is ruim drie keer zo hoog als de binnenlandse productie (figuur 2.18). Voor overige graansoorten zoals gerst is het beeld soortgelijk (Berkhout et al. 2023).

Akkerbouw en veeteelt zijn via de graanketens dus sterk met elkaar verweven: het voornaamste rustgewas ter verbetering van de bodemstructuur voor de akkerbouw is tarwe, waarvan de overgrote meerderheid naar de veevoederindustrie gaat. Om voldoende rustgewassen in te brengen in het bouwplan, kan een akkerbouwer er ook voor kiezen om land te ruilen met een melkveehouder. Op het akkerbouwperceel wordt graan vaak vervangen door gras of mais als rustgewas, op het perceel van de melkveehouder wordt een teeltronde een intensief gewas als aardappelen verbouwd. Op deze manier blijft op het akkerbouwperceel de teeltfrequentie van intensieve gewassen gelijk, terwijl dit de percelen samen vaak toeneemt. Deze rotatie op het akkerbouwperceel is overigens wel nadelig voor het organischestofgehalte van de bodem: gras voert minder organische stof aan

dan wintertarwe plus groenbemester, en de organischestofvoorziening van snijmais is nog lager (Van Dijk et al. 2012).

Figuur 2.17
Partijen die de gewasbeschermingspraktijk van telers beïnvloeden



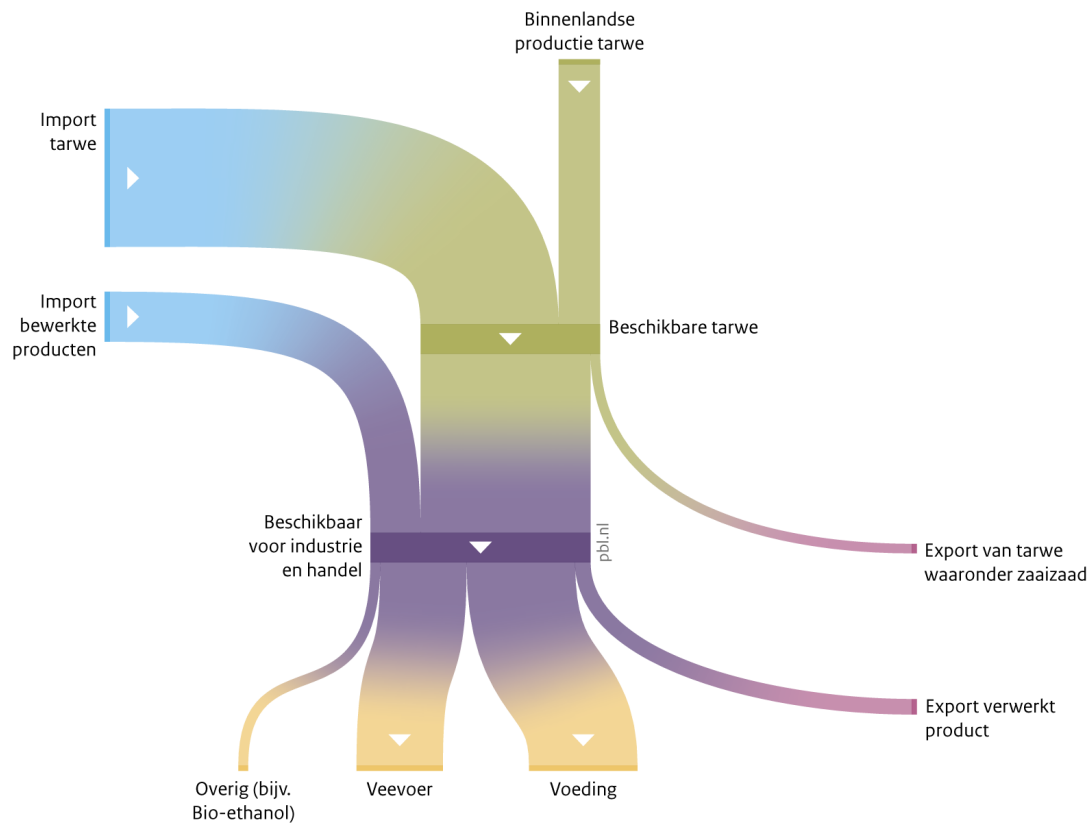
Bron: PBL

Padafhankelijkheid

Uit deze en voorgaande paragrafen komt een beeld naar voren van een ‘koersvaste’ landbouw. Alternatieve ontwikkelpaden worden belemmerd door keuzes uit het verleden: padafhankelijkheid. Zo is een akkerbouwer afhankelijk van een teeltadviseur en loonwerkers voor het bepalen van de in te zetten gewasproductietechnieken, en van adviseurs, afnemers en indirect de markt voor het bepalen van de te telen gewassen en rassen. Voor afnemers spelen fytosanitaire eisen een rol, die bij afzet naar verschillende partijen of internationale markten kunnen verschillen. Investerings in dure machines die in sommige gevallen voor één of enkele gewassen geschikt zijn, maakt een loonwerker en akkerbouwer langdurig afhankelijk van de toepassing in deze specifieke gewassen. Alternatieve ontwikkelpaden vergen bovendien investeringen in nieuwe technologieën en vaardigheden, terwijl oude technologieën mogelijk nog niet zijn afgeschreven (PBL 2018). Gewasveredeling en gewasbeschermingsmiddelen worden voornamelijk ontwikkeld voor hoogrendende, veel verbouwde gewassen. Boeren zijn gebonden door verschillende afhankelijkheden van andere (internationale) partijen zoals afnemers, financiers, leveranciers, adviseurs en overheden. Deze (pad)-afhankelijkheden zorgen voor zowel efficiëntie en zekerheid, als wederzijdse afhankelijkheid en maken veranderingen of afwijkingen van de huidige status quo moeilijk. Ten slotte worden boeren die wel willen veranderen beperkt in hun mogelijkheden door producteisen van afnemers en/of door de beperkte beschikbaarheid van alternatieve technologieën of kennis.

Figuur 2.18

Productie, import en export van tarwe, 2022



Bron: Wageningen Economic Research, bewerking PBL

De dikte van de lijnen geeft de relatieve omvang van de stromen weer

2.7 Keerzijde van de huidige intensieve akkerbouw

2.7.1 Biodiversiteit in de akkerbouw

De landbouw is de grootste ruimtegebruiker in Europa en is belangrijk voor de biodiversiteit. Zo zijn 50 procent van de Europese vogelsoorten afhankelijk van landbouwgrond (Pain & Pienkowski 1997) en is 20 tot 30 procent van de planten geassocieerd aan landbouwgronden (Marshall et al. 2003). De huidige intensieve landbouw – waaronder de akkerbouw – heeft echter geleid tot een afname van de biodiversiteit. Dit geldt niet alleen voor de akkerflora en -fauna op en rond het perceel, maar ook voor de geteelde gewassen.

Afname diversiteit van geteelde gewassen

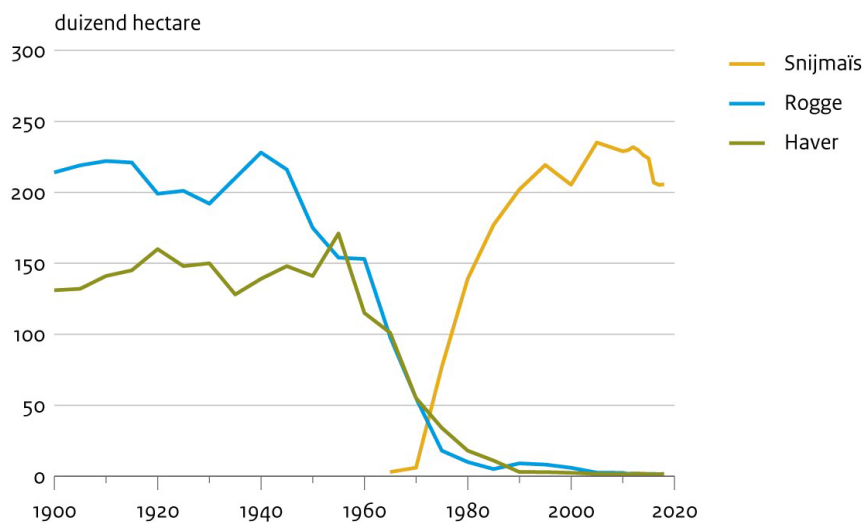
De diversiteit van de geteelde gewassen is sinds 1900 afgenomen. Deze diversiteit bestaat uit twee niveaus (van Doorn et al. 2021): diversiteit binnen gewassen (genetische variëteit) en diversiteit tussen gewassen. De genetische variëteit is sterk afgenomen doordat plantenveredeling voornamelijk gericht was op het ontwikkelen van hoogproductieve cultivars (zie ook PBL 2019b). Omdat deze cultivars meestal in homogene velden worden geteeld, kunnen ziekten en plagen zich gemakkelijk verspreiden. De oude – vaak beter aan lokale omstandigheden aangepaste rassen – worden alleen teruggevonden in een aantal extensief beheerde akkerreservaten. Naast de genetische variëteit is

ook het aantal geteelde gewassen sterk afgenomen: mondiaal is nu 60 procent van de humane calorieopname – direct of indirect via veevoer – afkomstig van drie plantensoorten, namelijk rijst, tarwe en maïs (Chable et al. 2020). In Nederland heeft dit bijvoorbeeld geleid tot vervanging van haver en rogge door snijmaïs (figuur 2.19). Ten slotte is gewasdiversiteit afgenomen doordat het aantal mengteelten sterk is afgenomen. Zo werden vlinderbloemigen vaak toegepast voor stikstofbemesting. Door de komst van kunstmest is dat minder noodzakelijk geworden. Overigens neemt recent de belangstelling voor vlinderbloemigen toe vanwege de mogelijke rol van deze gewassen in de eiwittransitie (zie verder hoofdstuk 3).

Veel akkerplantensoorten op de Rode Lijst

Akkerplanten zijn sterk aangepast aan het dynamische akkermilieu, bijvoorbeeld doordat ze veel zaad produceren (van Doorn et al. 2021). Sinds 1900 is de verspreiding van karakteristieke akkerkruiden met circa 35 procent afgenomen (CLO 2024a). Daarnaast staan veel akkerplanten zoals bolderik en slofhak nu op de Rode Lijst van beschermde plantensoorten. Dit komt onder andere doordat slechts een beperkt aantal soorten zich kan handhaven op maïsvelden. Ook de intensieve bodemwerking, intensieve bemesting en het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen zijn hier debet aan. Traditionele akkerplanten zijn nu vooral te vinden in akkerreservaten, waar op extensieve wijze graan wordt verbouwd met als doel de instandhouding van bedreigde akkerplantensoorten (Bakker et al. 2000).

Figuur 2.19
Areaal rogge, haver en snijmaïs, 1900-2020



Bron: CBS

CBS/jan20
www.clo.nl/nh17915

Insectenpopulaties nemen wereldwijd af, systematische monitoring op Nederlandse akkers ontbreekt

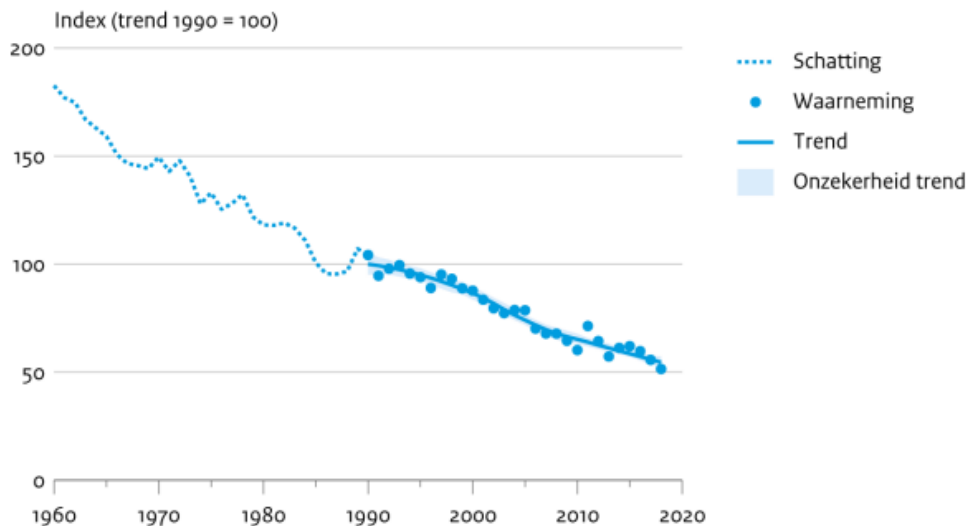
Insecten vormen de basis van het akkerbouwecosysteem. De meeste insecten vervullen belangrijke ecosysteemdiensten zoals plaagbestrijding en bestuiving, slechts een klein deel van de insecten zijn plaaginsecten. Recente studies hebben laten zien dat de populaties insecten in akkerbouwgebieden onder druk staan (Hass et al. 2018). Mogelijk dat de effecten worden versterkt door klimaatverandering (Outhwaite et al. 2022). In Duitse natuurgebieden is de totale biomassa van vliegende insecten met driekwart afgenomen (Hallman et al. 2017), de trend is in Nederland naar verwachting ongeveer gelijk (Kleijn et al. 2018; Hallman et al. 2020). Gegevens over insectenpopulaties op Nederlandse akkers zijn echter veelal niet landsdekkend en over langere tijdsperioden beschikbaar,

maar meetreeksen die wel beschikbaar zijn duiden ook in akkerbouwgebieden op een sterke afname van zowel het aantal insectensoorten, als de verspreiding ervan. Deze afname lijkt het sterkst in gebieden met grootschalige akkerbouwpercelen, waar de mogelijkheden voor dispersie geringer zijn (zie bijvoorbeeld Hass et al. 2018; Ziólkowska et al. 2022). Een studie van Geiger et al. (2010) suggereert een verband tussen de intensiteit van het landgebruik en het voorkomen van loopkevers (een belangrijke groep plaagbestrijders).

Aantallen boerenlandvogels gehalveerd

De aantallen boerenlandvogels zijn sinds 1990 gehalveerd (figuur 2.20). Binnen deze groep nemen vooral de aantallen weide- en akkervogels sterk af, vogels die afhankelijk zijn van erven en struweel zoals de roodborsttapuit doen het relatief iets beter. Akkervogels zoals de veldleeuwerik, gele kwikstaart en patrijs broeden en foerageren op de grond. Met name bij het zoeken naar voedsel zijn ze afhankelijk van relatief open landschappen. Het intensieve grondgebruik leidt tot minder broedsucces.

Figuur 2.20
Verandering in aantallen boerenlandvogels in Nederland, 1990-2020



Bron: NEM (Sovon, CBS)

CBS/feb20
www.clo.nl/n147911

Belangrijke ecosysteemdiensten staan onder druk

De afname van de biodiversiteit leidt er ook toe dat belangrijke ecosysteemdiensten in het geding komen. In de akkerbouw zijn diensten die het meest onder druk staan de biologische plaagbestrijding (Geiger et al. 2010) en gewasbestuiving (Biesmeijer et al. 2006). Omdat veel soorten gewassen door insecten worden bestoven (in de EU ongeveer 85 procent van het totaal aantal gewassen), bestaan er zorgen over de voedselzekerheid (zie onder andere EFSA PPR Panel 2015; EC 2018). Daarnaast is in Nederlandse natuurgebieden het aandeel planten dat door insecten wordt bestoven afgenomen ten koste van het aandeel planten dat via de wind wordt bestoven (Pan et al. 2024). Naast deze ecosysteemdiensten staat ook de bodemvruchtbaarheid onder druk (Brussaard et al. 1997). Een belangrijke factor daarin is de afname van de bodembiodiversiteit (EFSA PPR Panel 2017).

Afname veroorzaakt door een complex aan factoren

De afname van de biodiversiteit wordt veroorzaakt door een veelvoud aan factoren die op elkaar inwerken en elkaar kunnen versterken (Robinson & Sutherland 2002). In Nederlandse studies komt naar voren dat intensivering en schaalvergroting, het hoge gebruik van stikstof en fosfaat en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen belangrijke factoren zijn (Kleijn et al. 2018; Vugteveen & van Hinsberg 2017). Ook klimaatverandering kan de biodiversiteit onder druk zetten, bijvoorbeeld doordat exoten meer kans krijgen (bijvoorbeeld Biesmeijer et al. 2006; Goulson et al. 2015; Scheper et al. 2015). Om de biodiversiteit duurzaam te verbeteren is het noodzakelijk om al deze drukfactoren in samenhang aan te pakken (PBL 2023a). Tot dusverre is het beleid vaak gericht geweest op specifieke soorten of soortgroepen. Zo is na de discussie over het mogelijk effect van zogenoemde neonicotinoïden op de sterfte van bijen, veel beleid ingezet rond bestuivers en plaagbestrijders (zie onder andere LNV (2010)). In de praktijk zijn vooral een aantal schadelijke gewasbeschermingsmiddelen verboden en zijn aanvullende technologische maatregelen genomen om het verwaaien van de spuitnevel naar het oppervlaktewater (“drift”) te beperken. Maatregelen om meer habitats zoals akkerranden te creëren zijn minder uitgevoerd (PBL 2019b).

2.7.2 Waterkwaliteit

Naast het herstellen van de biodiversiteit is ook het verbeteren van de waterkwaliteit een belangrijke opgave. In 2021 voldeed 86 procent van de waterlichamen niet aan de doelen van de Kaderrichtlijn Water (KRW) voor biologische kwaliteit (CLO 2024b). Belangrijke oorzaken voor het niet halen van de KRW-doelen voor biologische waterkwaliteit zijn tekortkomingen bij inrichting en beheer van het watersysteem en te hoge concentraties van nutriënten, zoals fosfaat en stikstof, en chemische stoffen, zoals gewasbeschermingsmiddelen (Van Gaalen et al. 2020; PBL 2023a).

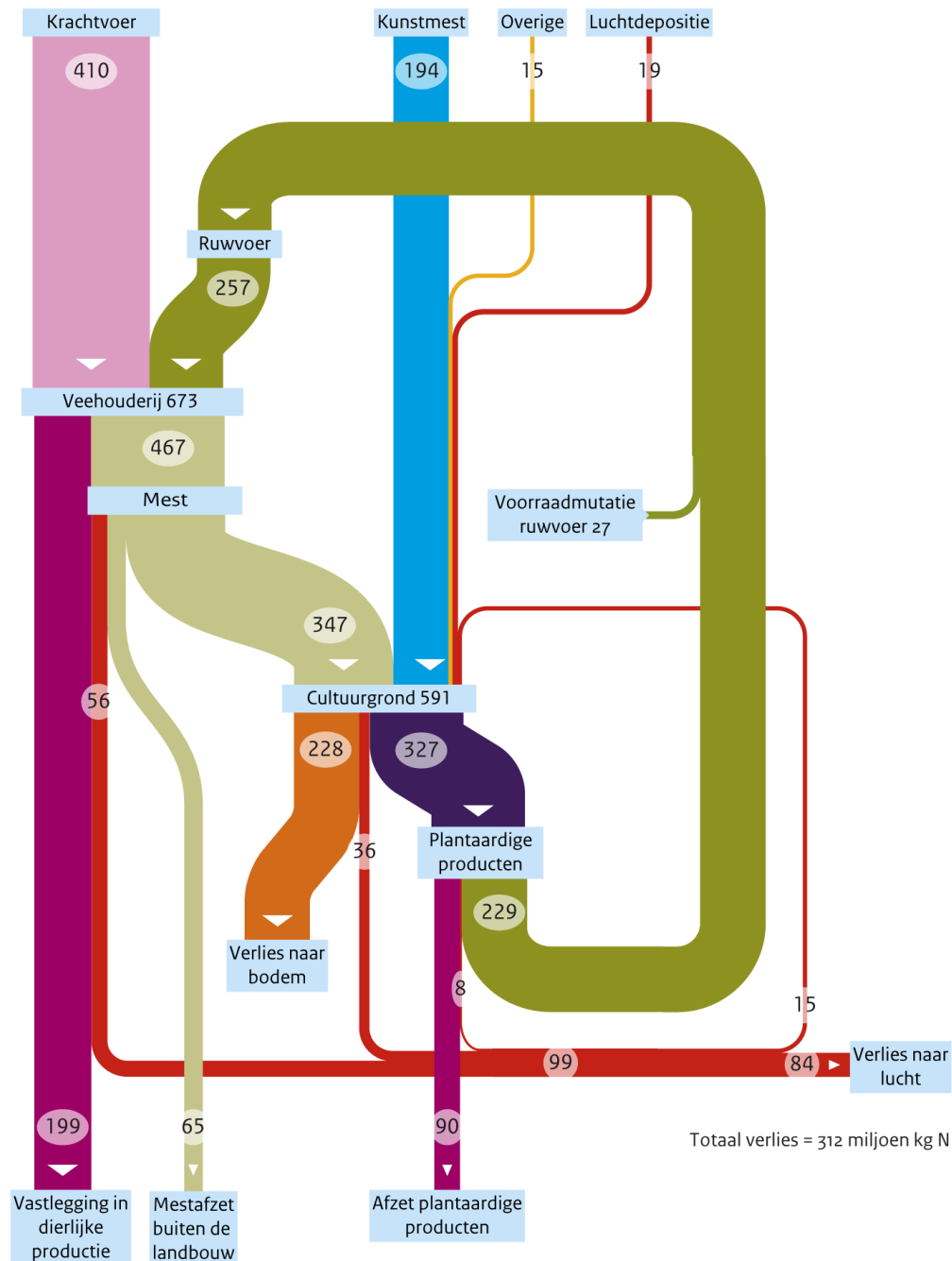
Nutriëntenkringlopen niet gesloten

De Nederlandse stikstof- en fosfaatoverschotten zijn ten opzichte van andere Europese landen hoog (van Grinsven et al. 2019). Deze hoge overschotten hangen samen met de grote veehouderijsector die op zijn beurt mogelijk gemaakt wordt door de hoge import van krachtvoer van elders (figuur 2.21). In feite zijn de productie van het voer en het houden van vee van elkaar losgekoppeld. Het voer wordt in de ene regio verbouwd en in een andere regio eten de dieren het op, wat leidt tot een opeenhoping van voedingsstoffen in Nederland (van Selm et al. 2023).

De overschotten leiden er dus toe dat de stikstofkringloop niet gesloten is, waardoor er aanzienlijke verliezen naar de bodem en de lucht zijn. Deze verliezen zijn de belangrijkste oorzaak van de te hoge nutriëntenconcentraties in het grond- en oppervlaktewater. De stikstof- en fosfaatoverschotten zijn sinds 1990 door verschillende maatregelen gedaald (PBL 2023a). Vanaf 2010 is de afname echter gestagneerd. Voor fosfaat geldt dat de daling in het verleden zich niet vertaald heeft in een afname van de belasting van het oppervlaktewater. Dit komt door nalevering uit voorraden die in het verleden zijn opgebouwd.

Figuur 2.21
Stikstof in de Nederlandse landbouw, 2022

Eenheid: miljoen kg stikstof



Bron: CBS

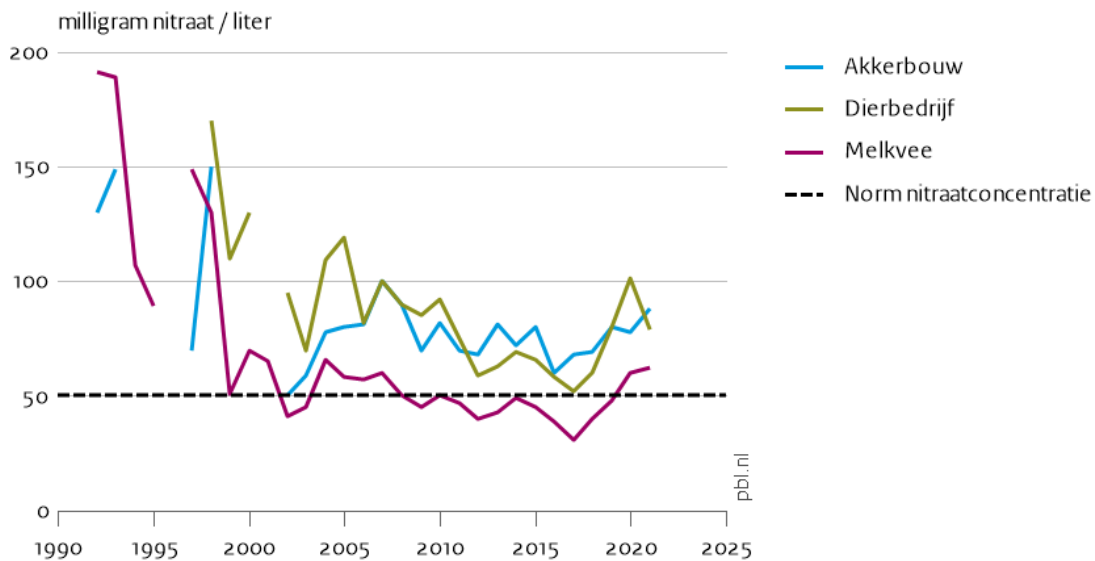
Nitratconcentratie in grondwater onder akker- en tuinbouwbedrijven relatief hoog

De hoge stikstofverliezen leiden ook tot te hoge nitraatconcentraties in het grondwater (figuur 2.22). Op akkerbouwgronden (akker- en tuinbouw en maïs gerelateerd aan dierbedrijven) zijn de concentraties in uitspoelend water in het algemeen hoger dan de nitraatconcentraties in melkveebedrijven (RIVM 2024). Melkveebedrijven hebben in het algemeen meer permanent grasland terwijl akkerbouwgewassen en maïs niet jaarrond op het land staan. Het risico op nitraatuitspoeling is daardoor hoger. Ten opzichte van akkerbouwgewassen is het risico op uitspoeling onder akker- en

tuinbouwgroenten nog hoger. Dat komt doordat deze gewassen een relatief kort groeiseizoen hebben en bovendien oppervlakkig wortelen. Daarnaast worden groenteteelten relatief veel bemest (Thompson et al. 2017) en geïrrigeerd. Ook dat laatste leidt tot een groter risico op uitspoeling. Onder rustgewassen zoals granen is de nitraatuitspoeling in het algemeen lager (zie onder andere Kros et al. 2024). Maatregelen om de nitraatuitspoeling te verminderen zijn onder andere het vaker verbouwen van rustgewassen en verplichte vanggewassen (zie paragraaf 2.3).

Figuur 2.22

Nitraatconcentratie in uitspoelend water in de zandregio, 1992-2022



Bron: RIVM

Concentratie gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater vaak te hoog

Naast nutriënten worden vaak gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater aangetroffen in concentraties boven de waterkwaliteitsnormen. Op meetlocaties bij boomkwekerijen, bloembollen en glastuinbouw worden de meeste normoverschrijdingen aangetroffen, maar ook in akkerbouwgebieden wordt de norm regelmatig overschreden (figuur 2.23). Op alle meetlocaties wordt de norm voor minder dan 10 procent van het totale aantal stoffen overschreden. Verbetering van de waterkwaliteit is daarom mogelijk door vooral de meest vervuilende stoffen aan te pakken (PBL 2019b).

Het aantal normoverschrijdingen is tussen 2013 en 2023 afgenomen, maar sinds 2018 stagneert de afname (CLO 2024e). De verbeteringen hangen vooral samen met technologische ontwikkelingen zoals emissiereducerende maatregelen en het vervangen van de meest milieubelastende stoffen. Om de doelen van de KRW te halen is nog een aanzienlijke beleidsinspanning nodig. Mogelijkheden om de doelen dichterbij te brengen zijn onder andere verdergaande technologische maatregelen, bredere bufferstroken en het consequent toepassen van zogenoemde geïntegreerde gewasbescherming (PBL 2019b).

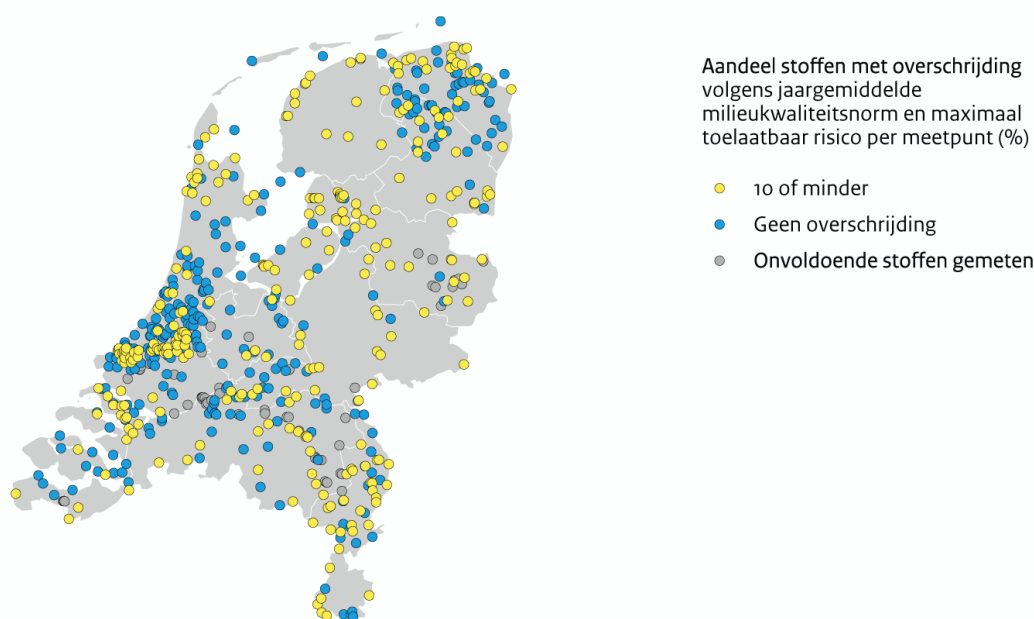
Nog toegelaten gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen in het diepe grondwater

In de helft van de grondwatermonsters op 10 meter diepte zijn resten van gewasbeschermingsmiddelen of relevante metabolieten (afbraakproducten) aangetroffen (van Loon et al. 2020). Het duurt ongeveer 10 jaar voordat gewasbeschermingsmiddelen deze diepte bereiken. Ook in de helft van de

ondiepe winputten van drinkwaterbedrijven zijn resten van gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen. Voor beide dieptes geldt dat zowel toegelaten als niet meer toegelaten middelen zijn aangetroffen (van Loon et al. 2019). Onkruidbestrijdingsmiddelen werden het vaakst in het grondwater aangetroffen. Dit geeft aan dat de stoffen tot grote diepte door kunnen dringen en op de lange termijn nadelige effecten voor de drinkwaterwinning kunnen hebben. De belangrijkste emissieroute naar het grondwater is uitspoeling vanuit landbouwpercelen. Deze route is goed te kwantificeren. Volgens berekeningen levert het gebruik van onkruidbestrijdingsmiddelen in maïs de grootste bijdrage aan de grondwaterbelasting (CLO 2020). In bepaalde regio's vormt infiltrerend oppervlaktewater ook een bron van stoffen in het grondwater, maar in vergelijking met de uitspoeling vanuit de bodem is er relatief weinig kennis verzameld over de schaal, aard, duur, en ernst van deze zogenoemde oeverinfiltratie (Kruijne et al. 2020).

Figuur 2.23

Normoverschrijding gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater, 2023



Bron: www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl (databankversie 6 november 2024)

PBL/nov24
www.clo.nl/nl054711

2.8 Erkenning noodzaak om te verduurzamen

De helft van de boeren erkent de noodzaak om te verduurzamen...

Uit voorgaande paragrafen blijkt dat de akker- en tuinbouw tegen grenzen oploopt. Veel boeren erkennen daarom dat er iets moet veranderen. Dit blijkt onder andere uit een in 2022 gehouden enquête onder ruim 1 600 boeren (waarvan ruim 400 akkerbouwers). Daarin erkent de helft van de boeren dat de landbouw (verder) moet verduurzamen (figuur 2.24; Bos et al. 2023a). Dit percentage geldt ook voor de geënquêteerde akkerbouwers. Natuurherstel, verbeteren van de waterkwaliteit en het bijdragen aan de klimaatopgave werden hierbij als belangrijkste redenen genoemd. Daartegenover staat dat ruim 40 procent van de boeren vindt dat de landbouw *niet* verder hoeft te verduurzamen. Deze groep boeren geeft aan dat er geen probleem is of dat andere sectoren aan zet zijn. Als het gaat om het *eigen* bedrijf, vindt ook de helft verdere verduurzaming noodzakelijk.

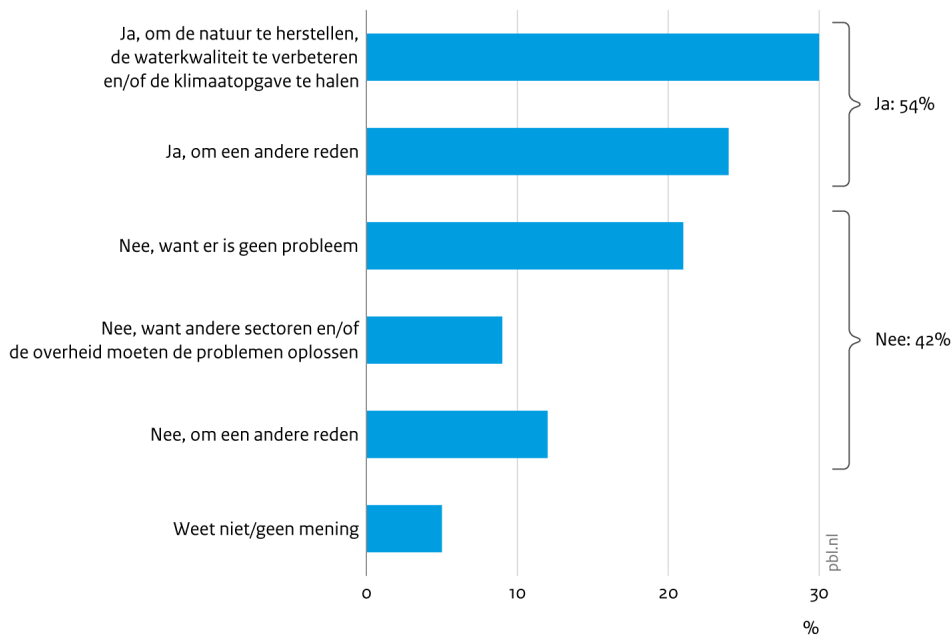
...maar een grote groep ziet belemmeringen in regelgeving en kosten

Ondanks het gevoel van urgentie bij een grote groep boeren, ziet een meerderheid (64 procent) meer nadelen dan voordelen van een omslag naar duurzame landbouw op het eigen bedrijf. Vaak genoemde nadelen zijn meer kosten, minder inkomen en een slechtere concurrentiepositie op de wereldmarkt (Bos et al. 2023a). De groep boeren die vooral voordelen ziet, noemt onder andere meer werkplezier, meer waardering voor het vak en een betere continuïteit van het bedrijf. De meest genoemde belemmering om te verduurzamen zit volgens een grote groep boeren in de regelgeving, “die complex, tegenstrijdig, streng of te veranderlijk is” (Bos et al. 2023a). Zij geven dan ook aan dat zij vooral behoefte hebben aan consistente regelgeving die voldoende ruimte laat voor innovatie en eigen invulling en een consistente en eenduidige langetermijnvisie van de overheid (figuur 2.25).

Ook lopen boeren er tegenaan dat er maar geringe bereidheid blijkt bij afnemers en consumenten om een eerlijke prijs te betalen. Meer vraag naar duurzame producten en daarvoor een eerlijke prijs krijgen zou volgens hun ook een extra stimulans zijn om verder om te verduurzamen. Boeren voelen zich verder vaak belemmerd door te weinig overleg met de overheid en een te eenzijdig neerleggen van de veranderopgave bij alleen agrariërs. Zij hebben vaak behoefte aan een rechtvaardige verdeling van verantwoordelijkheden, zowel binnen als buiten de landbouw, op basis van het principe ‘de vervuiler betaalt’. Ten opzichte van de gehele groep, noemen akkerbouwers vaker het verbieden van niet-duurzame producten, geschikt personeel en bijscholing om de omslag te maken, betere innovatie om te verduurzamen en meer vraag naar duurzame producten tegen een eerlijke prijs.

Figuur 2.24
Erkenning noodzaak om te verduurzamen, 2022

Vindt u dat de landbouw in Nederland (verder) moet verduurzamen?
Zo ja of nee: waarom?



Bron: Motivaction

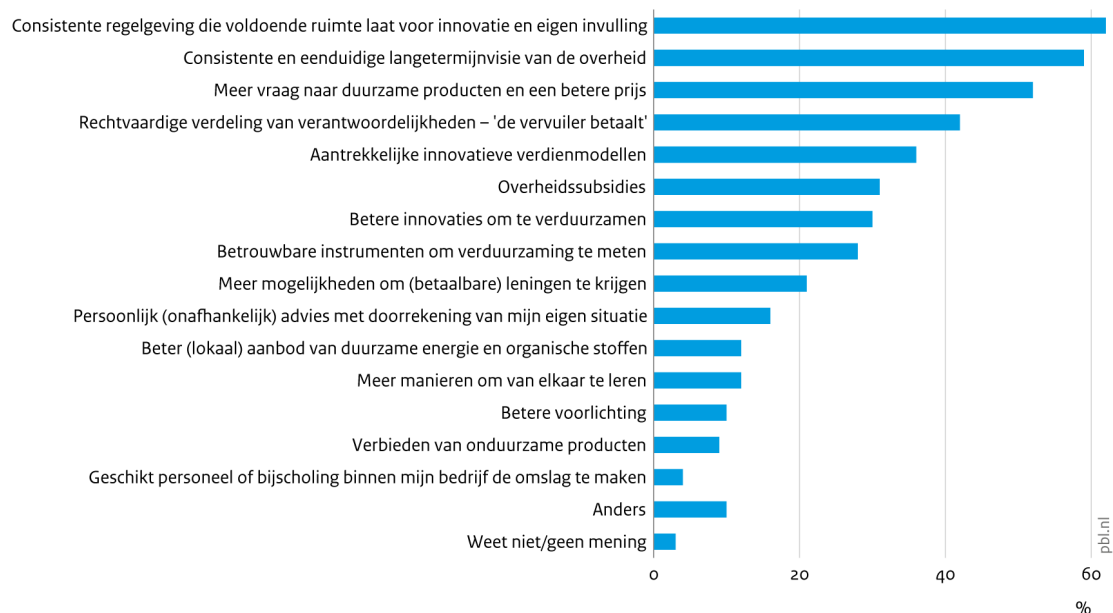
Boeren zien innovatie als meest aantrekkelijk ontwikkelingsperspectief

Bos et al. (2023a) vroegen in hun enquête ook op welke wijze boeren zouden willen verduurzamen. De helft noemde innovatie het meest perspectiefvol. Een kleiner deel (ongeveer twee tiende)

overweegt extensivering van de bedrijfsvoering. Akkerbouwers noemden daarbij vooral een ruimere vruchtwisseling met meer maaigewassen. Een keerzijde van de inzet op innovatie is dat het de huidige tendens van schaalvergroting en intensivering versterkt, omdat het rendement afhankelijk blijft van een zo hoog mogelijke opbrengst tegen zo laag mogelijke kosten (PBL 2019a). Voor klimaat en milieu kan technologische innovatie uitkomst bieden, maar voor landschap en natuur zijn de effecten beperkter. Dit komt doordat er bij technologische innovatie meestal geen ruimte ontstaat voor kleinschaligheid in het landschap en voor landschapselementen die voor biodiversiteit belangrijk zijn. De voor- en nadelen van de verschillende ontwikkelingsrichtingen bespreken we verder in het volgende hoofdstuk.

Figuur 2.25
Benodigheden voor een verdere omslag naar duurzame landbouw, 2022

Wat heeft u nodig bij het maken van een verdere omslag naar duurzame landbouw?



Bron: Motivaction

3 Mogelijke ontwikkelrichtingen voor de akker- en tuinbouw

In het vorige hoofdstuk hebben we een beschrijving gegeven van het huidige landbouwsysteem, van de problemen die de huidige vorm van landbouw met zich brengt en voor welke uitdagingen de sector staat. Het kabinet-Schoof erkent deze uitdagingen door “zich te committeren aan de verplichtingen die voortvloeien uit (inter)nationale wet- en regelgeving ten aanzien van natuur en biodiversiteit en klimaat”. Ook “voor luchtkwaliteit, water en stikstof is er commitment om resultaten te boeken” (PVV et al. 2024). Om de doelen te bereiken zet het kabinet-Schoof primair in op technologische innovatie van de land- en tuinbouw. Over deze *hoe*-vraag zijn de opvattingen echter verdeeld (Boezeman et al. 2021). Zo zijn er binnen de huidige Tweede Kamer naast partijen die de problemen willen oplossen via technologische innovatie ook partijen die meer zien in een transitie naar een “natuurinclusief” landbouwsysteem en/of biologische landbouw (zie ook PBL et al. 2023b). Deze tegenstelling komt ook naar voren in een discoursanalyse rondom het beleidsconcept “kringlooplandbouw” (Ploegmakers et al. 2020). In die analyse wordt voor *toekomstige* landbouwsystemen een “technologisch narratief” en een “natuurinclusief narratief” onderscheiden. In de analyse van Ploegmakers et al. (2020) ligt het technologisch narratief dichtbij de huidige praktijk, terwijl het natuurinclusief “radicale” aanpassingen van de landbouwsector vraagt. Ook in de voor de landbouw-natuurverkenning uitgevoerde achtergrondstudie over maatschappelijke visies op landbouw en natuur komt dit twistpunt naar voren (van Eldik & van Dam 2024). In dit hoofdstuk gebruiken we deze twee ontwikkelrichtingen om uitdagingen voor de land- en tuinbouw te ordenen en te verkennen wat de mogelijkheden voor de akker- en tuinbouw zijn om de uitdagingen aan te pakken.

Leeswijzer

In dit hoofdstuk beschrijven we allereerst de belangrijkste maatschappelijke opgaven voor de akker- en tuinbouwsector (paragraaf 3.1). In paragraaf 3.2 beschrijven we de twee varianten op hoofdlijnen. We kijken daarbij ook naar de overlap en verschillen met varianten in andere beleidsdocumenten. Vervolgens beschrijven we in paragraaf 3.3 en 3.4 een aantal maatregelen die telers kunnen nemen. Dit doen we aan de hand van de twee narratieven. Ten slotte beschrijven we in paragraaf 3.5 wat overheden en het bedrijfsleven kunnen doen om de omslag naar een duurzamere productie mogelijk te maken.

3.1 Introductie maatschappelijke opgaven

Uit hoofdstuk 2 blijkt dat de akker- en tuinbouw voor grote maatschappelijke opgaven staat. Het gaat daarbij onder andere om het verbeteren van de biodiversiteit op en rond het perceel en het verminderen van de emissies van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar het grond- en oppervlaktewater en omliggende natuurgebieden. Hierbij is het essentieel dat de landbouw voldoende en gezond voedsel blijft produceren, zeker in het licht van recente geopolitieke ontwikkelingen en de toenemende kwetsbaarheid als gevolg van klimaatverandering (EC 2023; PBL 2024). Tegelijkertijd is er een toenemende vraag naar producten voor de bio-economie, willen burgers een aantrekkelijk en leefbaar platteland en moet er voor boeren een fatsoenlijke boterham te verdienen zijn. Dit alles maakt het zoeken naar oplossingen tot een complexe puzzel, waarbij keuzes onvermijdelijk zijn.

We werken de volgende drie opgaven in meer detail uit:

1. efficiënt omgaan met grondstoffen,
2. herstel van de biodiversiteit, en
3. aanpassen aan klimaatverandering.

Uitdaging 1: efficiënt omgaan met grondstoffen

De huidige intensieve en grootschalige landbouw is gericht op het produceren van voedsel tegen een zo laag mogelijke prijs (hoofdstuk 2). Kenmerkend voor dit systeem is het intensieve gebruik van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen, wat leidt tot verliezen naar de bodem en het water. Het intensieve gebruik van meststoffen en het mestoverschot hangt samen met de grote veehouderijsector die op zijn beurt mogelijk gemaakt wordt door de hoge import van krachtvoer van elders. Dit betekent dat de productie van het voer en het houden van vee van elkaar zijn losgekoppeld (zie paragraaf 2.7). Een belangrijke **uitdaging voor de akker- en tuinbouwsector** is om de emissies naar het grond- en oppervlaktewater te verminderen en om grondstoffen efficiënt te gebruiken. Daarvoor is een heel scala aan mogelijke maatregelen beschikbaar. Allereerst kan de akkerbouwer via rijenbemesting of precisiebemesting het gebruik van meststoffen verminderen. Eiwitten kunnen teruggewonnen worden uit reststromen van bestaande teelten. Specifieke eiwitgewassen kunnen de basis vormen voor Nederlands veevoer of plantaardige producten voor menselijke consumptie. Bovendien halen deze gewassen stikstof uit de lucht, waardoor minder meststoffen nodig zijn. Als akkerbouwers efficiënter omgaan met meststoffen, zal bij een gelijkblijvende mestproductie het mestoverschot toenemen. Daarom is herstel van de verbinding tussen voerproductie en de veehouderij een belangrijke randvoorwaarde, die echter lastig te realiseren is zonder krimp van de veestapel (van Selm et al. 2023).

Uitdaging 2: herstel van de biodiversiteit

Zoals beschreven in hoofdstuk 2 staat de biodiversiteit in en om het veld onder druk en ondervindt deze ook in natuurgebieden druk vanuit de landbouw. De afname van de biodiversiteit komt door een complex aan factoren, zoals schaalvergroting van percelen, verdwijnen en versnippering van leefgebieden, het overvloedige gebruik van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen en verdroging (PBL 2023a). Klimaatverandering kan de gevolgen van deze factoren versterken (van Hinsberg et al. 2024). De **uitdaging voor de sector** is om de biodiversiteit te herstellen door het verminderen van bovengenoemde drukfactoren. Dit betreft niet alleen de soorten die beschermd zijn onder de Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR), maar ook algemene plant- en diersoorten. De bescherming van deze algemene plant- en diersoorten is essentieel voor de voedselzekerheid op de lange termijn (Pilling et al. 2020; Dannenberg et al. 2024). Een groot aantal landbouwgewassen is afhankelijk van insecten voor bestuiving en bodemmicroben leveren een bijdrage aan de bodemvruchtbaarheid die essentieel is voor de groei van gewassen. Schneider et al (2023) wijzen erop dat in het debat over de rol van gewasbeschermingsmiddelen in de mondiale voedselzekerheid vaak de kortetermijnbelangen prevaleren boven de hierboven genoemde effecten op de lange termijn.

Uitdaging 3: aanpassen aan klimaatverandering

De landbouw ondervindt nu al de gevolgen van klimaatverandering. Droogte, wateroverlast en hitte kunnen leiden tot opbrengstderving en warme en vochtige omstandigheden kunnen leiden tot toename van de ziekten- en plagendruk. Op termijn kan dit de voedselzekerheid onder druk zetten (van Gaalen et al. 2024). Van deze factoren lijken droogte en wateroverlast door extreme neerslag de belangrijkste risicofactoren voor de Nederlandse akkerbouw. Zonder aanvullende maatregelen wordt de schade in jaren met extreme droogte geschat op circa 100 miljoen tot 1 miljard euro (van Klaveren et al. 2023). In extreem droge jaren (2003, 2006, 2018 en 2019) waren de opbrengsten 5-15 procent lager, afhankelijk van het gewas. In de vollegrondstuinbouw was de

opbrengstderving 5-20 procent. Overigens hoeft droogte voor de primaire akker- en tuinbouw niet direct tot inkomensverlies te leiden. Bij droogte worden producten immers schaarser, waardoor de marktprijs omhoog gaat: in 2018 lag de marktprijs voor bijvoorbeeld consumptieaardappelen 45 procent hoger. Naast droogte kan ook wateroverlast tot opbrengstderving leiden. De impact hiervan op nationale schaal is veelal lager dan de impact van droogte, maar voor individuele akkerbouwers kunnen de gevolgen wel groot zijn. Akkerbouwers nemen nu nog vooral maatregelen om de directe gevolgen van droogte en wateroverlast op te vangen (bijvoorbeeld beregening bij droogte en drainage bij wateroverlast). De **uitdaging voor de sector** is om het systeem als geheel minder kwetsbaar te maken. Hiervoor zijn naast bovengenoemde zogeheten reactieve maatregelen ook preventieve maatregelen nodig. Denk hierbij aan de teelt van droogteresistente gewassen en/of rassen, het tegengaan van ondergrondverdichting door te werken met lichtere machines en vaste rijpaden, waterberging en gewassen telen op daarvoor geëigende gronden (van Klaveren et al. 2023).

3.2 Technologische of natuurinclusieve landbouw?

Zoals in de inleiding van dit hoofdstuk beschreven is, tekenen zich in het debat over de toekomst van de landbouw globaal twee ontwikkelingsrichtingen af, namelijk een technologische ontwikkelrichting en een natuurinclusieve ontwikkelrichting. Deze mogelijke ontwikkelingsrichtingen laten zich samenvatten in onderstaande korte verhaallijnen, die gebaseerd zijn op Lesschen et al. (2020), Gonzalez-Martinez et al. (2021), Boezeman et al. (2021) en van Eldik & van Dam (2024):

- De **technologische variant** gaat uit van optimalisatie van het huidige intensieve landbouwsysteem. In dit systeem staat de productiefunctie voorop (Thompson (2017) noemt dit “*The Productionist Paradigm*”). Land- en tuinbouw vindt grotendeels plaats in grote, efficiënte en hoogtechnologische bedrijven die produceren voor de wereldmarkt. Bedrijven moeten voortdurend innoveren om koploper te blijven en hoge marges te houden. De landbouw voldoet mede door technologie en innovatie aan internationale eisen voor voedselveiligheid en milieu. Arbeid blijft schaars en daarom zetten bedrijven sterk in op automatisering en robotisering. De akkerbouw wordt gekenmerkt door een intensief bouwplan met een hoog aandeel aan aardappelen en suikerbieten. Het aandeel rustgewassen zoals granen blijft beperkt. Het landbouwareaal neemt af door verstedelijking en andere economisch krachtige grondgebruikers. Ook neemt het landbouwareaal iets af omdat er voor het creëren van stikstofruimte soms extra natuur nodig is. Er komt een landbouwhoofdstructuur, waarin de landbouw zoveel mogelijk voorrang krijgt. De meest vruchtbare akkerbouwgebieden worden hierin opgenomen. In deze variant is er een strikte scheiding tussen natuur en landbouw. Bescherming van agrarische biodiversiteit heeft minder prioriteit, tenzij het een verdienmodel heeft.
- De invulling van de **natuurinclusieve variant** is grotendeels gebaseerd op van Doorn et al. (2016) en Erisman et al. (2017). In deze variant maken boeren gebruik van natuurlijke processen en dragen bij aan de kwaliteit van de natuur. Door het gebruik van natuurlijke processen ontstaat een weerbaardere teelt, waardoor het gebruik van externe inputs zoals kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen kan worden verminderd (Luske et al. 2024). Deze vorm van landbouw richt zich niet alleen op voedselproductie, maar richt zich ook op het verbeteren van de biodiversiteit en de kwaliteit van het landschap. Om dit mogelijk te maken zullen boeren vergoedingen moeten ontvangen voor hun inspanningen voor het landschap en zullen hun producten voldoende aftrek moeten hebben. De verbinding tussen veevoerproductie en de

veehouderij wordt zoveel mogelijk hersteld, waardoor kringlopen zoveel mogelijk regionaal gesloten zijn. Dit betekent ook dat de import van veevoer van buiten de EU wordt beperkt. Boeren spreiden risico's door in het bouwplan meer gewassen op te nemen. Om te voldoen aan de vraag naar plantaardige en biobased producten neemt het aandeel eiwitgewassen en vezelgewassen in het bouwplan toe, het bouwplan wordt daardoor minder intensief. Net als in de technologische variant neemt het landbouwareaal af door verstedelijking. Daarnaast wordt in het agrarisch gebied meer ruimte gecreëerd voor agrarische natuur. De scheiding tussen natuur en landbouw wordt daardoor minder strikt.

De twee verhaallijnen zijn toekomstbeelden, waarbij we relevante keuzes geselecteerd hebben. De verhaallijnen bevatten diagnostische elementen over wat er aan de hand is (wat is in deze verhaallijn het belangrijkste probleem?) en strategische elementen wat daarmee gedaan zou kunnen worden (hoe wordt in deze verhaallijn het probleem opgelost). De belangrijkste keuzes hebben we samengevat in tabel 3.1.

Tabel 3.1
Kernkeuzes in de twee ontwikkelrichtingen voor de landbouw

Keuze	Technologische variant	Natuurinclusieve variant
Duurzaamheid	Economische groei is noodzakelijk om groen te doen	Ecologie bepaalt de grenzen van de groei
Type landbouw	Hoogtechnologische landbouw die competitief is op de wereldmarkt	Natuurinclusieve landbouw die vooral produceert voor de Europese markt
Omvang veehouderij	Veestapel krimpt beperkt (autonome ontwikkeling)	Grondgebonden veehouderij waardoor veestapel krimpt
Risicobeleving	Controlemodel	Adaptatiemodel
Functie landbouw	Voedselproductie	Multifunctioneel
Kringlopen	Wereldschaal, EU	Regionaal
Bouwplan akkerbouw	Intensief	Meer rustgewassen
Verdienmodel	Gericht op voedselproductie	Breder, bijvoorbeeld voedselproductie en landschapsbeheer
Relatie landbouw-natuur	Gescheiden. Natuur vooral in grote natuurgebieden	Verweven. Groenblauwe dooradering.

Integraliteit van maatregelen

In beide landbouwsystemen worden maatregelen genomen om te verduurzamen. Volgens Erisman et al. (2017) passen natuurinclusieve boeren maatregelen toe uit drie pijlers:

1. Vermindering van emissies en efficiënt omgaan met grondstoffen;
2. Bescherming van agrarische biodiversiteit en zoveel mogelijk gebruik maken van ecosystemendiensten in plaats van externe inputs.
3. Bescherming van specifieke (bedreigde) dier- en plantsoorten.

In een technologisch landbouwsysteem ligt de focus op het verminderen van emissies en het efficiënt omgaan met grondstoffen. In plaats van ecosystemendiensten wordt in deze variant gebruik gemaakt van technologie. In een natuurinclusief landbouwsysteem is landschappelijke diversiteit en de aanwezigheid van ecologische verbindingen essentieel. Luske et al. (2024) benadrukken de

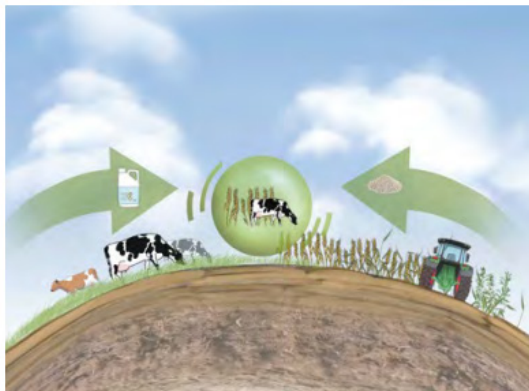
integraliteit van de maatregelen: boeren die natuurinclusief werken passen maatregelen toe uit alle pijlers, waarbij de maatregelen tezamen een systeem vormen dat werkt en weerbaar is tegen verstoringen zoals ziekten, plagen en droogte. Andere indelingen in landbouwsystemen, bijvoorbeeld op basis van het begrip “kringlooplandbouw” gaan minder in op de integraliteit van maatregelen en achten we daarom minder geschikt als denkkader (tekstkader 3.1).

Controle versus adaptatie

Risicoperceptie biedt een andere manier van kijken naar beide landbouwsystemen. Boeren willen – net als alle ondernemers – hun ondernemersrisico’s zoveel mogelijk beperken. In het huidige landbouwsysteem ‘verzekeren’ boeren zich tegen verstoringen zoals ziekten, plagen en droogte door gewasbeschermingsmiddelen te gebruiken en door gewassen te beregenen. Om hoge productie te kunnen handhaven, grijpt de boer bij verstoring vrijwel direct in. Luske et al. (2024) noemen dit het “controlemodel”. Natuurinclusieve boeren laten het controlemodel los en bewegen naar een “adaptatiemodel”. In dit model wordt het bedrijfssysteem zo ontworpen dat verstoringen gemakkelijker kunnen worden opgevangen. Daarbij maakt de boer meer gebruik van natuurlijke bodemprocessen, robuuste gewassen, mengteelten en ruime gewasrotaties. Dit leidt tot een veerkrachtiger landbouwsysteem, maar gaat wel ten koste van de opbrengst en kostprijs. Luske et al. (2024) illustreren beide landbouwsystemen aan de hand van een bal. In het controlemodel wil je die op zijn plek houden door problemen te beheersen met specifieke maatregelen, terwijl in het adaptatiemodel de boer zijn energie richt op de omgeving en investeert in een generiek weerbaar systeem dat de bal op zijn plek houdt (Figuur 3.1).

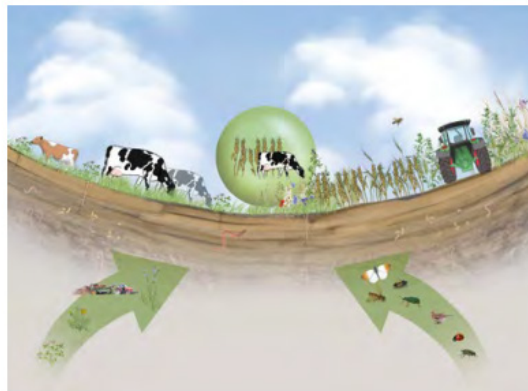
Figuur 3.1

Visuele weergave van het controlemodel en het adaptatiemodel



Controlemodel

- probleemgericht
- variatie uitschakelen
- continue monitoring en direct ingrijpen
- hoog risico
- statisch evenwicht



Adaptatiemodel

- systeemgericht
- variatie gebruiken
- zelfregulerend vermogen stimuleren, indirect sturen
- laag risico
- dynamisch evenwicht

Bron: Luske et al. (2024)

Land sharing of land sparing

Het debat over ontwikkelingsrichtingen voor de landbouw wordt ook in de internationale wetenschappelijke literatuur gevoerd (Kok et al. 2006). De voorkeursstrategie voor intensivering in landbouwgebieden kan volgens Balmford et al. (2005) leiden tot een “land sparing” effect. In deze visie kan door technologisch efficiënt gebruik te maken van bestaande landbouwgronden vermeden worden dat natuurgebieden moeten worden omgezet in landbouwgrond. Zoals in tekstkader 2.2 besproken, is deze strategie vanaf de negentiende eeuw gaan domineren in Nederland.

Daartegenover staat “*land sharing*”, waarbij het agrarisch landgebruik extensiever is en meer verweven met de natuur. Deze visie lijkt goed aan te sluiten bij de natuurinclusieve variant van Erisman et al. (2017).

3.1 Beleidsbegrip “kringlooplandbouw” minder geschikt als kader om landbouwsystemen te groeperen

LNV introduceerde in 2018 het beleidsbegrip “kringlooplandbouw”. Bij kringlooplandbouw “komt zo min mogelijk afval vrij, is de uitstoot van schadelijke stoffen zo klein mogelijk en worden grondstoffen en eindproducten met zo min mogelijk verliezen benut” (LNV 2018). Hoewel vrijwel iedereen stelt dat het hierbij vooral gaat over het sluiten van mineralen- en nutriëntenkringlopen van mest, voer en water, lopen de perspectieven op kringlooplandbouw sterk uiteen. Dit komt onder andere door de openheid van het concept (Ploegmakers et al. 2020). Zo is er verschil van inzicht over het schaalniveau waarop kringlopen gesloten moeten worden. Hoewel veel auteurs van de door Ploegmakers et al. (2020) geanalyseerde teksten vinden dat kringlopen op regionaal niveau gesloten moeten worden, zijn er auteurs die het internationale schaalniveau niet uitsluiten. Daarnaast blijkt dat er verschillende opvattingen zijn over de doelen die met kringlooplandbouw gehaald zouden moeten worden. Dit leidt ertoe dat er veel draagvlak is voor het concept, maar het leidt er ook toe dat de verschillende doelen uiteindelijk onverenigbaar zijn. Alles overziend blijken zowel aanhangers van het technologisch narratief, als aanhangers van het natuurinclusief narratief zich in het begrip kringlooplandbouw te kunnen vinden. Deze ambiguïteit maakt het begrip kringlooplandbouw minder geschikt als kader om landbouwsystemen te groeperen. In de rest van dit rapport hanteren we daarom de tweedeling “technologisch” versus “natuurinclusief”. Dit laat onverlet dat het sluiten van kringlopen en efficiënter omgaan met grondstoffen een belangrijk maatschappelijk thema is, zoals verwoord in paragraaf 3.1.

Minder zwart-wit dan gepresenteerd?

Zoals hierboven beschreven, worden de begrippen “technologisch” en “natuurinclusief” vaak tegenover elkaar gezet. Zo wordt er in de doorrekening van Lesschen et al. (2020) vanuit gegaan dat alle boeren in één van beide narratieven passen. De werkelijkheid is echter genuanceerder. Ten eerste maken ook boeren die natuurinclusief werken gebruik van technologische innovaties. Denk hierbij bijvoorbeeld aan boeren die met strokenteelt of mengteelten aan de slag gaan. Dat zijn teelten die gebaseerd zijn op natuurinclusieve principes zoals gewasdiversiteit en het gebruik van ecosystemendiensten. Maar om dergelijke teelten in een moderne landbouwomgeving rendabel te maken zijn nieuwe technieken zoals precisielandbouw, kleinere machines en groene gewasbeschermingsmiddelen nodig (zie bijvoorbeeld Hengsdijk et al. 2023). Een deel van het Wageningse praktijkonderzoek richt zich daarom op technologische innovatie ter versterking van agro-ecologische principes (zie bijvoorbeeld Bulten et al. 2023). Ten tweede is het (nog) niet voor alle boeren haalbaar om alle pijlers van natuurinclusieve landbouw toe te passen. De meest vergaande vorm van natuurinclusieve landbouw, waarbij de boer maatregelen toepast uit alle pijlers van figuur 3.1, lijkt vooralsnog alleen mogelijk met financiële ondersteuning (zie paragraaf 3.5). Omdat overheden vooral inzetten op vergoedingen in zones rond Natura-2000 gebieden en in gebieden met beperkingen zoals veenweidegebieden en drinkwaterbeschermingsgebieden (LNV et al. 2023; PBL 2024b), lijkt natuurinclusieve landbouw in die gebieden het meest perspectiefvol. In de grootschalige akkerbouwgebieden lijkt op de korte en middellange termijn een overgang waarschijnlijker naar een landbouw waarbij boeren maatregelen uit één of twee pijlers van natuurinclusieve landbouw toepassen.

Maatregelen

Ondanks deze kanttekening, kan de discussie over de toekomst van de landbouw goed gevoerd worden aan de hand van bovengeschetste uitersten (onder andere Boezeman et al. 2021). In de volgende twee paragrafen beschrijven we een aantal maatregelen die het best passen bij de technologische variant (paragraaf 3.3) of de natuurinclusieve variant (paragraaf 3.4). De lijst met maatregelen beoogt niet uitputtend te zijn. We beschrijven de effecten van de maatregelen kwalitatief, waarbij we zowel kijken naar de gevolgen voor de fysieke leefomgeving als de sociaal-economische effecten. Waar mogelijk kijken we ook naar de uitvoerbaarheid van de maatregelen.

3.3 Technologische maatregelen

In de technologische variant blijft voedselproductie de primaire functie van de landbouw. Om te voldoen aan de in paragraaf 3.1 benoemde maatschappelijke opgaven wordt in deze variant vooral ingezet op technologische maatregelen (zie verder paragraaf 3.2). Om te laten zien wat de potentie van technologische maatregelen is, bespreken we in deze paragraaf een aantal voorbeelden, waarbij de kanttekening is dat we geen uitputtend overzicht geven:

1. Maatregelen om de belasting van het oppervlaktewater met gewasbeschermingsmiddelen tegen te gaan;
2. Ontwikkeling van nieuwe gewasbeschermingsmiddelen;
3. Ontwikkeling van resistente gewassen via nieuwe veredelingstechnieken;
4. Toepassing van kunstmestvervangers;
5. Irrigatie en verbeteren waterhuishouding;
6. Precisielandbouw.

3.3.1 Maatregelen om de belasting van het oppervlaktewater met gewasbeschermingsmiddelen tegen te gaan

Met bestaande technologie kan de milieubelasting van het oppervlaktewater verminderen ...

Met nu bestaande emissiereducerende technologieën kan de milieubelasting van het oppervlaktewater door gewasbeschermingsmiddelen met ongeveer 40 procent afnemen ten opzichte van de situatie in 2018 (PBL 2019b). Dat is het jaar waarin voor het laatst de vereisten voor emissiereducerende technologieën zijn aangescherpt. Voorwaarde is dat telers daarbij regels over de hoogte van de spuitboom, de windsnelheid en de spuitdruk naleven (Leendertse et al. 2019). Deze factoren bepalen namelijk ook hoeveel van de spuitnevel verwaait naar het oppervlaktewater. De spuittechnieken die zijn toegelaten voor toepassing in de akkerbouw kunnen het verwaaien van gewasbeschermingsmiddelen met maximaal een factor 20 verminderen (van de Zande et al. 2021). Omdat de meest giftige gewasbeschermingsmiddelen de doelen met een factor 100 tot 1000 overschrijden, is veel meer emissiereductie nodig om de doelen van de KRW te halen.

... maar er blijven effecten zolang gewasbeschermingsmiddelen met een hoog risico worden toegepast

Bestaande driftreducerende technieken kunnen de milieubelasting van het oppervlaktewater dus verminderen, maar hebben minder effect op soorten die op het boerenland leven. Zo bleek het voorkomen van de loopkever *Bembidion lampros* amper te verbeteren door toepassing van emissiereducerende technieken (Ziółkowska et al. 2022). Deze loopkever is een belangrijke plaagbestrijder op Nederlandse akkers en is qua gedrag redelijk representatief voor andere loopkevers. Het voornaamste probleem is dat loopkevers – naast veel andere insecten – voor hun voortbestaan mede afhankelijk zijn van het bespoten akkerland of van het gewas. Daarom is het allereerst van belang

om in te zetten op de ontwikkeling en toepassing van gewasbeschermingsmiddelen met een lager risicoprofiel. Het uitfaseren van gewasbeschermingsmiddelen met een hoog risicoprofiel is ook van belang voor vogelsoorten die zich voeden met insecten (Mineau & Whiteside 2013; Hallmann et al. 2014), zoals de onder de VHR beschermde veldleeuwerik (Ziółkowska & Topping 2019).

3.3.2 Ontwikkeling van nieuwe gewasbeschermingsmiddelen

Resistentieontwikkeling ligt op de loer

In elke sector ondervinden telers in stijgende mate problemen met onkruiden, plagen en ziekten (PBL 2019b; Riemens et al. 2023). Naar verwachting zal deze trend doorzetten. Door klimaatverandering krijgen schimmels en bacteriën meer kans zich te ontwikkelen en kunnen insecten en onkruiden meer generaties per seizoen voortbrengen. Een verhoogde insectendruk kan naast directe plantschade ook tot hogere virusdruk leiden. Daarnaast kunnen zich in Nederland nieuwe insecten en andere plaagorganismen uit het zuiden vestigen. Tegelijkertijd neemt sinds 2018 het aantal beschikbare werkzame stoffen in gewasbeschermingsmiddelen licht af (Ctgb 2023). Door aanscherping van regelgeving, is de verwachting dat deze trend doorzet. Dit is zeker het geval voor de zogeheten “kleine teelten”, waarvoor het minder rendabel is om nieuwe middelen te ontwikkelen (PBL 2019b). Dit betekent dat op termijn ziekten en plagen met minder gewasbeschermingsmiddelen moeten worden bestreden. Omdat dit kan leiden tot resistentie tegen deze middelen, is het ook in een hoogtechnologische landbouw belangrijk om preventieve maatregelen te nemen. Naast maatregelen als schoon uitgangsmateriaal wordt de oplossing hiervoor gezocht in technologie. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het beschermen van fruitbomen door deze tijdelijk te overkappen (de zogeheten cabriokas). Deze oplossingen kunnen echter op gespannen voet staan met maatschappelijke wensen over de inrichting van het landschap. Daarnaast is er behoefte aan alternatieven om ziekten en plagen te bestrijden. Dit kunnen niet-chemische alternatieven zijn, maar ook nieuwe innovatieve gewasbeschermingsmiddelen. Op RNA-interferentie gebaseerde biopesticiden zijn hier een voorbeeld van. Dergelijke middelen zijn heel specifiek voor één plaaginsect en laten niet-doelwitorganismen zoals bijen en hommels ongemoeid (Campbell & Choy 2005). Hoewel de eerste resultaten met dergelijke middelen hoopvol zijn, bevindt de techniek zich nog in de onderzoeksfase¹⁰. Overigens geldt voor RNAi-gebaseerde gewasbeschermingsmiddelen net als voor gewone gewasbeschermingsmiddelen dat plaagorganismen resistentie kunnen ontwikkelen. Bij een systeem gebaseerd op het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen zal de ontwikkeling van nieuwe gewasbeschermingsmiddelen daarom continu nodig blijven.

3.3.3 Ontwikkeling van resistente gewassen via nieuwe veredelings technieken

Resistente gewassen belangrijke pijler bij het voorkomen van ziekten en plagen

De meest toegepaste maatregelen om ziekten en plagen te voorkomen zijn het kiezen voor resistente gewassen en het controleren van zaai- en pootgoed op besmettingen (PBL 2019b). Ondanks de inzet van veredelaars is het aantal tarwerassen met resistentie tegen meerdere belangrijke ziekten de afgelopen jaren niet significant toegenomen (Leendertse et al. 2024a). Bij suikerbieten was het aantal rassen met 2 of meer resistenties zeer beperkt. Om de ontwikkeling van resistente gewassen te versnellen, zullen in een hoogtechnologisch landbouwsysteem veredelingsbedrijven

¹⁰ Zie dit [stuk in Nieuwe Oogst](#)

daarom naar verwachting inzetten op het gebruik van nieuwe veredelings technieken waaronder CRISPR-Cas. Het in januari 2024 door het Europees Parlement aangenomen voorstel om CRISPR-Cas niet langer onder de restrictieve wet op genetisch gemodificeerde organismen te laten vallen, zal dit stimuleren (Katsarova 2024). De toenemende afhankelijkheid van grote zaadveredelaars kan een keerzijde van de techniek zijn. Omdat het voor deze bedrijven niet aantrekkelijk is om meerdere varianten 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 resistentie management is juist een divers gewas van belang (Jaworski et al. 2023). In die zin is toe te juichen dat het voorstel het verbiedt om planten en zaden te patenteren die met genetische technieken zijn veredeld. Dit maakt het mogelijk voor boeren en kleine veredelaars om nieuwe varianten te ontwikkelen die toegesneden zijn op lokale omstandigheden.

3.3.4 Toepassing van kunstmestvervangers

Om een optimale opbrengst te krijgen, gebruiken akkerbouwers een combinatie van dierlijke mest en kunstmest om hun gewassen te bemesten. Dierlijke mest bevat organische stof die de bodem kan verrijken. Dit is wel afhankelijk van het type dierlijke mest (zie verder paragraaf 3.4). Nutriënten in dierlijke mest zijn echter niet volledig beschikbaar voor de plant: een deel moet eerst worden omgezet naar een voor de plant beschikbare minerale vorm (mineralisatie). Dit proces loopt echter niet altijd gelijk op met de behoefte van de plant. Het risico bestaat daardoor dat er op een gegeven moment teveel mineraal stikstof ontstaat dat uitspoelt naar het grond- en oppervlaktewater. Juist in akkerbouwgronden is dit risico groot omdat er niet altijd gewas op het land staat (paragraaf 2.7). Dit kan worden ondervangen door na de teelt van het hoofdgewas een vanggewas te telen. Dat gewas moet zich dan wel snel ontwikkelen (van Geel et al. 2023). Kunstmest bevat minerale meststoffen die direct beschikbaar zijn voor de plant. Mits op het juiste tijdstip en met de juiste hoeveelheid gebruikt, wordt de stikstof direct opgenomen en is het risico op uitspoeling kleiner.

De productie van kunstmest vergt veel energie en bij de toepassing ervan komt lachgas vrij. Menegat et al. (2022) schatten dat kunstmest verantwoordelijk is voor ruim 10 procent van de mondiale broeikasgasemissies uit de landbouw. Van deze emissies komt 40 procent vrij tijdens de productie en ongeveer 60 procent tijdens de toepassing. Door kunstmest te produceren met groene energie en nitrificatieremmers te gebruiken tijdens de toediening kunnen de emissies substantieel naar beneden. Beide technieken zijn inmiddels praktijkrijp, maar leiden wel tot meerkosten.

Renure vooral een oplossing voor de veehouderij

Een recente ontwikkeling is de kunstmestvervanger *renure* (*recovered nitrogen from manure*). *Renure* wordt gemaakt door dierlijke mest op te werken en heeft eigenschappen die sterk op kunstmest lijken. De Europese Commissie heeft daarom *renure* als kunstmestvervanger goedgekeurd. Dit betekent dat *renure* gebruikt mag worden bovenop de 170 kilogram per hectare aan dierlijke mest. *Renure* biedt daarom voor de veehouderijsector soelaas om het mestoverschot te verminderen. Bij de verwerking van drijfmest naar *renure* wordt overigens alleen de stikstof verwijderd en niet het fosfaat. Daardoor kan de fosfaatplaatsingsruimte er alsnog toe leiden dat mest moet worden afgevoerd en/of geëxporteerd. Voor de akkerbouw is toepassing van *renure* minder noodzakelijk, omdat ze niet vaak tegen stikstofgebruiksnormen oplopen. Toch zijn akkerbouwers “matig positief” over *renure*, zolang het past in de bedrijfsvoering¹¹. Zo is het belangrijk dat producten voldoende

¹¹ Zie dit [nieuwsbericht in Nieuwe Oogst](#)

geconcentreerd zijn: producten met veel water zoals mineralenconcentraten zijn lastig toe te dienen nadat het gewas is opgekomen. Voor de akkerbouwer is *renure* ook aantrekkelijk omdat de kosten lager zijn dan die van kunstmest. Dat *renure* goedkoper is dan kunstmest komt doordat veehouders betalen voor de verwerking van de mest. Het gebruik van *renure* in plaats van kunstmest zal overigens weinig effect hebben op de stikstofuitspoeling, tenzij akkerbouwers een deel van de dierlijke mest vervangen door *renure*. Voor veel akkerbouwers zal dit echter niet aantrekkelijk zijn: ze krijgen nu immers geld om dierlijke mest te accepteren (paragraaf 2.4) terwijl aan het gebruik van *renure* kosten verbonden zijn.

Renure levert op mondiale schaal geen kunstmestbesparing

Een belangrijk argument voor de Nederlandse inzet op *renure* is de mogelijke besparing op het gebruik van kunstmest. Op Nederlandse schaal klopt dit argument, maar op mondiale schaal ligt het anders. Dat komt doordat ongeveer twee derde van de stikstof uit de import van krachtvoer komt (figuur 2.19) en een derde deel uit kunstmest toegepast in Nederland. Omdat ook voor de productie van krachtvoer in het buitenland vooral kunstmest wordt gebruikt levert op mondiale schaal het gebruik van *renure* dus geen kunstmestbesparing op. Daarnaast kost de productie van *renure* zelf ook energie, behalve als bij de opwerking van mest ook vergisting wordt toegepast (de Vries 2024). Ten slotte komt bij de toepassing van *renure* – net als bij gewone kunstmest – lachgas vrij. Al met al lijkt de vervanging van kunstmest door *renure* de broeikasgasemissie amper af te nemen.

3.3.5 Irrigatie en verbeteren waterhuishouding

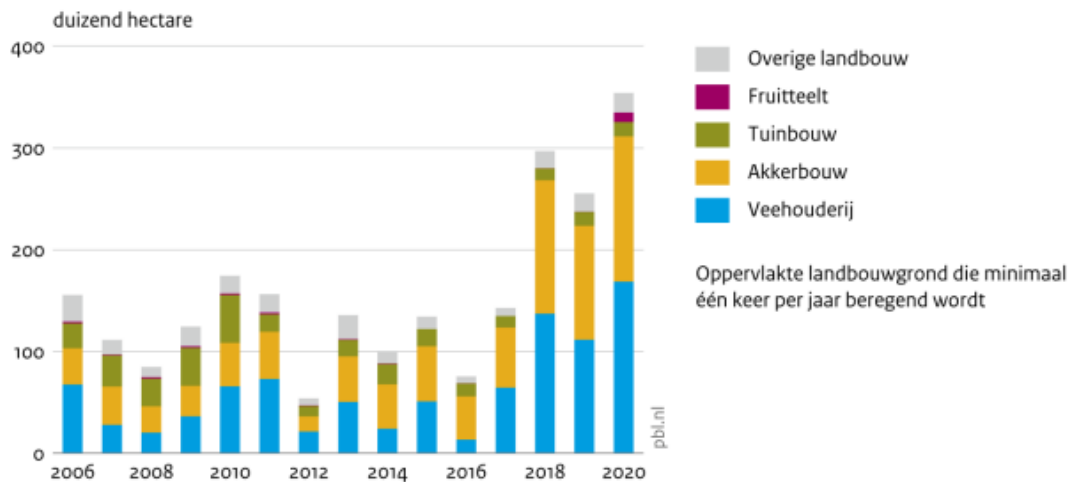
Beregening belangrijkste strategie om droogte te bestrijden

Beregening is momenteel de meest toegepaste maatregel om droogteschade te beperken. Beregening is in een groot aantal akkerbouwgebieden drastisch toegenomen. In Nederland kan op ongeveer 70 procent van het areaal worden beregend, daarbuiten is onvoldoende zoetwater beschikbaar. Beregening vindt in Nederland op grote schaal plaats bij de teelt van de meeste gewassen, in het bijzonder bij de boom- en fruitteelt, vollegrondstuinbouw, aardappelen en bij melkveebedrijven (grasland) op de hoge zandgronden. Vooral in de akkerbouw en veeteelt is het beregende areaal sterk toegenomen in de afgelopen droge jaren van 2018 en 2019 (zie figuur 3.2). Bij het besluit om te beregenen spelen naast het beperken van opbrengstverlies, graszodebehoud en bedrijfszekerheid, ook subjectieve aspecten mee zoals de aanblik van verdord gras, of het feit dat de buurman ook beregent (STOWA 1/3/2024). In Nederland wordt het merendeel (65 tot 85 procent) van het beregeningswater onttrokken uit het grondwater (Hoogeveen et al. 2003, Van der Meer 2020), de rest uit oppervlaktewater.

Grenzen aan beschikbaarheid beregeningswater

Er zijn grenzen aan adaptatie door beregening, met name vanwege de waterbeschikbaarheid. Door droogte en een tekort aan voldoende zoetwater zijn beregeningsverboden van kracht geweest in verschillende delen van Nederland, bijvoorbeeld in 2018. Zo wordt in het zuidoostelijke zand- en lössgebied sinds 2018 bijna elk jaar een beregeningsverbod ingesteld door de waterschappen, en ook regelmatig in de veenkoloniën en het zuidwestelijk akkerbouwgebied (Rabobank 2023). Zeeland is kwetsbaar, omdat er veel kapitaalintensieve gewassen worden geteeld onder toeneemende verzilting en met beperkte beschikbaarheid van zoetwater. Beregening in verziltingsgevoelige gebieden draagt daarnaast bij aan het risico op meer verzilting. Dit kan op de langere termijn leiden tot een lock-in, wanneer de zoutintrusie het beregenen van gewassen geheel onmogelijk maakt.

Figuur 3.2
Beregende oppervlakte landbouwgrond



Bron: Deltaprogramma signaalportaal 2023

Oppervlakte landbouwgrond dat minimaal één keer per jaar beregend wordt per 1000 hectare, voor vijf verschillende sectoren: veehouderij, tuinbouw, akkerbouw, fruitteelt en overige landbouw (periode 2006-2020)

Druppelirrigatie: alleen in hoog salderende gewassen

Beregening vindt in Nederland vooral plaats met de irrigatiehaspel. Dat systeem is relatief goedkoop, maar de efficiency is gering omdat er tijdens het beregenen veel water verdampt en verwaait. Druppelirrigatie, waarbij heel precies water kan worden gegeven aan de plant, heeft een veel hogere efficiency. Het systeem is echter duur en leent zich daarom vooral voor beregening van hoog salderende gewassen (van der Burgt & Verstand 2021). Ondanks de hoge efficiency, kan het waterverbruik in de praktijk hoger liggen dan bij de irrigatiehaspel (Walvoort & van Schooten 2021). Bij druppelirrigatie wordt het vochtgehalte namelijk steeds op een voor de plant optimaal niveau gehouden terwijl bij de irrigatiehaspel maar eens per twee weken wordt beregend. Dit leidt bij druppelirrigatie uiteindelijk tot een hogere opbrengst, maar ook tot een hogere watergift. Het systeem is dus per kilogram gewasopbrengst effectiever. Of bij grootschalige introductie van het systeem ook op regionale schaal water wordt bespaard hangt sterk van de inregeling van het systeem af. Droogteresistente gewassen die minder zoetwater nodig hebben voor een optimale groei kunnen dit effect wel bereiken. Op dit moment is droogteresistentie echter nauwelijks een selectie criterium bij de veredeling van gewassen. Het inkruisen van droogteresistentie vergt een lange adem.

Drainage van het perceel belangrijke strategie bij wateroverlast

Naast extreme droogte komt ook extreme regenval vaker voor (PBL 2024). Boeren kunnen op perceelsniveau actie ondernemen om natschade te voorkomen. Dat kan onder andere door het verbeteren van drainage of door het graven van geultjes naar de sloot. Boeren passen deze maatregel het vaakst toe (Verstand et al. 2021). Een belangrijk risico van deze strategie is dat de kans op verontreiniging van het oppervlaktewater met nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen toeneemt. Verschillende onderzoeken suggereren zelfs dat drainage en oppervlakkige afvoer de belangrijkste bronnen van belasting met oppervlaktewater zijn (Rozemeijer & van der Velde 2008; van der Salm et al. 2012; Tiktak et al. 2012). Het risico kan verminderd worden door het aanleggen van infiltratiegreppels. Dit zijn ondiepe greppels parallel aan de sloot die gevuld worden met een goed

doorlatend materiaal¹². Of deze greppels ook bij zware neerslag de oppervlakkige afvoer voldoende kunnen verminderen om te voldoen aan de normen van de Kaderrichtlijn Water is nog niet bekend. Ten slotte heeft de WUR onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om met de zogeheten ‘gatenboor’ ondergrondverdichting tegen te gaan. Ondergrondverdichting is in de akkerbouw een hardnekkig probleem dat ontstaat door het gebruik van zware machinerie bij met name natte weersomstandigheden. Met deze boor worden gaten door de storende laag geboord met als doel de drainage te verbeteren. De onderzoekers concludeerden dat de effecten gering zijn en dat voorkomen van ondergrondverdichting topprioriteit moet hebben (Norén et al. 2023). Tot de technologische oplossingen behoren onder andere vaste rijpaden¹³, lichtere machines en/of machines met een lagere banddruk.

3.3.6 Precisielandbouw

Precisielandbouw: hoopvol maar nog belemmeringen

In verschillende onderzoeksprojecten wordt ingezet op de verdere ontwikkeling van precisielandbouw¹⁴. Bij precisielandbouw wordt gericht bespoten of bemest, waardoor het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen kan worden verminderd. Internationaal onderzoek liet zien dat door precisiebemesting ongeveer 20 procent minder stikstof nodig is (Coman et al. 2020). Precisielandbouw leunt sterk op technologie, data en rekensystemen. Allereerst wordt met sensoren de bodem of het gewas in kaart gebracht. Rekensystemen of beslissystemen bepalen vervolgens of een behandeling nodig is. Specifieke of aangepaste machines voeren vervolgens die behandeling uit. De meeste praktijkervaring is tot nu toe opgedaan met onkruidbestrijding. Door gericht te spuiten - dus alleen daar waar dat nodig is - kan het gebruik van onkruidbestrijdingsmiddelen met driekwart verminderd worden (Kempenaar et al. 2019). Wat dit betekent voor het halen van de doelen voor waterkwaliteit en biodiversiteit vergt nader onderzoek. Ook voor de bestrijding van ziekten en plagen kan met precisietechnieken winst behaald worden. Dat kan bijvoorbeeld door gericht op het blad te spuiten en niet langer op het hele veld. Uit praktijkervaringen blijkt dat besparingen van 20 procent hierdoor mogelijk zijn. Vooralsnog staat de technologie om alleen de aangetaste delen van het perceel te behandelen in de kinderschoenen. Ziekten en plagen moeten namelijk vroegtijdig worden bestreden. Als ze door sensoren kunnen worden waargenomen, komt behandeling vaak al te laat (Kempenaar 2024).

Hoewel de technologische ontwikkelingen op het gebied van precisielandbouw snel gaan, is adoptie door telers nog gering. Dit heeft alles te maken met de aanloopkosten die met name voor kleinschalige boeren moeilijk op te brengen zijn (Karunathilake et al. 2023). Ook op de langere termijn lijken de besparingen (nog) niet op te wegen tegen de kosten. Zo zijn de besparingen op het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen lager dan de kosten voor de waarnemingen en voor nieuwe machines (Kempenaar 2024). Omdat de machines vaak ontworpen zijn voor één specifieke toepassing, vervangen ze niet de bestaande spuitmachine. Ook zijn telers huiverig voor een verdere afhankelijkheid van leveranciers, bijvoorbeeld doordat de data die nodig is voor precisietoepassingen in handen is van deze leveranciers en niet beschikbaar voor de teler zelf. Om deze belemmering weg te nemen is meer transparante omgang met data nodig (Kempenaar et al. 2020). Ten slotte

¹² Zie de [Toolbox Emissiebeperking](#)

¹³ Zie het [handboek bodem en bemesting](#)

¹⁴ Zie bijvoorbeeld de website van de [proeftuin precisielandbouw](#)

zijn er veranderingen in regelgeving nodig, bijvoorbeeld omdat in de toelating van gewasbeschermingsmiddelen altijd wordt uitgegaan van volveldsbepuitingen (Boheemen et al. 2021).

Verminderde stikstofplaatsingsruimte kan implementatie precisiebemesting versnellen

In november 2024 is de Meststoffenwet gewijzigd (Staatsblad 2024, 369). De wijziging van de Meststoffenwet is een direct gevolg van het Uitvoeringsbesluit (2022/2069, hierna: derogatiebeschikking) dat de Europese Commissie nam over de Nederlandse uitzonderingspositie op de Nitraatrichtlijn. De sinds 2006 geldende uitzondering voor Nederlandse boeren om meer dierlijke mest te mogen gebruiken dan 170 kilo per hectare komt in 2026 te vervallen. Ook moet Nederland – naast andere maatregelen zoals bemestingsvrije bufferzones rond waterlopen – zogeheten “met nutriënten verontreinigde gebieden” (NV-gebieden) aanwijzen. In deze NV-gebieden mogen boeren 20 procent minder stikstof gebruiken. De maatregelen in de Meststoffenwet brengen de nutriëntendoelen van de KRW aanzienlijk dichterbij (PBL 2025).

Voor akkerbouwers in de NV-gebieden heeft dit gevolgen. Allereerst mogen ze minder dierlijke mest gebruiken. Dit zouden ze normaalgesproken kunnen compenseren door aanvullend kunstmest te geven. Dat is in de nieuwe situatie minder mogelijk. De verwachting van adviseurs is dat daardoor de opbrengsten dalen¹⁵. Zij verwachten een afname van het eiwitgehalte van tarwe en van het onderwatergewicht van aardappelen (dit laatste is belang voor de bakkwaliteit van bijvoorbeeld frietaardappelen). Wel zijn er nieuwe aardappellrassen die beter om kunnen gaan met een verminderde stikstofgift. Deze rassen beschikken bovendien over meer resistenties tegen ziekten en plagen. Op dit moment is de beschikbaarheid van deze rassen echter nog onvoldoende. Om de opbrengsten zoveel mogelijk op peil te houden kunnen boeren de afgenomen stikstofruimte compenseren door preciezer te bemesten. In die zin kan de maatregel bijdragen aan de versnelde implementatie van precisiebemestingstechnieken. Daarnaast bieden groenbemesters perspectief (zie paragraaf 3.4.2).

3.3.7 Conclusie technologische maatregelen

Technologie moet deel uitmaken van een breder pakket maatregelen

Uit deze paragraaf komt naar voren dat technologische maatregelen substantieel kunnen bijdragen aan het oplossen van leefomgevingsopgaven. Driftreducerende maatregelen dragen bij aan het verminderen van de belasting van het oppervlaktewater. Precisielandbouw kan bijdragen aan het verminderen van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen, waardoor de uitspoeling van deze stoffen vermindert. Door *renure* te gebruiken in plaats van kunstmest kan het Nederlandse mestoverschot verminderen. Toch zijn veel oplossingen partieel: driftreducerende maatregelen verminderen de blootstelling van waterorganismen in het oppervlaktewater, maar voorkomen niet dat diersoorten op het boerenland worden blootgesteld. En het gebruik van *renure* leidt niet tot vermindering van het kunstmestgebruik wereldwijd. Technologische maatregelen zijn daarom vooral effectief als ze gecombineerd worden met natuurinclusieve maatregelen. In de volgende paragraaf bespreken we een breed scala aan dergelijke maatregelen.

¹⁵ Zie het artikel “[Beperking stikstof beïnvloedt bouwplan 2025](#)” in de Boerderij.

3.4 Natuurinclusieve maatregelen

In de natuurinclusieve variant maken boeren meer gebruik van natuurlijke processen en van biodiversiteit. Landbouw en natuur zijn in deze variant daarom meer verweven dan in de hoogtechnologische variant. Zoals beschreven in paragraaf 3.2 passen natuurinclusieve boeren verschillende maatregelen toe die in samenhang worden uitgevoerd. Natuurinclusieve boeren streven naast productie ook andere doelen na. De bedrijfsvoering is op natuurinclusieve bedrijven daarom meestal extensiever (PBL 2020b). Om te laten zien wat de potentie van natuurinclusieve maatregelen is, bespreken we in deze paragraaf een aantal voorbeelden, waarbij de kanttekening is dat we geen uitputtend overzicht geven:

1. Geïntegreerd gewasbeheer;
2. Verbeteren bodemkwaliteit;
3. Verruimen bouwplan;
4. Creëren van leefgebied;
5. Mengteelten en strokenteelten.

3.4.1 Geïntegreerd gewasbeheer

Natuurinclusieve boeren passen voor het beheersen van ziekten en plagen het principe van geïntegreerde plaagbestrijding consequent toe (geïntegreerde gewasbescherming is in het Engels *Integrated Pest Management* oftewel *IPM*)¹⁶. In het Nederlandse beleid is in 2019 de term geïntegreerd gewasbeheer geïntroduceerd als verbreding van het begrip geïntegreerde gewasbescherming (LNV 2019; Hengsdijk et al. 2023)¹⁷. ICM (geïntegreerd gewasbeheer of *Integrated Crop Management*) is voor het eerst beschreven door Bradley et al. (2002) en richt zich behalve op het beheersen van ziekten en plagen ook op andere risico's zoals het omgaan met droogte. De focus ligt bij zowel IPM als bij ICM op preventie. Robuuste gewassen en teeltsystemen vormen de basis van een ICM-systeem (LNV 2019; Hengsdijk et al. 2023; Luske et al. 2024). Rassen worden geselecteerd op droogtebestendigheid en op resistentie. 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. In plaats van drie gewassen teelt een boer dan bijvoorbeeld zes verschillende gewassen, waarbij ter bevordering van de bodemstructuur en bodemvruchtbaarheid meer rustgewassen worden opgenomen in het bouwplan. 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 dichtbij het gewas liggen, is hun effect op natuurlijke plaagbestrijders groter dan van verder van het gewas gelegen landschapselementen (Verschoor et al. 2019). Overigens kunnen naast de in deze paragraaf genoemde maatregelen ook de in paragraaf 3.3 besproken technologische maatregelen onderdeel uitmaken van geïntegreerd gewasbeheer.

Met geïntegreerde gewasbescherming kan het middelenverbruik omlaag ...

Zoals hiervoor genoemd, is het geïntegreerd bestrijden van ziekten en plagen een belangrijk onderdeel uit van geïntegreerd gewasbeheer. Uit verschillende studies is gebleken dat bij het consequent doorvoeren van de principes van geïntegreerde gewasbescherming, telers het gebruik van

¹⁶ Het toepassen van IPM is verplicht onder de Richtlijn duurzaam gebruik van pesticiden (Richtlijn 2009/128/EU).

¹⁷ In het Engels *Integrated Crop Management* oftewel ICM.

gewasbeschermingsmiddelen omlaag kunnen brengen zonder opbrengstverliezen. Deze vermindering hangt wel af van het gewas en de landbouwkundige situatie (Lamichhane et al. 2018). Een Franse studie op 950 boerenbedrijven liet een reductiepotentieel van ruim 40 procent zien. Dit was vooral het geval op bedrijven waar veel werd gespoten en minder op bedrijven waar al bewust met gewasbeschermingsmiddelen werd omgegaan (Lechenet et al. 2017). Een Nederlandse studie (Hees et al. 2016) liet zien dat bij het consequent toepassen van de principes van geïntegreerde gewasbescherming, het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen met de helft kon worden verminderd ten opzichte van bedrijven waar de principes niet consequent werden toegepast.

... maar dit potentieel wordt door gangbare telers nog niet volledig benut

Een belangrijke vraag is of telers nu al consequent gebruik maken van de principes geïntegreerde gewasbescherming. Om deze vraag te beantwoorden is in 2018 een enquête onder 624 telers gehouden (Leendertse et al. 2019; PBL 2019b). Dat waren voor het merendeel gangbare telers. Uit de enquête bleek dat bij de meeste telers de focus lag op chemische en technische maatregelen. Bij natuurinclusieve landbouw zou de focus vooral moeten liggen op preventieve maatregelen en monitoring van ziekten en plagen om te besluiten of ingrijpen nodig is. Als telers preventieve maatregelen namen, dan kozen ze vaker voor resistente gewassen en schoon uitgangsmateriaal dan voor teelttechnische maatregelen zoals het verbreden van het bouwplan of het aanleggen van akkerranden. Kosten en de mogelijkheid om de laatste categorie maatregelen in te passen in de bedrijfsvoering bleken belangrijke knelpunten (Thijssen et al. 2019). Dit voorbeeld laat zien dat er potentieel is om met bestaande geïntegreerde gewasbescherming het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen te verminderen, maar dat het potentieel nog volledig niet benut wordt. Hiervoor is volgens de Toekomstvisie gewasbescherming 2030 “een paradigmawijziging nodig” (LNV 2019). Of het invoeren van de Toekomstvisie gewasbescherming heeft geleid tot verandering in de adoptie van IPM is overigens niet bekend: de enquête is na 2018 niet herhaald.

3.4.2 Verbeteren bodemkwaliteit

Voor akkerbouwers is de bodem het belangrijkste kapitaal. Een gezonde bodem bevat voldoende organische stof. Organische stof is belangrijk voor het bodemleven en zorgt voor een goede bodemstructuur, betere beworteling en nalevering van nutriënten. Bodemorganismen zorgen ook voor het reguleren van ziekten en plagen en voor de afbraak van giftige stoffen zoals gewasbeschermingsmiddelen (EFSA PPR Panel 2017). Een goede bodemstructuur zorgt ook voor een betere waterhuishouding wat van belang is om bij droogte voldoende water beschikbaar te houden en bij langdurige neerslag het water snel genoeg te kunnen afvoeren.

Vaste mest positief voor opbouw voorraad organische stof ...

Door de intensieve bodembewerking is het organischestofgehalte in akkerbouwgronden in het algemeen laag (Reijneveld et al. 2009). Het op peil houden van het organischestofgehalte is voor akkerbouwers daarom een belangrijke uitdaging. De belangrijkste route om organische stof toe te voegen is momenteel bemesting via drijfmest (zie paragraaf 3.3.4). Drijfmest bevat echter relatief weinig effectieve organische stof (dat is organische stof die één jaar na toediening nog in de bodem aanwezig is). Deze mestsoorten dragen daarom weinig bij aan de opbouw van de voorraad organische stof. Daarvoor biedt vaste mest (ook wel ruige mest genoemd) en/of compost meer perspectief: vaste mest en composten bevatten namelijk gemiddeld twee keer zoveel effectieve organische stof als drijfmest (Luske et al. 2024). Van de vaste mest lijkt rundermest het meest effectief (Luske et al. 2024).

... maar de kosten en beschikbaarheid vormen een belangrijke belemmering

Op dit moment passen weinig boeren vaste mest of compost toe (Janmaat & Koopmans 2020). Dit wordt veroorzaakt door de geringe beschikbaarheid en de daarmee samenhangende hoge kosten. Daar komt bij dat door het mestoverschot de prijs voor drijfmest op dit moment negatief is (tabel 3.2). Bij compost is een aanvullend probleem dat het materiaal verontreinigd kan zijn met micro-organismen en/of zware metalen. Dat vergt een extra zuiveringsstap. Ook de sterk wisselende samenstelling kan een belemmering zijn (Janmaat & Koopmans 2020).

Tabel 3.2

Kosten van verschillende bemestingsstrategieën voor een gemiddeld akkerbouwbedrijf op klei

Mestsoort	Kosten organische mest (€ per hectare)	Kosten kunstmest (€ per hectare)	Totale kosten (€ per hectare)
Dunne varkensmest	-440	163	-277
Rundveedrijfmest	-200	156	-44
Potstalmest	475	197	672
GFT-compost	273	238	511

Bron: Janmaat & Koopmans (2020).

Gebruik vaste mest heeft geen eenduidige effecten op de nitraatuitspoeling

Zoals besproken in paragraaf 3.3 moet organische mest eerst worden omgezet in voor de plant beschikbare minerale vormen. Daarnaast kan bij toepassing van organische mestsoorten de fosfaatplaatsingsruimte beperkend worden (Bussink & Velthof 2022). Om beide redenen is vrijwel altijd een aanvullende bemesting nodig met kunstmest. Daarnaast kan stikstof worden toegevoegd door groenbemesters zoals vlinderbloemigen op te nemen in het bouwplan (paragraaf 3.4.3). Een risico bij langdurige toepassing van organische mest – waaronder vaste mest – is dat de in de organische stof vastgelegde stikstof blijft naleveren op een moment dat de plant er geen behoefte aan heeft. Dit verhoogt het risico op nitraatuitspoeling. De internationale literatuur laat echter niet eenduidig zien dat de nitraatuitspoeling bij toepassing van organische mest hoger is dan bij de toepassing van kunstmest (Bussink & Velthof 2022).

Niet-kerende grondbewerking: voor- en nadelen

Een oorzaak van de lage organischestofgehalten in akkerbouwgronden is de intensieve bodembewerking. Iedere keer dat er geploegd wordt, wordt namelijk de mineralisatie gestimuleerd. Met niet-kerende grondbewerking kan dit worden voorkomen (bij niet-kerende grondbewerking of minimale grondbewerking wordt de bodem niet geploegd maar slechts oppervlakkig behandeld). Niet-kerende grondbewerking heeft een positief effect op het bodemleven en op de waterbeschikbaarheid. Dit laatste is relevant bij langdurige droogte. Niet-kerende grondbewerking heeft ook nadelen. Zo is de onkruiddruk groter, waardoor boeren eerder geneigd zijn om het perceel met glyfosaat te behandelen. Het permanent bedekt houden van de bodem met groenbemesters kan dit voorkomen, maar het inwerken van die groenbemesters is juist in een systeem met niet kerende grondbewerking lastig. In tegenstelling tot wat verwacht werd lijkt niet-kerende grondbewerking niet te leiden tot een lagere nitraatuitspoeling (Li et al. 2023). De auteurs van deze mondiale meta-studie wijten dit aan de verbeterende doorlatendheid van de bodem waardoor nitraat gemakkelijker uitspoelt. Het is in systemen met niet-kerende grondbewerking daarom van belang niet teveel te irrigeren. Ten slotte lijkt in systemen met niet-kerende grondbewerking de gewasopbrengst iets lager te liggen, maar de verschillen zijn niet significant (Spiess et al. 2020; Li et al. 2023).

3.4.3 Verruimen bouwplan

Divers gewas vormt de basis voor een robuust teeltsysteem

Zoals boven beschreven is het verhogen van de ecologische variëteit een belangrijke voorwaarde voor het creëren van robuuste teeltsystemen. Dit begint bij een divers gewas met meer genetische variatie. Een divers gewas kan de risico's op het verspreiden van ziekten en plagen en doorbraak van resistenties verminderen (Mundt 2002; Tooker & Frank 2012). Ook komen in gewassen met meer diversiteit in het algemeen meer insecten voor, waaronder natuurlijke plaagbestrijders (Johnson et al. 2006; Johnson 2008; Bailey et al. 2009). Rassen die met klassieke veredelingsmethoden zijn verkregen vertonen altijd enige variatie (Kik et al. 2011). Boeren kunnen deze rassen bovendien gemakkelijk zelf vermeerderen waardoor op den duur rassen ontstaan die goed zijn aangepast aan de lokale omstandigheden, zogeheten landrassen (Luske et al. 2024). Variatie wordt in de gemechaniseerde landbouw echter vooral gezien als een belemmering, bijvoorbeeld omdat er verschillen zijn in hoogte van het gewas en het moment van afrijpen. Daarom zijn zaadveredelingsbedrijven rassen gaan produceren die qua eigenschappen zeer homogeen en hoogproductief zijn. Een keerzijde is dat deze gewassen niet door boeren kunnen worden vermeerderd, waardoor de afhankelijkheid van zaadveredelaars versterkt wordt. Ook de strikte Europese regelgeving rond de registratie van nieuwe rassen is hier debet aan (Louwaars 2018).

Een ruimer bouwplan kan de ziekte- en plaagdruk verminderen

Zoals besproken in paragraaf 2.2 worden in de meeste regio's gewassen in een één op vier rotatie verbouwd. Gewasrotatie is nodig om de bodem gezond te houden en om grondgebonden ziekten zoals aaltjes en bodeminsecten te beperken. Door meer gewassen op te nemen in het bouwplan kan de ziekte- en plaagdruk afnemen (van Dijk et al. 2012). Dit kan wanneer het gecombineerd wordt met andere maatregelen een bijdrage leveren aan het verminderen van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (Hengsdijk et al. 2023; Finger & Möhring 2024). De teelt van *Tagetes patula* (Afrikaantjes) kan de populatie worteltesieaaltjes zo ver reduceren, dat besmetting meerdere jaren zodanig laag blijft dat chemische bestrijding onnodig is. Door dit langdurige effect is het economische voordeel hoog genoeg om graanteelt in de rotatie te vervangen door een teelt van de groenbemester *Tagetes patula* (Sikora et al. 2022). Een hoger aandeel rustgewassen (granen, grassen en vlinderbloemigen) is bovendien goed voor de bodemstructuur, de bodemvruchtbaarheid en het waterbergend vermogen van de bodem. Een hoger aandeel rustgewassen kan ook de uitspoeling van stikstof verminderen. De volgorde van gewassen in een rotatie is hierbij van belang. Groenbesters zoals luzerne kunnen bijvoorbeeld de stikstofbehoefte van daarna geteelde intensieve gewassen verminderen (van Dijk et al. 2012; Luske et al. 2024). In verband met de toenemende droogte kan het opnemen van eiwitgewassen in het bouwplan aantrekkelijk zijn. Sommige eiwitgewassen zoals soja en sorghum zijn namelijk minder droogtegevoelig. Overigens is het voor sommige boeren inmiddels noodzaak om het bouwplan te verruimen. In de Veenkoloniën is bijvoorbeeld de ziektedruk door de intensieve teelt van zetmeelaardappelen zodanig opgelopen, dat de opbrengst omlaag gaat.

Toepassing van vanggewassen helpt de stikstofuitspoeling te verminderen

Het telen van een vanggewas (meestal een onbemeste groenbemester) draagt bij aan het verhogen van de stikstofbenutting. In de herfst komt stikstof uit de bodem doorgaans nog vrij via mineralisatie door de hoge bodemtemperaturen, terwijl het gewas mogelijk al van het land is. Een onbemest vanggewas kan dan de overgebleven stikstof opnemen (dat vervolgens na onderwerken weer vrijkomt voor een volggewas). Het tijdstip van onderwerken heeft hier een invloed: bij onderwerken in het voorjaar wordt ongeveer de helft van de in het vanggewas opgenomen stikstof benut, bij onderwerken in de herfst is dit 30 procent (Van Geel & Van Dijk 2012). Daarnaast is het zaaitijdstip van

invloed: hoe vroeger het vanggewas gezaaid wordt, hoe hoger de effectiviteit ervan. Daarom laten gewassen die laat in het seizoen geoogst worden zich slecht combineren met een vanggewas.

Bouwplanverruiming financieel nog niet aantrekkelijk genoeg

De belangrijkste belemmering voor boeren om hun bouwplan te verbreden is financieel: de intensieve gewassen leveren per hectare meer op dan rustgewassen (paragraaf 2.2). Door de teelt van rustgewassen kan de opbrengst van intensieve gewassen toenemen, maar deze toename compenseert meestal niet de geringere financiële opbrengst van rustgewassen. Het nieuwe GLB bevat wel een aantal ecoregelingen die de teelt van rustgewassen waaronder eiwitgewassen en vezelgewassen zou kunnen stimuleren¹⁸. Een integrale analyse naar de effecten van deze maatregelen op de inkomens van boeren is echter niet beschikbaar. Naast inkomen is ook de mogelijkheid om producten af te zetten een mogelijk knelpunt. In het huidige landbouwsysteem zijn afzetmarkten vaak regionaal georganiseerd, waarbij boeren vaste afzetkanalen hebben. Dit biedt zekerheid, maar verhoogt ook de drempel om andere gewassen te telen (PBL 2018).

Verschillende gewassen beschikbaar voor verbreden bouwplan

Er zijn verschillende gewassen beschikbaar waarmee het bouwplan verbreed zou kunnen worden; zie Luske et al. (2024) voor een overzicht. Globaal gaat het hierbij om granen, eiwitgewassen en vezelgewassen.

Bij de **granen** is er veel belangstelling voor het telen van baktarwe in plaats van voertarwe. Deze belangstelling is sinds het uitbreken van de Oekraïneoorlog versterkt. Technisch kan in Nederland baktarwe van goede kwaliteit worden geteeld, maar de prijs is ten opzichte van buitenlandse tarwe is een knelpunt. Dit komt mede doordat de risico's voor de teler vanwege het grillige weer groter zijn dan bij de teelt van voertarwe het geval is. Baktarwe moet namelijk een minimumgehalte aan eiwitten behalen en die mogelijkheid hangt samen met weersomstandigheden tijdens de teelt. Binnen een aantal lokale en regionale initiatieven werken boeren, molenaars en bakkerijen samen in korte ketens. Hierbij worden de risico's gedeeld en wordt een goede prijs voor het graan betaald. Binnen de PPS Nederlandse Baktarwe onderzoekt Wageningen Universiteit of en hoe de productie en afzet van Nederlandse baktarwe kan worden opgeschaald¹⁹. Naast baktarwe is er interesse voor de teelt van andere graansoorten zoals spelt en emmer. In kilogrammen levert spelt minder op dan tarwe, maar dat wordt ruimschoots goedge maakt door de prijs: een kilo spelt leverde in 2023 ongeveer 60 cent op, een kilo tarwe 18 cent. Emmer en spelt zijn vanwege de geringe stikstofbehoefte en de lage gevoeligheid voor ziekten en plagen heel geschikt voor akkers rond natuurgebieden (Luske et al. 2024).

Eiwitgewassen staan breed in de belangstelling vanwege de bijdrage die ze kunnen leveren aan de eiwittransitie (LNV 2020). Bovendien kunnen lokaal geteelde eiwitgewassen de import van soja verminderen waardoor kringlopen korter worden. Omdat de meeste eiwitgewassen bloeiende gewassen zijn, zijn ze aantrekkelijk voor vlinders, bijen en hommels en – indien er niet te vaak gemaaid wordt – ook voor sommige vogelsoorten. Eiwitgewassen binden stikstof uit de lucht en sommige kunnen ook fosfaat mobiliseren. Hierdoor is minder bemesting nodig voor het volggewas (van Dijk et al. 2012). Ten slotte zijn sommige eiwitgewassen zoals soja en sorghum relatief

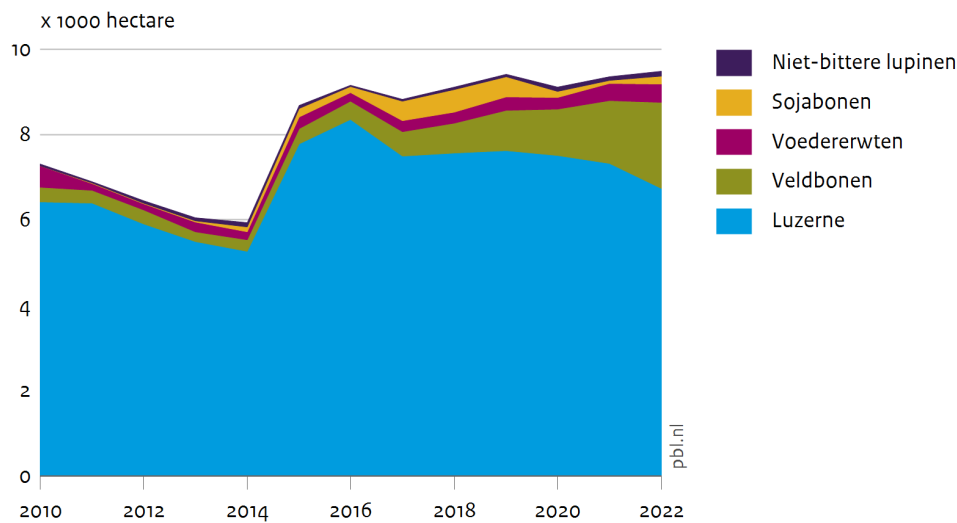
¹⁸ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/eco-regeling/eco-activiteiten/punten-waarde>

¹⁹ Zie de [PPS Nederlandse baktarwe](#)

droogtebestendig. Dit kan een voordeel zijn bij toenemende droge perioden.

De belangrijkste Nederlandse eiwitgewassen zijn luzerne en veldbonen (figuur 3.3). Deze gewassen worden vooral gebruikt voor veevoer, maar veldbonen zijn ook geschikt voor verwerking in vleesvervangers. Ook soja is geschikt voor de verwerking in vleesvervangers, maar het areaal is nog klein. Omdat eiwitgewassen gevoelig zijn voor ziekten en plagen vergt de teelt van deze gewassen meer van de teler dan het telen van granen (Luske et al. 2023). Op dit moment kunnen ze dan ook niet concurreren op prijs, waardoor de toename van het areaal waarop deze gewassen wordt geteeld stagneert. Of de bovengenoemde ecoregelingen hierin verandering kunnen brengen is nog niet bekend.

Figuur 3.3
Areaal eiwitrijke akkerbouwgewassen, 2010-2022



Bron: CBS

Vezelgewassen zoals hennep en vlas zijn geschikt als circulair isolatiemateriaal in de bouw. De ambitie is om in 2030 minstens 30 procent van de nieuwbouwwoningen met minimaal 30 procent bio-based materialen te realiseren (BZK et al. 2023). Daarvoor moet in 2030 het teeltoppervlak aan vezelgewassen toenemen tot circa 50.000 hectare. Dat betekent een forse toename ten opzichte van het huidige areaal: dat bedraagt ongeveer 4.000 hectare. Hennep en vlas zijn interessante rustgewassen: ze vergen weinig meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen, bieden schuilplaatsen voor akkervogels en zijn goed voor de bodemstructuur (Leendertse et al. 2020). Inmiddels brengt de teelt van vlas meer op dan de teelt van wintertarwe, voor hennep is dat nog niet het geval (Meeusen & van Ruiten 2024). De teelten zijn regionaal gebonden: vlasteelt vooral in Zeeland en hennep teelt vooral in de Veenkoloniën. Voor een deel heeft dit historische redenen: Vlas werd oorspronkelijk verbouwd als uitgangsmateriaal voor linnen en de Zeeuwen vonden in Vlaanderen een afzetmarkt daarvoor. Tegenwoordig is de nabijheid van verwerkers een belangrijke factor. Naast deze regionale gebondenheid blijft de vraagzijde een knelpunt voor verdere opschaling. Voor bouwbedrijven vergt de toepassing een andere werkwijze en bovendien zijn circulaire bouwstoffen nu nog duurder. Vergoedingen voor koolstofvastlegging en een bijmengverplichting zouden de toepassing moeten stimuleren (BZK et al. 2023). Overigens is ook stro van nu al geteelde granen (tarwe en gerst) geschikt als circulair bouw materiaal (Meeusen & van Ruiten 2024). Of dit kan concurreren op de nu al overspannen stromarkt voor veevoer is onduidelijk. Bovendien is het voor de vastlegging van organische stof in de bodem essentieel dat een deel van de gewasresten achterblijft op het land.

3.4.4 Creëren van leefgebied

Akkerranden, heggen en bosschages essentieel in natuurinclusieve landbouw

Akkerranden en andere landschapselementen zoals heggen en bosschages vormen een belangrijk onderdeel van de natuurinclusieve landbouw. Allereerst bieden ze leefgebied voor plaagbestrijders (Bianchi et al. 2006). Het aanleggen van akkerranden kan een effectieve maatregel zijn om de plaagdruk in het veld te verminderen (onder andere EFSA PPR Panel 2015). Voorwaarde is wel dat de akkerranden goed beheerd worden: bij onjuist beheer kunnen akkerranden leefgebied worden voor plaagorganismen, waardoor het effect tenietgedaan wordt (Luske et al. 2015; Tschardt et al. 2016; Karp et al. 2018). Met het inzetten van natuurlijke vijanden kan het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen worden verminderd zonder dat dit ten koste gaat van de opbrengsten (Vasileiadis et al. 2015; Vasileiadis 2017). Een recente studie (Klennert et al. 2024) liet zelfs een licht positief effect zien op boereninkomsten in de EU, hoewel de spreiding groot was. Naast plaagbestrijders kunnen bestuivers als bijen, hommels, vlinders en zweefvliegen leefgebied vinden in akkerranden (Scheper et al. 2015; de Win et al. 2015). Ten opzichte van verder weggelegen landschapselementen zijn akkerranden relatief effectief omdat ze dichtbij het gewas liggen (Blaauw & Isaacs 2014). Een nadeel is dat dichtbij het gewas de toxische druk door het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen relatief hoog is. Voor het functioneren van akkerranden moet daarom allereerst het gebruik van de meest toxische stoffen omlaag (EFSA PPR Panel 2015; Ziólkowska et al. 2022; Klennert et al. 2024).

Zonder subsidies geen akkerranden

Hoewel akkerranden een positief effect hebben op plaagbestrijding en bestuiving, zijn de directe opbrengsten voor individuele boeren vaak moeilijk in geld uit te drukken terwijl de kosten evident zijn (de Win et al. 2015). Boeren moeten kosten maken voor aanleg en onderhoud, maar de akkerranden kosten ook productieruimte. In het verleden bleken akkerranden te verdwijnen als subsidie maatregelen stopten (Verschoor et al. 2019). Mogelijk dat de ecoregelingen in het nieuwe GLB de aanleg van akkerranden nieuw leven inblaast, maar gegevens hierover zijn nog niet beschikbaar. Boeren kunnen de kosten terugbrengen door de akkerranden te combineren met de verplichte bufferzones in het zevende nitraatactieprogramma. De ecoregeling “kruidenrijke bufferstrook” mag namelijk worden gecombineerd met de toch al verplichte bufferstroken²⁰. Het aanleggen van akkerranden ten behoeve van natuurlijke plaagbestrijding is kennisintensief. Kennisdeling in collectieven is in het verleden daarom een belangrijke succesfactor geweest (Leendertse et al. 2019). Vanuit dit oogpunt biedt het Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer (ANLb) perspectief. Binnen het ANLb voeren collectieven van boeren het beheer uit. Dit biedt ook de mogelijkheid om binnen een gebied de randen op elkaar aan te sluiten, waardoor verbindingszones ontstaan. Daarnaast kunnen gemakkelijker afspraken gemaakt worden over het aanleggen van verschillende soorten akkerranden. Dit is nodig omdat verschillende organismen om verschillende soorten beheer vragen. Bovendien vragen veel insecten om een combinatie van overwinteringsplaatsen waar niet wordt gemaaid en bloemrijke akkerranden voor stuifmeel. Overigens kunnen de kosten voor akkerranden verlaagd worden door deze slim te combineren met de voor de nitraatrichtlijn verplichte bufferstroken.

²⁰ Zie voor een uitleg [de website van RVO](#)

3.4.5 Mengteelten en strokenteelten

Mengteelten hebben voordelen, maar zijn lastig inpasbaar in het huidige systeem

Ook binnen het perceel is het mogelijk om de gewasdiversiteit te verhogen. Dit kan door meerdere gewassen door elkaar te telen, zogenoemde mengteelten (in het Engels: *intercropping*). Cruciaal hierbij is dat er gewassen gekozen worden die een positieve invloed hebben op elkaar, bijvoorbeeld veldbonen in combinatie met tarwe. De bonen zorgen voor stikstofbinding, waardoor minder meststoffen nodig zijn (Jensen et al. 2020). Bovendien is het gemakkelijker om het voor baktarwe benodigde minimumgehalte aan eiwit van 12 procent te halen (de Buck 2023). Uit een metastudie van 226 veldexperimenten wereldwijd (Van der Werf et al. 2020; Li et al. 2023) blijkt dat mengteelten gemiddeld ongeveer 30 procent meer opbrengst halen dan je zou verwachten vanuit de optelsom van de twee gewassen afzonderlijk. Daardoor heb je bij mengteelten gemiddeld 20 procent minder land nodig voor dezelfde opbrengst dan bij monoculturen. Mengteelten kunnen ook een positief effect hebben op natuurlijke plaagbestrijders en bestuivers. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is in mengteelten vaak lager dan bij monoculturen (Huss et al. 2022). Mengteelten hebben ook nadelen: er zijn bijvoorbeeld andere machines nodig en het management vergt veel kennis (Jaworski et al. 2023). Ook andere aspecten van het landbouwsysteem staan een snelle adoptie in de weg. De huidige rassen zijn geoptimaliseerd voor teelt in monocultuur en de toelating van gewasbeschermingsmiddelen wordt gedaan voor afzonderlijke gewassen.

Strokenteelten: een breekijertje in de transitie naar een duurzame akkerbouw?

Wat betreft inpasbaarheid in het huidige landsbouwsysteem liggen strokenteelten tussen mengteelten en gangbare teelten. Wageningse onderzoekers noemen strokenteelten een “breekijertje in de transitie naar een duurzame landbouw”²¹. De reden is dat in strokenteelten de bewerking op eenzelfde wijze kan plaatsvinden als in gangbare teelten. Wel zijn kleinere machines nodig, omdat strokenteelten vooral effectief zijn bij een geringe strookbreedte (van Oort et al. 2020). Uit praktijkproeven in de Flevopolders blijkt dat een strookbreedte van zes meter een goed compromis is tussen het optimaal functioneren en praktische bewerkbaarheid (Hengsdijk et al. 2023). Net als bij mengteelten is de keuze van gewassen van belang voor het functioneren van het systeem. Zo kan de combinatie van peen en ui de natuurlijke plaagbestrijding stimuleren en kunnen eiwitgewassen worden toegepast om de nutriëntenbenutting van het gehele systeem te verbeteren. Er is veel kennis opgedaan met het functioneren van strokenteelten in biologische teelten. Welke gewascombinaties het beste passen in een gangbaar landbouwsysteem is onderwerp van onderzoek (van der Werf et al. 2020). 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). Het verminderen van de toxische druk door gewasbeschermingsmiddelen is een basisvoorwaarde voor het in stand houden van een gezonde populatie natuurlijke plaagbestrijders.

²¹ Zie hiervoor de [website van Akkerbouwbedrijf.nl](https://www.akkerveld.nl)

3.5 Bijdrage maatregelen aan maatschappelijke opgaven

In deze paragraaf bespreken we kwalitatief hoe de verschillende maatregelen bijdragen aan de in paragraaf 3.1 genoemde maatschappelijke opgaven.

Systemaanpak nodig voor oplossen nutriëntenprobleem

Door de hoge stikstof- en fosfaatoverschotten zijn er aanzienlijke verliezen naar het grond- en oppervlaktewater. Een belangrijke uitdaging voor de akker- en tuinbouwsector is om de emissies naar het grond- en oppervlaktewater te verminderen en om nutriënten efficiënt te gebruiken. Dit kan via technische maatregelen zoals rijenbemesting en precisiebemesting. Deze technieken hebben als voordeel dat bij dalende stikstofgebruiksnormen toch dezelfde opbrengsten gehaald kunnen worden. Naast technische maatregelen kunnen eiwitgewassen het gebruik van meststoffen verminderen en kan de teelt van vanggewassen de stikstofuitspoeling verminderen.

Wanneer er efficiënter wordt omgegaan met meststoffen in de akkerbouw kan het nationale mestoverschot toenemen. Door *renure* te gebruiken in plaats van kunstmest, kunnen akkerbouwers bijdragen aan het verminderen van dit overschot. Dit betekent echter niet dat hiermee de stikstofkringlopen gesloten worden. Dat is alleen mogelijk als de import van veevoer wordt geminimaliseerd. Dit vergt wel aanpassingen van internationale handelsverdragen en het EU-recht. Deze staan importbeperking vooralsnog namelijk niet toe (Silvis et al. 2021). Volgens berekeningen van Lessmann et al. (2024) resulteert het minimaliseren van de krachtvoerimport in een krimp van de veestapel van ongeveer 60 procent. De reden is dat het Nederlandse areaal cultuurgrond onvoldoende is om de huidige veestapel te voeden. Zij berekenden verder dat bij een dergelijke krimp er een tekort aan dierlijke mest op cultuurgrond ontstaat. Akkerbouwers moeten daarom ongeveer 20 procent meer kunstmest gebruiken om een gelijk productieniveau te handhaven (Lessmann et al. 2024). Deze toename weegt echter niet op tegen de afname van het kunstmestgebruik in het buitenland: momenteel is 65 procent van de “externe” stikstof afkomstig van geïmporteerd krachtvoer (figuur 2.21). Overigens is een belangrijke aanname bij de berekeningen dat akkerbouwers dezelfde gewassen blijven telen. Als ze meer stikstofbindende eiwitgewassen in het bouwplan opnemen, kan de kunstmestbehoefte afnemen. Bovendien vormen eiwitgewassen de basis voor plantaardige producten. Als consumenten meer plantaardige producten eten, neemt de vleesconsumptie af, waardoor voorkomen wordt dat de vleesproductie weglekt naar het buitenland. Dit alles geeft aan dat de oplossing van het nutriëntenvraagstuk alleen mogelijk is door rekening te houden met de samenhang tussen de veeteelt en de akkerbouw (Van Selm 2023).

Technologische én natuurinclusieve maatregelen nodig voor biodiversiteitsherstel

De biodiversiteit staat onder druk door het intensieve gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten, het intensieve bodemgebruik, verdroging en het eenzijdig geworden landschap. De biodiversiteit rond het perceel is gebaat bij technische maatregelen die de emissies naar de omgeving verminderen. Dit kunnen bestaande technieken zijn, maar ook nieuwe technieken zoals precisielandbouw. Emissiereducerende maatregelen zijn echter minder effectief voor plant- en diersoorten die deels afhankelijk zijn van het boerenland zelf. Daarvoor is het allereerst noodzakelijk dat de meest toxische gewasbeschermingsmiddelen worden uitgefaseerd. Daarnaast is spaarzaam gebruik van gewasbeschermingsmiddelen noodzakelijk om te voorkomen dat ziekten en plagen resistentie ontwikkelen. Dit kan bereikt worden via een breed scala aan preventieve en niet-chemische maatregelen. Resistente gewassen – al dan niet verkregen via nieuwe veredelings technieken zoals CRISPR-Cas – vormen hiervoor een belangrijke pijler.

Om de biodiversiteit op en rond het perceel structureel te verbeteren zijn naast technologische maatregelen ook natuurinclusieve maatregelen noodzakelijk. Een eerste basisvoorwaarde is om meer diversiteit in het landschap aan te brengen. Dat kan door het aanleggen van akkerranden, heggen en bosschages, maar ook door meer variëteit aan te brengen in de geteelde gewassen. Dit laatste kan door meer gewassen op te nemen in het bouwplan, maar ook door alternatieve teeltsystemen zoals mengteelten en strokenteelten. Voor het verbeteren van de bodemkwaliteit met bijbehorende ondergrondse biodiversiteit is het telen van voldoende rustgewassen van belang. Welke maatregelen effectief zijn, is soort- en gebiedsafhankelijk.

Klimaatadaptatie vergt op termijn fundamentele aanpassingen

Ook bij het omgaan met weersextremen geldt, dat technologische en natuurinclusieve maatregelen elkaar aanvullen. Beregening is voornamelijk de belangrijkste maatregel bij droogte. Op termijn is grootschalige beregening echter niet houdbaar: nu al ontstaat bij langdurige droogte waterschaarste en bovendien neemt in West-Nederland verzilting toe. Boeren kunnen water besparen door te investeren in druppelirrigatiesystemen, maar die investeringen lonen alleen bij gewassen met een hoog saldo. Bij wateroverlast is de meest gekozen technische oplossing het aanleggen van een drainagesysteem.

Klimaatadaptatie vergt op de lange termijn meer fundamentele aanpassingen. Om wateroverlast te beperken moet bodemverdichting zoveel mogelijk voorkomen worden. Dat kan door gebruik te maken van lichtere machines en/of vaste rijpaden. Daarnaast is een gezonde bodem met voldoende organische stof belangrijk. Organische stof zorgt voor een betere bodemstructuur, wat weer zorgt voor een betere waterhuishouding. Om het organischestofgehalte te verhogen kunnen akkerbouwers gebruik maken van vaste mest of compost, maar beide de kosten en beschikbaarheid vormen een belemmering. Ook niet-kerende grondbewerking en rustgewassen zijn positief voor de bodemkwaliteit. Ten slotte zijn nieuwe teeltsystemen zoals *agrobosbouw*, mengteelten en strokenteelten perspectiefvol. Door hoge en lage gewassen af te wisselen ontstaat een microklimaat waardoor gewassen minder gevoelig worden voor weersextremen. Een hogere gewasvariëteit zorgt ook voor risicospreiding, wat een boerenbedrijf financieel robuuster maakt.

Scenariostudies nodig om het effect van pakketten van maatregelen te beoordelen

Uit bovenstaande komt naar voren dat een combinatie van technologische innovatie en natuurinclusiviteit het meest perspectiefvol is. Ook blijkt dat er veel maatregelen beschikbaar zijn die kunnen bijdragen aan de drie maatschappelijke opgaven. Vaak is het redelijk goed mogelijk om de effecten van individuele maatregelen in te schatten. Omdat de maatregelen elkaar beïnvloeden, is het lastig om in te schatten wat het gecombineerde effect is van meerdere maatregelen, zeker als het gaat om de vraag in hoeverre internationale beleidsdoelen gehaald worden. Om die vraag te beantwoorden zijn scenariostudies essentieel. Op deze manier kunnen eventuele afruilen tussen maatregelen beter in kaart gebracht worden. Cruciaal daarbij is dat alle drukfactoren worden meegenomen en dat rekening wordt gehouden met sociaal-economische consequenties van maatregelpakketten.

Veel maatregelen bieden perspectief maar kosten vormen nog een belemmering

De keerzijde van vrijwel alle in deze paragraaf besproken maatregelen is de kostprijs. In het huidige landbouwsysteem krijgen boeren niet altijd de vergoeding die nodig is om de stap te maken naar een duurzamere landbouw te maken. Bovendien is verduurzamen niet altijd mogelijk. Boeren hebben soms geïnvesteerd in machines met een lange terugverdientijd. Ook is de grondprijs en de daarvan afgeleide pachtprijs vaak afgestemd op een intensief bouwplan. Dit maakt extensiveren

zonder steun lastig (Smit & Bekamp 2023). In het volgende hoofdstuk gaan we verder in op de condities die nodig zijn voor verandering.

4 Beleidsopties voor de transitie naar een duurzame akkerbouw

In dit hoofdstuk gaan we in op de mogelijkheden die overheden en private ketenpartijen hebben om verandering te stimuleren. In principe is hiervoor een breed scala aan instrumenten beschikbaar. Een klassieke indeling is de indeling in economische, regulerende en informerende instrumenten, ook wel de wortel, de stok en de preek genoemd (tabel 4.1; PBL 2020a). Het economisch instrument probeert het gedrag van de doelgroep (bijvoorbeeld akkerbouwers of consumenten) bij te sturen via financiële prikkels. Regulatieve instrumenten sturen gedrag via voorschriften wat wel en niet is toegestaan. Ten slotte gaan communicatieve instrumenten over het motiveren via informatie en kennisuitwisseling. De instrumenten variëren in de mate waarin ze dwingend of vrijwillig zijn. Communicatieve instrumenten zijn vrijwillige (“zachte”) instrumenten, maar kunnen op termijn krachtig zijn als de doelgroep zich het gewenste gedrag eigen maakt (Reijs et al. 2021). Andersom kunnen dwingende (“krachtige”) instrumenten minder effectief worden als ze niet begrepen worden of tot verzet bij de doelgroep leiden, met beperkte naleving tot gevolg. Daarom is in de praktijk altijd een mix van beleidsmaatregelen noodzakelijk (PBL 2020a).

Tabel 4.1
Typering van beleidsinstrumenten met indicatieve voorbeelden

Richting	Communicatief	Regulatief	Economisch
Restrictief	Voorlichting, overreding	Plichten, verboden	Belastingen, heffingen
Verruimend	Kennisuitwisseling	Rechten	Subsidies, fiscale faciliteiten

Bron: PBL (2020a)

Leeswijzer

In paragraaf 4.1 gaan we in op de mogelijkheden om via informatievoorziening verandering te stimuleren. In paragraaf 4.2 gaan we in op regelgeving en stimulering door de overheid. We bespreken regulering en economische instrumenten in samenhang omdat deze elkaar kunnen versterken. Het GLB vormt een belangrijk onderdeel van deze paragraaf omdat dit grote invloed heeft op het gedrag van akkerbouwers. Akkerbouwers werken immers grondgebonden en hebben via de hectaretoeslagen belang bij een goed functionerend GLB. Ten slotte gaat paragraaf 4.3 in op private keteninitiatieven om boeren te belonen voor bovenwettelijke prestaties. Hierbij gaan we ook in op de randvoorwaarden die overheden moeten scheppen om dergelijke initiatieven mogelijk te maken.

4.1 Informatievoorziening

Communiceer beleidsboodschappen in samenhang

Uit voorgaande paragraaf blijkt dat akkerbouwers ten opzichte van de hele groep relatief vaak de behoefte hebben aan bijscholing. Dit sluit aan bij een eerdere enquête over de verduurzaming van de gewasbeschermingspraktijk (PBL 2019b). Bijscholing is noodzakelijk omdat kennis zich snel ontwikkelt; er komen steeds nieuwe rassen, technieken maar ook andere plagen bij. Kennis van nieuwe technieken en teeltmethoden helpt boeren gemotiveerd te raken om hun bedrijfsvoering aan te passen (PBL 2019b; Bouma et al. 2020; Baayen et al. 2022). Bij deze informatievoorziening is

van belang dat duidelijk gemaakt wordt welk doel moet worden bereikt, waarom dat belangrijk is en welk gedrag daarom gevraagd wordt (Baayen et al. 2022). Naast kennis over de te behalen doelen is ook kennis over wet- en regelgeving van belang. Dit kan bijdragen aan een betere naleving van regels, maar kan ook bijdragen aan de perceptie van de rechtvaardigheid van regels (Eriksen & Fallan 1996). Heldere communicatie is zeker nodig waar het gaat om complexe regelgeving, die vaak ontstaat doordat de verschillende doelen vanuit hun eigen beleidsdossier worden aangevlogen. In dat geval is het noodzakelijk om boodschappen vanuit verschillende beleidsdossiers (landbouw, water, klimaat en biodiversiteit) zoveel mogelijk in samenhang te adresseren (Rli 2021).

Stimuleer onafhankelijk advies

Boeren gebruiken verschillende informatiebronnen bij keuzes over verduurzaming van hun bedrijfsvoering. Adviseurs, studiegroepen en gesprekken met collega's spelen hierbij een sleutelrol (Leendertse et al. 2019; Bos et al. 2023a). Websites van de Rijksoverheid en andere online communicatiemiddelen zoals online fora lijken een minder grote rol te spelen, hoewel specifieke groepen als jonge hoogopgeleide boeren juist via die media bereikt worden (Sok et al. 2024). De rol van adviseurs behoeft speciale aandacht. Boeren geven aan meer vertrouwen te hebben in onafhankelijke adviseurs dan in toeleverende bedrijven (Bos et al. 2023a). Onafhankelijke adviseurs hebben echter een concurrentienadeel ten opzichte van adviseurs van toeleverende bedrijven. Dat komt doordat het advies van deze bedrijven – bijvoorbeeld die van gewasbeschermingsmiddelen – verwerkt zit in de prijs van het product (Pedersen et al. 2019; Wuepper et al. 2021). De overheid zou de positie van onafhankelijke adviseurs kunnen versterken door te verplichten dat de kosten van het advies en voor het product apart in rekening worden gebracht (PBL 2019b)²². Nieuw is de mogelijkheid om via het ELFPO (het Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling; ook wel bekend als de tweede pijler van het GLB) zogeheten kennisvouchers op te vragen. Met zo'n voucher ter waarde van 800 euro kunnen boeren één keer per jaar een korte cursus volgen over duurzame landbouwpraktijken. Op dit moment is het effect van deze maatregel nog niet bekend. Een laatste methode om boeren te bereiken is door advies over verduurzaming te koppelen aan de verplichte opfriscursus voor de spuitlicentie (Thijssen et al. 2019).

Sluit aan op de praktijk

Naast adviseurs zijn persoonlijke gesprekken en studiegroepen belangrijke bronnen van informatie. Deze bronnen sluiten het best aan bij de manier waarop veel boeren leren, namelijk door te kijken naar welke maatregelen en managementtechnieken hun collega's gebruiken en met welk resultaat zij dit doen (de Krom en Prins 2019). De overheid kan studiegroepen financieel en logistiek ondersteunen; het ELFPO biedt daarvoor mogelijkheden (Baayen et al. 2022). Dat groepsgewijze kennisuitwisseling daadwerkelijk tot resultaten kan leiden blijkt onder andere uit programma's gericht op het verminderen van de emissies van gewasbeschermingsmiddelen, zoals Schoon Water voor Brabant. Boeren die meededen wisten de emissies van gewasbeschermingsmiddelen te verminderen ten opzichte van het landelijk gemiddelde (Hoogendoorn et al. 2018; Leendertse et al. 2024b). Projecten gericht op emissies uit kassen in Delfland lieten soortgelijke resultaten zien (Delfland 2018). Een deel van het succes van dergelijke projecten is te verklaren doordat de werkwijze meestal goed inpasbaar is in de huidige bedrijfsvoering. Voor veel boeren is innovatie daarom het meest aantrekkelijke ontwikkelingsperspectief (paragraaf 2.8). Een risico is dat doelen voor bijvoorbeeld

²² Voormalig Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit Adema heeft in een [brief aan de Tweede Kamer](#) aangegeven dit advies over te willen nemen.

biodiversiteit buiten bereik blijven, omdat de benodigde extensivering die daarvoor nodig is geen onderdeel uitmaakt van dergelijke projecten.

Denk na over de opschaalbaarheid van pilots en “living labs”

Om meer doelen tegelijkertijd te kunnen halen, stimuleert de overheid ook pilotprojecten en zogeheten “living labs”. In deze projecten kunnen boeren samen met andere belanghebbenden in de keten experimenteren met geheel andere werkwijzen, zoals natuurinclusieve landbouw. Dergelijke projecten zijn belangrijk om praktijkervaring op te doen, maar ze zijn tot dusverre versnipperd en kleinschalig. Het verdient daarom aanbeveling om al bij de start van dergelijke projecten te onderzoeken op welke wijze opschaling kan plaatsvinden (van den Broek et al. 2020; Remkes 2022). Zo moet duidelijk zijn wie verantwoordelijk is voor de opschaling en hoe de nieuwe werkwijze institutioneel verankerd kan worden (Sanders et al. 2023). Op de korte termijn kunnen omschakelsubsidies behulpzaam zijn, maar op de langere termijn moet elke nieuwe manier van werken voor boeren winstgevend zijn (Walther et al. 2024). Dit laatste ontbreekt nog veelal. Succesverhalen kenschetsen zich door een integrale aanpak (tekstkader 4.1). Om hieraan tegemoet te komen, dus om de marktstructuur zodanig aan te passen dat duurzame productie rendabeler wordt dan vervuillende, is het nodig de kosten door te berekenen in de prijs en om vergoedingen voor geleverde ecosysteemdiensten te geven (Sanders et al. 2023). De overheid heeft een rol bij het vaststellen van het ambitieniveau en het organiseren van de vereiste voorwaarden voor het bereiken daarvan. Regulering is daarvan een belangrijk onderdeel: ervaringen hebben geleerd dat zonder regulering milieu- en natuurdoelen niet gehaald worden (Mauerhofer et al. 2013).

4.1 Tarwe: van veevoer naar baktarwe

Vrijwel alle baktarwe komt uit het buitenland (hoofdstuk 2). Tegelijkertijd verdienen boeren weinig aan de tarweteelt en wordt het vooral gezien als rustgewas. Het Nederlandse bedrijf Royal Koopmans wilde hier verandering in brengen²³. Met steun van de overheid en ketenpartijen heeft het bedrijf jarenlang gewerkt aan de ontwikkeling van baktarwe van Nederlandse oorsprong. Dat begon met het zoeken naar voor het Nederlandse klimaat geschikte rassen. Inmiddels is 70 procent van de tarwe die Koopmans verwerkt afkomstig van Nederlandse bodem. Boeren kunnen daarnaast een extra premie krijgen als ze voldoen aan bovenwettelijke eisen op het gebied van milieu en biodiversiteit. Koopmans verkoopt dit onder de naam Nedertarwe. Ongeveer 10 procent van het totale volume tarwe dat het bedrijf verwerkt is Nedertarwe. Het succes zit in de brede aanpak. Er is een bedrijf dat de kar trekt en iedereen in de keten (van boer via molenaar tot bakker) is betrokken. Daarnaast is er een brede campagne, waarbij de kwaliteit en het lokale karakter benadrukt wordt (“we verkopen een verhaal”). Dit inspelen op emotie blijkt een effectieve marketing strategie te zijn (zie ook paragraaf 4.4).

4.2 Regelgeving en stimulering door de overheid

Regelgeving is een belangrijke randvoorwaarde voor verandering en is belangrijk als stok achter de deur om ook achterblijvers mee te krijgen (Runhaar et al. 2016). In deze paragraaf bespreken we regelgeving door de overheid. Naast regelgeving kan de overheid ook economische prikkels gebruiken om verduurzaming te ondersteunen. Omdat deze instrumenten elkaar kunnen versterken,

²³ <https://www.royalkoopmans.com/meel/bijzonder-bakken/wat-is-nedertarwe>

bespreken we deze in samenhang. Naast overheden kunnen ook private partijen sturen, bijvoorbeeld via al dan niet verplichte duurzaamheidslabels (Runhaar et al. 2016). In paragraaf 4.3 gaan we in op private keteninitiatieven.

“Groene architectuur” van het nieuwe GLB moet boeren stimuleren te verduurzamen...

Zoals beschreven in paragraaf 2.4 dragen de toeslagen van het GLB voor ongeveer 25 procent bij aan het gemiddelde inkomen van akkerbouwers. Om voor deze inkomstenstoelagen en voor vergoedingen uit het ANLB in aanmerking te komen moeten boeren voldoen aan eisen op het gebied van milieu, gezondheid en dierenwelzijn (figuur 4.1). Deze voorwaarden worden ook wel conditionaliteiten genoemd. De conditionaliteiten kunnen worden onderverdeeld in twee categorieën: de uit Europese en nationale regelgeving voortvloeiende beheerseisen²⁴ en de goede landbouw- en milieucondities (GLMC’s). Omdat het hier gaat om wettelijke vereisten, krijgen boeren geen vergoeding voor het voldoen aan de conditionaliteiten. Boeren die meer maatregelen nemen dan wettelijk vereist is, komen via de ecoregelingen in aanmerking voor aanvullende vergoedingen. Materieel belooft de ecoregeling dus vrijwillig uitgevoerde duurzaamheidsdiensten, maar juridisch gaat het nog altijd om rechtstreekse inkomenssteun, wat in essentie neerkomt op een bijzonder geval van conditionaliteiten (Baayen et al. 2022). Volgens de Europese Commissie zouden de aangescherpte conditionaliteiten in combinatie met de nieuwe ecoregelingen een belangrijke bijdrage moeten leveren aan de “vergroening van de landbouw” (EC 2021).

Figuur 4.1
Pijlers van het gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB) 2024



Bron: Europese Rekenkamer

...maar recente wijzigingen maken het halen van de doelen van de Green Deal onzeker

Een nadeel van de huidige conditionaliteiten en ecoregelingen is dat deze gericht zijn op bepaalde activiteiten en minder op de doelen die bereikt moeten worden. De Europese rekenkamer constateerde dat niet altijd duidelijk is hoe de conditionaliteiten en ecoregelingen bijdragen aan Europese doelen (ERK 2024b). Bovendien constateerden zij weinig continuïteit in de regelgeving. Zo zijn de conditionaliteiten eerst aangescherpt, maar later onder druk van protesten van boeren weer

²⁴ Hierbij gaat het onder andere om eisen die voortvloeien uit de Nitraatrichtlijn, regelgeving voor gewasbescherming en de Kaderrichtlijn Water. Hierbij past de kanttekening dat *alle* boeren moeten voldoen aan de beheerseisen, dus ook boeren die niet meedoen aan de ecoregeling en/of het ANLB.

afgezwakt (ERK 2024b). Een voor de biodiversiteit belangrijke GLMC is de eis om minimaal 4 procent van het landbouwareaal te bestemmen voor “niet-productieve elementen” zoals akkerranden, heggen en bosschages²⁵. Deze eis vervalt per 1 januari 2025. Daarnaast wordt de eis om aan gewasdiversificatie te doen afgezwakt (ERK 2024b). Volgens de Europese Commissie is een belangrijke reden voor deze afzwakkingen dat het voor meer landbouwers mogelijk wordt om aan de condities te voldoen (EC 2024). Verder constateerde de Europese Rekenkamer dat niet-naleving onder het GLB hooguit leidt tot een (veelal marginale) korting op de steun en de kans op zo’n korting is miniem (ERK 2024b). Het stimuleren van akkerranden, heggen en bosschages moet vanaf 1 januari worden bereikt via de ecoregelingen. Ervaringen uit het verleden laten echter zien dat als er keuze bestaat, boeren eerder geneigd zijn om te kiezen voor productieve diensten, dan voor “niet-productieve” diensten (Guyomard et al. 2023). Het gevaar bestaat dat daardoor de beoogde 4 procent “niet-productief” land niet gehaald wordt, laat staan de in de Green Deal genoemde 10 procent aan niet-productief land (ERK 2024b). De vraag dringt zich dan ook op of het GLB voldoende bijdraagt aan de ambities van de Green Deal (ERK 2024b).

Uitbreiden ANLb biedt kansen voor agrarische biodiversiteit in akkerbouwgebieden

Naast de rechtstreekse betalingen uit de eerste pijler biedt het GLB ruimte voor beloning door de staat voor klimaat-, milieu- en natuurmaatregelen (figuur 4.3). In het nieuwe GLB moet minimaal 35 procent van het Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling (ELFPO) aan dergelijke maatregelen besteed worden. Nederland heeft dit ingevuld via het ANLb. Desgewenst kan de nationale overheid eigen middelen toevoegen. Voorwaarde is wel dat deze zijn opgenomen in het Nationaal Strategisch Plan en dat dit plan is goedgekeurd door de Europese Commissie (Baayen et al. 2022). Het kabinet-Schoof wil gebruik maken van deze mogelijkheid door structureel 500 miljoen euro per jaar bij te dragen aan betere verdienmodellen voor de boer. Dit is een forse impuls ten opzichte van de huidige 120 miljoen euro per jaar. Onduidelijk is nog waar dit budget exact aan besteed zou moeten worden. Als dit besteed zou worden aan de opschaling van het ANLb, dan zou dit een positief effect kunnen hebben op de natuurkwaliteit. Voorwaarde is dat een deel van het budget wordt gereserveerd voor agrarische natuur met een permanent karakter zoals landschapselementen (PBL 2023a). Voor de akkerbouwgebieden biedt uitbreiding van middelen een kans voor het vergroten van de groen-blauwe dooradering van het agrarisch gebied. Landschapselementen leveren een bijdrage aan de landbouw in de vorm van bijvoorbeeld natuurlijke plaagbestrijding en bestuiving, zijn van grote waarde voor biodiversiteit in het landelijk gebied en versterken en houden de landschappelijke waarden van het Nederlandse cultuurlandschap in stand. Om maximaal effect te scoren voor agrarische biodiversiteit moet dit wel hand-in-hand gaan met maatregelen die de milieubelasting door gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten verminderen (paragraaf 3.4).

Continuïteit van regelgeving belangrijke randvoorwaarde

Boeren benoemden in de enquête vaak dat veranderlijke regelgeving een belemmering vormt om te verduurzamen (paragraaf 4.1). Dit is met name het geval als boeren investeren in nieuwe technieken of teelten, die pas na een aantal jaren terugverdiend kunnen worden. Zo meldde een akkerbouwer na het verlagen van vergoedingen voor het telen van stikstofbindende eiwitgewassen: “Ik heb de bonenteelt opgepakt, investeringen gedaan, leergeld betaald en nu wordt de vergoeding met driekwart teruggedraaid. Was ik er maar niet aan begonnen.”²⁶ Dit voorbeeld pleit voor meer

²⁵ Het streefdoel in de Europese Green Deal is 10 procent niet-productief land.

²⁶ De verlaging is uitgesteld tot 2026, maar nog niet van de baan ([Wiersma draait verlaging eco-premie stikstofhoudende gewassen terug - Boerderij](#)).

continuïteit in toegezegde vergoedingen, die het ook mogelijk maakt dat boeren hun investeringen terug kunnen verdienen. Een randvoorwaarde hiervoor is een langetermijnvisie op de met de eco-regelingen te behalen doelen (zie ook ERK 2024b). Wat betreft het ANLb biedt het Hoofdlijnenakkoord van het kabinet-Schoof met het *structureel* maken van gelden meer mogelijkheden voor het afsluiten van langjarige contracten. Langere contracten (12 of 18 jaar in plaats van de huidige 6 jaar), bieden ook kans op een grotere ecologische effectiviteit (Bouma et al. 2020; Tyllianakis & Martin-Ortega 2021; Boonstra et al. 2021).

Van middelsturing naar doelsturing?

Zoals hiervoor al genoemd zijn de vergoedingen via het GLB gericht op bepaalde activiteiten en minder op de doelen die bereikt moeten worden. Het idee hierachter is dat “boeren altijd hun geld moeten krijgen als zij inspanningen leveren” (Baayen et al. 2022). De *Taskforce verdienen vermogen kringlooplandbouw* (Maij et al. 2019) constateerde dat het sturen op activiteiten (“middelsturing”) ertoe leidt dat ondernemers minder in staat zijn om te experimenteren met nieuwe methoden. Zij stelden daarom een systeem voor waarbij meer gestuurd wordt op het halen van doelen, maar stelden ook dat “voordat dit kan worden toegestaan, het noodzakelijk is dat enige afstand wordt gecreëerd van de ecologische grenzen” (met andere woorden: eerst moeten natuur- en biodiversiteitsdoelen dichterbij gebracht worden). Inmiddels heeft het Kabinet-Schoof “doelsturing” tot speerpunt van het landbouwbeleid gemaakt (PVV et al. 2024).

Doelsturing vergt integrale visie op alle doelen

Het invoeren van doelsturing vergt allereerst een langetermijnvisie op de te halen doelen (PBL 2023a). Die algemene doelen moeten vervolgens worden vertaald in doelen die gelden op bedrijfsniveau (dit worden ook wel kritische prestatie indicatoren oftewel kpi’s genoemd). Van Doorn et al. (2021) stelden een lijst met voor de akkerbouw relevante kpi’s op (tabel 4.2). De kpi’s dekken alle uitdagingen die benoemd zijn in paragraaf 3.1. Omdat op het boerenerf verschillende uitdagingen samenkomen is het van belang om te sturen op *alle* kpi’s en niet op een deel daarvan, bijvoorbeeld alleen op landbouwemissies. Alleen door tegelijkertijd te sturen op alle kpi’s wordt verbetering op alle achterliggende doelen (emissies, biodiversiteit en klimaatadaptatie) gewaarborgd. Bovendien kan een verbeterde score op één kpi negatief uitpakken op de score van een andere kpi. Door met een integrale set van kpi’s te werken wordt negatieve afwenteling voorkomen. Hiervoor moeten wel de effecten van verschillende maatregelen in kaart gebracht worden: deze zijn namelijk afhankelijk van lokale omstandigheden (Reijs 2024).

Tabel 4.2

Advieslijst kritische prestatie indicatoren voor de Biodiversiteitsmonitor akkerbouw

Nummer	Kritische prestatie indicator (kpi)
1	Stikstofoverschot op bedrijfsniveau
2	Milieubelasting gewasbeschermingsmiddelen
3	Percentage rustgewassen in de rotatie
4	Organischestofbalans
5	Gewasdiversiteit
6	Percentage bodembedekking
7	Percentage natuur- en landschapsbeheer
8	Carbon footprint

Bron: Ambrosius et al. (2023)

Opvallend is dat de kpi's vooral gaan over de *condities* om biodiversiteit te bevorderen en niet over het daadwerkelijk voorkomen van plant- en diersoorten. Dit is gedaan omdat het daadwerkelijk voorkomen van plant- en diersoorten op bedrijfsniveau lastig te meten is (van Doorn et al. 2021). Bovendien is het voorkomen van plant- en diersoorten ook afhankelijk van prestaties van omringende boeren terwijl kpi's moeten gaan over prestaties van individuele boeren.

Snelle omslag naar een systeem van doelsturing niet denkbaar

Eerdere studies (PBL 2023b; Boezeman 2024) temperen de verwachtingen van een snelle omslag naar (volledige) doelsturing, zeker als deze ook 'afrekenbaar' moeten zijn. Allereerst moeten op bedrijfsniveau streefwaarden worden toegekend aan de in tabel 3.3 genoemde kpi's. Dit is een enorme klus, waarbij eerst een rekenmethodiek moet worden opgesteld en vervolgens op landelijk en regionaal niveau veel informatie over de huidige praktijken moet worden opgehaald (zie onder andere Van Doorn et al. 2023). Bovendien zit de uiteindelijke doelbepaling vol met politieke keuzes over aanvaardbaarheid, rechtvaardigheid en proportionaliteit (PBL 2023b). Daarnaast vergt implementatie aanpassingen van Europese verordeningen en richtlijnen. In een systeem van doelsturing gaat het in tegenstelling tot de systematiek in het GLB om vergoedingen voor geboekte resultaten, niet om geleverde diensten. Aanpassing van het GLB is vooralsnog niet aan de orde. Ook voor regelgeving rond emissies van gewasbeschermingsmiddelen en stikstof zal toepassing van deze benadering op bezwaren stuiten, of in ieder geval niet leiden tot de gewenste vereenvoudiging en flexibilisering (Vellinga & de Haan 2022). Daarnaast zijn er hoge uitvoeringskosten: als doelen 'afrekenbaar' zijn stelt dat strikte eisen aan de fout- en fraudegevoeligheid van die systemen. Dit maakt dat sturen op kpi's op korte termijn eerder een grondslag kan zijn voor beloningen voor bovenwettelijke prestaties of ecosysteemdiensten. Hierbij past wel de kanttekening dat interactie met de ecoregelingen bewaakt moet worden. Het Europese recht stelt namelijk voorwaarden aan de combinatie van private en publieke financiering voor dezelfde dienst (Baayen et al. 2022). In de volgende paragraaf gaan we verder in op private initiatieven om bovenwettelijke prestaties te belonen.

4.3 Private duurzaamheidsinitiatieven

Keuzes die gemaakt worden in het stelsel om de boer heen, in de bestuurskamers van banken en ketenpartijen, zijn in hoge mate bepalend voor de verduurzaming van de landbouw (PBL 2019ab; PBL 2023b). In deze paragraaf gaan we in op de mogelijkheden die private partijen hebben om bij te dragen aan de verduurzaming van de landbouw. Private initiatieven hebben alleen een kans van slagen als de overheid daarvoor de randvoorwaarden biedt. Allereerst is een langetermijnvisie op de rol van ketenpartijen in het voedselsysteem nodig. Daarnaast kan de overheid regulering aanpassen om ruimte te bieden voor private initiatieven. Verder kan de overheid private initiatieven ondersteunen, bijvoorbeeld door algemeenverbindendverklaringen van duurzaamheidsstandaarden of via subsidies voor bijvoorbeeld de opzet van nieuwe plantaardige ketens. Private initiatieven zijn met andere woorden vooral succesvol in samenwerking met overheden.

Overheidsvisie op duurzame ketens noodzakelijk

Een belangrijke randvoorwaarde voor het slagen van private initiatieven is een duidelijke overheidsvisie op duurzame voedselketens (de Krom & Prins 2019). Zo'n visie biedt bedrijven duidelijkheid over de bereiken duurzaamheidsdoelen en kan leiden tot een zekerder investeringsklimaat (de Krom & Prins 2019). Ook kunnen keteninitiatieven worden getoetst aan de hand van die duidelijke visie en kan worden afgewogen welke initiatieven het verdienen om door overheden te worden ondersteund en gefaciliteerd. Met een visie in de hand kunnen bedrijven in de keten hun

bovenwettelijke initiatieven richten op wat de overheid als belangrijke publieke vraagstukken ziet. Bij gebrek aan overheidsvisie zal de afweging tussen verschillende waarden, belangen en duurzaamheidsthema's telkens aan private actoren worden overgelaten. De kans is dan groot dat de uitkomsten van deze afweging niet altijd stroken met beleidsdoelen.

Private financiering wenselijk vanuit het oogpunt van het principe “de vervuiler betaalt”

Een belangrijke belemmering voor verdere verduurzaming van de bedrijfsvoering van boeren is de geringe bereidheid van de consument om een meerprijs te betalen voor duurzame producten (paragraaf 2.8). Hogere prijzen kunnen worden gerealiseerd door middel van duurzaamheidsafspraken in de keten. Daarmee kunnen ook aandeelhouders, ketenpartijen zoals toeleveranciers en banken bijdragen aan de verduurzaming. Financiering kan hierbij verschillende vormen aannemen, variërend van het rechtstreeks doorberekenen van de meerprijs in producten tot rente- of pachtkortingen. Vanuit het oogpunt van het principe “de vervuiler betaalt”²⁷ heeft private financiering de voorkeur boven financiering door overheden (Baayen et al. 2022). Dit principe is in de landbouw echter onvoldoende geïmplementeerd, terwijl de noodzaak voor toepassing van het principe vanwege de intensivering van de landbouw juist groter werd (ERK 2021). Er zijn verschillende verklaringen voor de gebrekkige toepassing van het principe (Baayen et al. 2022, p. 53-54). Zo is het lastig en kostbaar om te bepalen wat de kosten van vervuiling zijn. Dat heeft te maken met de aard van vervuiling, die in de landbouw relatief diffuus is. Daarnaast zijn boeren prijsnemer in een internationale markt, waardoor ze onvoldoende in staat zijn de kosten van milieumaatregelen door te rekenen (zie ook paragraaf 2.4). En ten slotte wordt de schaal van landbouwbedrijven als argument genomen. Ten opzichte van andere sectoren zijn landbouwbedrijven klein, waardoor ze minder goed in staat zouden zijn om milieuwetgeving te implementeren in hun bedrijfsvoering. Dit argument wordt in andere sectoren dan de landbouw niet valide verklaard (Tobey & Smets 1996).

Niet alle duurzaamheidsdoelen zijn te realiseren via ketenafspraken

De mogelijkheid om verduurzaming via ketensturing te realiseren wordt beperkt door de reikwijdte van duurzaamheidsthema's die ketenpartijen kunnen adresseren. In het algemeen kan gesteld worden dat dit thema's zijn waar het brede publiek zich zorgen over maakt. Zo maken supermarkten nu regelmatig bovenwettelijke afspraken over de hoeveelheid residuen van gewasbeschermingsmiddelen die op het voedsel mag zitten (PBL 2019b). Dit doen zij onder andere om negatieve beeldvorming in de publieke opinie te voorkomen en zodoende aanvullende en onvoorspelbare regelgeving te voorkomen (Thijssen et al. 2019). De thema's moeten bovendien gemakkelijk te communiceren zijn. Een thema dat gemakkelijk buiten het zichtveld van keteninitiatieven lijkt te blijven, is de bescherming van “niet-aaibare” biodiversiteit zoals natuurlijke plaagbestrijders en bodemorganismen. Ten slotte speelt dat een groot deel van de productie van de Nederlandse akker- en tuinbouw bestemd is voor een internationale markt. Voor exportproducten zoals bloemen, planten en uitgangsmaterialen gelden strenge fytosanitaire eisen. Dit is een belemmering voor het terugbrengen van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, omdat daardoor de kans toeneemt niet aan deze strenge eisen te voldoen (PBL 2019b). Waar duurzaamheidsdoelen niet via de keten bereikt kunnen worden, kan de overheid via normering doelen bereiken (Baayen et al. 2022).

²⁷ Volgens dit principe moeten de kosten van milieuvuiling worden doorberekend in het product. Het is het leidende beginsel voor het milieubeleid in het EU-verdrag (Art. 191(2)): “Haar beleid berust op het voorzorgsbeginsel en het beginsel van preventief handelen, het beginsel dat milieuaantastingen bij voorrang aan de bron dienen te worden bestreden en het beginsel dat de vervuiler betaalt.”

Consument verleiden door in te spelen op emoties en persoonlijk gewin

Veel keteninitiatieven leggen de uiteindelijke verantwoordelijkheid bij de consument (de Krom & Prins 2019). Het is echter moeilijk om consumenten in de supermarkt zélf te verleiden om duurzame producten te kopen. Dat komt doordat consumenten in drukke omgevingen zoals een supermarkt zich vooral richten op praktische zaken en weinig ruimte in hun hoofd hebben om te zoeken naar alternatieven (Bouman & Steg 2022). Supermarkten kunnen gedrag wel beïnvloeden door duurzame producten een prominente plek in het schap te geven. De kans dat consumenten duurzame producten kopen neemt toe als ze als onderscheidend en aantrekkelijk “merk” neergezet worden. Inspelen op persoonlijk gewin en beleving (“de kwaliteit is beter”, “het komt uit de streek”) lijkt hierbij effectiever dan het benadrukken van duurzaamheid (Bos et al. 2023b). Om effectief te zijn dienen campagnes over duurzame producten langdurig en met een consequente boodschap neergezet te worden. Overigens draagt de keuze van consumenten maar in beperkte mate door op de verduurzaming van de Nederlandse akker- en tuinbouw: een groot deel van de Nederlandse productie is namelijk bestemd voor de buitenlandse markt en andersom is een groot deel van de Nederlandse consumptie afkomstig uit het buitenland (PBL 2019a). Vanwege het vrije verkeer van goederen op de Europese markt is het moeilijk Nederlandse duurzaamheidskeurmerken in het buitenland te verwaarden. Zolang hier geen Europese oplossing voor is, lijkt benchmarking van keurmerken de enige oplossing (Wolberink & Baayen 2024).

Meer mogelijkheden om tot een gemeenschappelijke duurzaamheidsstandaard te komen

Op dit moment bemoeilijkt ook de veelheid aan keurmerken en onvoldoende achtergrondkennis bij de consument de keuze van consumenten voor duurzame producten, zelfs als ze bereid zijn een meerprijs te betalen (de Krom & Prins 2019). Om deze belemmering te doorbreken, stelde het concept-Landbouwakkoord de ontwikkeling van één gemeenschappelijke duurzaamheidsstandaard per primair product voor (CLA 2023). Onderdeel van het akkoord was dat boeren een eerlijke prijs zouden krijgen voor hun inspanningen²⁸. Een gemeenschappelijke duurzaamheidsstandaard kan richting boeren, ketenpartijen én consumenten helderheid verschaffen over de te bereiken milieuprestaties (PBL 2023b). Private beloning voor duurzaamheidsdiensten is volgens het Europese recht mogelijk, mits daarover geen afspraken zijn gemaakt met andere supermarktketens. Hetzelfde geldt voor de handel en verwerkende industrie. De invoering van een gemeenschappelijke duurzaamheidsstandaard vergt echter afspraken tussen concurrerende bedrijven. Om consumenten te beschermen is dit in Europa in beginsel verboden (het kartelverbod). Zo wees de Autoriteit Consument & Markt (ACM) afspraken af, waarin bedrijven minimumeisen stelden voor dierenwelzijn (‘geen kiloknallers’). De ACM redeneerde dat consumenten dierenwelzijn weliswaar belangrijk vonden, maar de meerprijs te hoog vonden (zie verder Baayen et al. 2022). Inmiddels heeft de Europese Commissie voorstellen ingediend die samenwerking tussen bedrijven om duurzaamheidsdoelen te halen mogelijk maakt, zonder dat mededingingsregels een belemmering vormen (EER 2023). Dit kan een oplossing bieden voor het zogeheten “*first-mover*” probleem: omdat niet alleen voor boeren, maar ook voor supermarkten de marges klein zijn (van Galen et al. 2020) is beloning voor duurzaamheidseisen in de praktijk alleen mogelijk als hun concurrenten dat ook doen.

²⁸ Ook het kabinet-Schoof wil de positie van de boer versterken door het maken van “goede afspraken” met ketenpartijen en banken. Het is echter niet duidelijk of daarbij ook gedacht wordt aan een gemeenschappelijke duurzaamheidsstandaard.

Duurzaamheidsstandaard moet zich op termijn richten op alle elementen van de productie

Om bij te dragen aan de verduurzaming van de landbouwproductie, moet de standaard voldoende ambitieus zijn (PBL 2023b). Een gefaseerde invoering kan behulpzaam zijn. Zo'n gefaseerde aanpak zou zich allereerst kunnen richten op maatschappelijk gevoelige thema's, zoals de wens om minder gewasbeschermingsmiddelen te gebruiken (Finger & Möhring 2024). Op de langere termijn zou de standaard zich echter moeten richten op alle elementen van de productie, waarbij het bevorderen van de (agrarische) biodiversiteit specifieke aandacht behoeft. De in paragraaf 4.3 besproken kpi-systematiek kan hiervoor perspectiefvol zijn (Van Doorn et al. 2021; Baayen et al. 2022). Een duurzaamheidsstandaard zal overigens maar beperkt kunnen bijdragen aan de verbetering van het inkomen van boeren. Dat heeft te maken met het Europese mededingingsrecht. Die is van toepassing omdat er afspraken tussen ketenpartijen gemaakt worden. Dit betekent dat de vergoeding beperkt zal moeten blijven tot de werkelijke kosten, met een marge van hooguit 20 procent om deelname van boeren te stimuleren (Baayen et al. 2022; PBL 2023b). Bij dit laatste past de kanttekening dat het bepalen van de kosten geen triviale exercitie is, zeker omdat de kosten vaak gebiedsafhankelijk zijn. Om het voor alle boeren aantrekkelijk te maken is dit bij het ANLb opgevangen door bij de vergoedingen uit te gaan van de "duurste plek" in Nederland. Omdat de resultaten per gebied verschillen, is de vraag of een dergelijke uniforme opzet met vaste bedragen per inspanning kosteneffectief is (Baayen et al. 2022). Ook bij andere beloningsstelsels zal voor dit probleem een oplossing gevonden moeten worden.

Stapelning van beloningen vergt nauwe samenwerking

Om boeren te stimuleren hun bedrijfsvoering aan te passen is het wenselijk als ze beloningen uit verschillende bronnen kunnen combineren. Een praktijkvoorbeeld zijn beloningen rond de teelt van vezelhennep. Allereerst kunnen boeren via de ecoregeling subsidie krijgen voor de teelt van vezelhennep. Als de hennep vervolgens gebruikt wordt voor isolatiematerialen in de bouw, kan langdurig CO₂ worden opgeslagen. Verwerkende bedrijven kunnen voor deze CO₂-opslag koolstofcertificaten verkrijgen. Door deze te verkopen kunnen deze bedrijven een extra vergoeding aan boeren verstrekken. Meer in het algemeen kent het stapelen van beloningen beperkingen vanwege staatssteun- en mededingingswetgeving, zeker als vergoedingen van private partijen en overheidspartijen samenkomen (zie hiervoor Baayen et al. (2022), p. 80-81). Omdat ieder verschafter van beloningen voldoen moet aan kaders die voor hem gelden, is de ontwikkeling van een gezamenlijk beloningssysteem niet haalbaar. Voor boeren betekent dit extra complexiteit. Overheden en private partijen zullen daarom nauw moeten samenwerken om te komen tot een aantrekkelijk en effectief totaalpakket (Silvis et al. 2021). Een gedeelde visie op de te bereiken duurzaamheidseisen is daarbij onontbeerlijk. Ten slotte speelt dat veel subsidieregelingen via de provincie verstrekt worden. Dit kan leiden tot provinciale verschillen in de subsidiemogelijkheden voor boeren. Coherentie en afstemming tussen deze provinciale regelingen is noodzakelijk voor rechtvaardig en doelmatig beleid (Boezeman et al. 2024).

Referenties

- Ambrosius, F., R. Klaassens, A. Lodders & J. Nijboer (2023), *BiodiversiteitsMonitor Akkerbouw. Het instrument dat prestaties van de Nederlandse akkerbouw om de biodiversiteit te versterken eenduidig meetbaar maakt*. Zoetermeer: BO Akkerbouw.
- Baayen, R.P., A.M. van Doorn, J. Reijs, T. Kisters, O. van Hal, (2022), *Sturing, waardering en beloning van duurzaamheid in de landbouw met kritische prestatie-indicatoren*. Wageningen, Wageningen Environmental Research.
- Bailey, J.K., J.A. Schweitzer, F. Ubeda, J. Koricheva, C.J. LeRoy, M.D. Madritch, B.J. Rehill, R.K. Bangert, D.G. Fischer, G.J. Allan, & T.G. Whitham (2009), *From genes to ecosystems: a synthesis of the effects of plant genetic factors across levels of organization*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* (364): 1607–1616.
- Bakker, P. & A. van der Berg (2000), *Beschermingsplan akkerplanten*. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
- Balmford, A., R.E. Green & J.P.W. Scharlemann (2005), *Sparing land for nature: exploring the potential impact of changes in agricultural yield on the area needed for crop production*. *Global Change Biology* 11(10): 1594-1605.
- Berkhout, P., M. van Asseldonk, J. Benninga, L. Gé, R. Hoste & B. Smit (2015), *De kracht van het agro-cluster. Het belang van de primaire productie voor het totale agrocomplex*. Wageningen: Landbouw Economisch Instituut.
- Berkhout, P., J. Jager & B. Smit (2019), *Inkomenseffecten van de GLB-aanpassingen per 2020*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Berkhout, P., H. van der Meulen & P. Ramaekers (2023), *Staat van landbouw, natuur en voedsel*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Bianchi, F.J.J.A., C.J.H. Booij & T. Tschardtke (2006), *Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: A review on landscape composition, biodiversity and natural pest control*. *Proceedings of the Royal Society. B-Biological Sciences* (273): 1715-1727.
- Biesmeijer, J.C., S.P.M. Roberts, M. Reemer, R., Ohlemüller, M., Edwards & T. Peeters (2006), *Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands*. *Science* (313): 351–354.
- Blaauw, B.R., R. Isaacs (2014), *Flower plantings increase wild bee abundance and the pollination services provided to a pollination-dependent crop*. *Journal of Applied Ecology* (51): 890-898.
- Boezeman, D., A., Tiktak, M. Helleger & D.-J. van der Hoek (2021), *Landbouw en natuur in de verkiezingsprogramma's. Technisch innoveren of extensiveren*. *Geografie* (mei 2021): 6-10.
- Boezeman, D., N. van Maaswal & B. Silvius (2024), *Inventarisatie provinciale maatregelen landelijk gebied gefinancierd uit het transitiefonds*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Boheemen, K., J. Riepma & J.F.M. Huijsmans (2021), *Precisielandbouw en Gewasbescherming. Definities en de relatie tussen precisietoepassingen en de toelatingsbeoordeling van gewasbeschermingsmiddelen*. Wageningen: Wageningen Plant Research.
- Boonstra, F. G., W. Nieuwenhuizen, T. Visser, T. Mattijssen, F. F. van der Zee, R. A. Smidt, & N. Polman (2021), *Stelselvernieuwing in uitvoering: tussenevaluatie van het agrarisch natuur-en landschapsbeheer*, Wageningen: Wageningen University & Research.

- 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.
- Bouman, T. & L. Steg (2022), *A spiral of (in)action: Empowering people to translate their values in climate action*. *One Earth*, 5(9): 975-978.
- Bos, L., B. van der Leij & J. Geelen (2023a), *Verduurzaming van de landbouw door agrarisch ondernemers met een gemiddelde landbouwpraktijk. Rapportage van een kwantitatief onderzoek*. Amsterdam: Motivaction.
- Bos, L., R. van der Grient, R. Kooiman & T. Holleman. *Wat beweegt consumenten om meer biologische producten te kopen?* Amsterdam: Motivaction.
- Bradley, B.D., M. Christodoulou, C. Caspari & P.D. Luca (2002), *Integrated Crop Management Systems in the EU*. Brussel: Agra CEAS Consulting.
- Bremmer, J., B. Janssens, M. Ruijs, J. Benninga, R. Stokkers, G. Splinter, P. Smit & L. Puister-Jansen (2019), *Plantaardige ketens in beeld*. Wageningen: Wageningen University & Research.
- Brussaard, L., V.M. Behan-Pelletier, D.E. Bignell, V.K. Brown, W. Didden, & P. Folgarait (1997), *Biodiversity and ecosystem functioning in soil*. *Ambio* (26): 563-570.
- Bulten, E., H. Schoorlemmer, B. Elzen & S. Wigboldus (2023), *Transition pathways for smart mixed cropping systems*. PPS Agros. Wageningen: Wageningen University & Research.
- Bugera, S. & M. Tillema (2023), *Zonneparken in Nederland; Onderzoeksrapport naar zonneparken in Nederland en welke grond daarvoor wordt ingezet*. Apeldoorn: Kadaster.
- Bussink, W.H. & G.L. Velthof (2022), *Uitspoeling stikstof: Hoe verhoudt kunstmest zich ten opzichte van dierlijke mest?* Wageningen: Nutriënten Management Instituut.
- BZK, IenW, LNV & EZK (2023), *Nationale Aanpak Biobased Bouwen (2023-2030)*. Den Haag: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelatie; Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat; Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit; Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
- Campbell, T.N. & F.Y.M. Choy (2005), *RNA Interference: Past, Present and Future*. *Current Issues Molecular Biology* (7): 1-6.
- CBS (2022), *Toename bebouwd gebied ten koste van landbouw*. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2022/20/toename-bebouwd-gebied-ten-koste-van-landbouw>.
- CBS (2023a), *Landbouw; gewassen, dieren, grondgebruik en arbeid op nationaal niveau*. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek. <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/81302ned/table>, geraadpleegd op 26 januari 2024.
- CBS (2023b), *Akkerbouwgewassen; productie naar regio 1994-2023*. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek. <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/71000ogs/table>, geraadpleegd op 31 januari 2024.
- CLO (2020). *Risico voor het waterleven door gewasbeschermingsmiddelen 2012-2016*. www.clo.nl/nl0548.
- CLO (2022). *Gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw per gewas, 2012-2016-2020*. <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0006>
- CLO (2024a), *Akkergewassen en akkerflora, 1900-2018*. www.clo.nl/nl117915.
- CLO (2024b), *Biologische waterkwaliteit KRW, 2021*. www.clo.nl/nl142005.

- CLO (2024c), *Milieukwaliteit van landnatuur: stikstofdepositie, 1994-2022, 1994-2022*. www.clo.nl/nl159206.
- CLO (2024d), *Agrarisch natuurbeheer, 1981- 2023*. www.clo.nl/nl131712.
- CLO (2024e), *Gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater 2013-2023*. www.clo.nl/nl054710.
- CDM (2022), *Indeling van gewastypen t.b.v. 7de Actieprogramma Nitraatrichtlijn. Advies Commissie Deskundigen Meststoffenwet*.
- Chable, V., E. Nuijten, A. Costanzo, I. Goldringer, R. Bocci, B. Oehen, F. Rey, D. Fasoula, J. Feher, M. Keskitalo, B. Koller, M. Omirou, P. Mendes-Moreira, G. van Frank, A.K. N. Jika, M. Thomas & A. Rossi (2020), *Embedding Cultivated Diversity in Society for Agro-Ecological Transition*. *Sustainability* 12(3): 784.
- CLA (2023), *In beweging. Concept Landbouwakkoord 2040*. Den Haag: voorzitter en secretariaat hoofdtafel Landbouwakkoord.
- Cook-Patton, S.C., S.H. McArt, A.L. Parachnowitsch, J.S. Thaler, & A.A. Agrawal (2011), *A direct comparison of the consequences of plant genotypic and species diversity on communities and ecosystem function*. *Ecology*, 92, 915–923.
- Crutsinger, G.M., Collins, M.D., Fordyce, J.A., Gompert, Z., Nice, C.C. & Sanders, N.J. (2006), *Plant genotypic diversity predicts community structure and governs an ecosystem process*. *Science*, 647, 966–968.
- Ctgb (2023), *Jaarverslag 2023*. Ede: College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden.
- Dannenberg, P., B. Braun, C. Greiner, A. Follmann, M. Haug, P.S.H. Yuwono, M. Stetter, T. Widlok & S. Kopriva (2024), *Eight arguments why biodiversity is important to safeguard food security*. *Plants, People, Planet* 6 (3): 604-610.
- De Buck, A. (2023), *Teeltsheet mengteelt tarwe en veldboon (bio)*. Bunnik: Louis Bolk Instituut.
- Delfland (2018), *Waterkwaliteitsrapportage 2017*. Delft: Hoogheemraadschap Delfland.
- De Krom, M. & A.G. Prins (2019), *Verduurzaming van landbouw via de keten. De kracht en beperkingen van private sturing in de aardappel- en de zuivelketen*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- De Win, J., I. Vervaeke, J. Moens (2015), *Akkerranden. Een bundeling van ervaringen en literatuur*. Provincie Vlaams Brabant (B). www.vlaamsbrabant.be/binaries/akkerranden-ervaringen-literatuur_tcm5-100784.pdf.
- Dirkx, J. (2023), *Hoe natuur en landbouw twee gescheiden werelden werden*. Wot-Special 14. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- EC (2018), *EU Pollinators Initiative*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. COM(2018) 395 final.
- EC (2021), *A fairer and greener CAP*. Brussel: European Commission.
- EC (2023), *Drivers of food security*. Commission Staff Working Document. SWD(2023) 4 final.
- EER (2023), *Europese Commissie stelt mededingingsrichtsnoeren vast ter bevordering van duurzaamheidsovereenkomsten in de landbouw*. Den Haag: Expertisecentrum Europees Recht.
- Eriksen, K., L. Fallan (1996), *Tax knowledge and attitudes towards taxation. A report on a quasi-experiment*. *Journal of Economic Psychology* 17(3): 387-402.
- ERK (2021), *Het gemeenschappelijk landbouwbeleid en het klimaat. Goed voor de helft van de klimaatuitgaven van de EU, maar emissies van landbouwbedrijven nemen niet af*. Brussel: Europese Rekenkamer.

- ERK (2024a), *Biologische landbouw in de EU. Lacunes en inconsistenties belemmeren het succes van het beleid*. Brussel: Europese Rekenkamer.
- ERK (2024b), *Plannen in het kader van het gemeenschappelijk landbouwbeleid. Groener maar niet conform de milieue- en klimaatambities van de EU*. Brussel: Europese Rekenkamer.
- Erismán, J.W., N. van Eekeren, J. de Wit, C. Koopmans, W. Cuijpers, N. Oerlemans & B.J. Koks (2016), *Agriculture and biodiversity: a better balance fits both*. *AIMS Agriculture and Food*, 1(2): 157-174.
- Erismán J.W., N. van Eekeren, A. van Doorn, W. Geertsema, & N. Polman (2017), *Maatregelen natuurinclusieve landbouw*. Bunnik: Louis Bolk Instituut. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- EFSA PPR Panel (2015), *Scientific Opinion addressing the state of the science on risk assessment of plant protection products for non-target arthropods*. Parma: European Food Safety Authority.
- EFSA PPR Panel (2017), *Scientific Opinion addressing the state of the science on risk assessment of plant protection products for in-soil organisms*. Parma: European Food Safety Authority.
- Finger, R. & N. Möhring (2024), *The emergence of pesticide-free crop production systems in Europe*. *Nature Plants* (10): 360-366.
- Fraters, B., A.E.J. Hooijboer, A. Vrijhoef, N. van Duijnhoven, J.C. Rozenmeijer, M. Gosseling, C.H.G. Daatselaar, J.L. Roskam & H.A.L. Begeman (2020), *Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2016-2019) en trend (1992-2019)*. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Geiger, F., J. Bengtsson, F. Berendse, W.W. Weisser, M. Emmerson, M.B. Morales, & P. Inchausti (2010), *Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland*. *Basic and Applied Ecology* 11(2): 97-105.
- Gerritsen, A.L., H.J. Agricola & J. van Os (2020), *Ruimtelijk-economische dynamiek van de landbouw. Rapport 1: analyses van ontwikkelingen in gewasarealen, dieraantallen, grondgebruik, grondprijzen, verdien-capaciteiten en verbredingsactiviteiten*. Wageningen: Wageningen University & Research.
- Goffman, E. (1974), *Frame analysis: An essay on the organization of experience*. Harvard: Harvard University Press.
- Gonzalez-Martinez, A.R., R. Jongeneel, J. Kros, J.P. Lesschen, M. de Vries, J. Reijs & D. Verhoog (2021), *Aligning agricultural production and environmental regulation: An integrated assessment of the Netherlands*. *Land Use Policy* (105): 105388.
- Goulson, D., E. Nicholls, C. Botías & E.L. Rotheray (2015), *Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers*. *Science* 347(6229): 1255957.
- Gu, C., L. Bastiaans, N. P. Anten, D. Makowski, & W. van Der Werf, (2021), *Annual intercropping suppresses weeds: A meta-analysis*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 322, 107658.
- Guyomard, H., C. Détang-Dessendre, P. Dupraz, L. Delaby, C. Huyge, J.-L. Peyraud, X. Reboud & C. Sirami (2023), *How the Green Architecture of the 2023–2027 Common Agricultural Policy could have been greener*. *Ambio* (52): 1327-1338.
- Hass, A.L., U.G. Kormann, T. Tschardtke, Y. Clough, A.B. Baillod & C. Sirami (2018), *Landscape configurational heterogeneity by small-scale agriculture, not crop diversity, maintains pollinators and plant reproduction in western Europe*. *Proceedings of the Royal Society of Biological Sciences* (285): 20172242.
- Hayles, J., L. Johnson, C. Worthley & D. Lotic (2017), *Nanopesticides: a review of current research and perspectives*. *New Pesticides and Soil Sensors* (2017): 193-225.
- Hallmann, C.A., et al. (2014), *Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations*. *Nature* (511): 341.

- 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.
- Hallman, C.A., T. Zeegers, R. van Klink, R. Vermeulen, P. van Wielink, H. Spijkers, R. van Deijk, W. van Steenis & E. Jongejans (2020), *Declining abundance of beetles, moths and caddisflies in the Netherlands*. Insect Conservation and Diversity (13): 127–139
- Hees, E. P. Leendertse & E. Hoftijser (2016), *Supermarkt aan zet voor duurzame gewasbescherming*. Culemborg: CLM Onderzoek en Advies.
- 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.
- Hoes, A.-C., A. ten Brummelhuis & M. Manshanden (2023), *Beeld van de leghennen- melkvee- en akkerbouwsector*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Hoogeveen, M.W., K.H.M. van Bommel & G. Cotteleer (2003), *Berekening in land- en tuinbouw; Rapport voor de Droogtestudie Nederland*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Horwith, B. (1985), *A role for intercropping in modern agriculture*. BioScience, 35(5), 286-291.
- Huss, C.P., K.D. Holmes & C.K. Blubaugh (2022), *Benefits and Risks of Intercropping for Crop Resilience and Pest Management*. Journal of Economic Entomology 115(5): 1350-1362.
- Janmaat, L. & C. Koopmans (2020), *Bodem & Klimaat Netwerk – Akkerbouw. Voortgangsrapportage april 2020*. Bunnik: Louis Bolk Instituut. Wageningen: Wageningen University & Research.
- Janssens, S., A. Netjes & C. Verdouw (2006), *Visie op de aardappelkolom*. Wageningen: Wetenschapswinkel Wageningen UR.
- Jaworski, C.C., E. Thomine, A. Rusch, A.-V. Lavoit, S. Wang & N. Desneux (2023), *Crop diversification to promote arthropod pest management: A review*. Agriculture Communications (1): 100004.
- Jensen, E.S., G. Carlsson & H. Hauggaard-Nielsen (2020), *Intercropping of grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: A global-scale analysis*. Agronomy for Sustainable Development 40(5): 1-9.
- Johnson, M.T.J. (2008), *Bottom-up effects of plant genotype on aphids, ants, and predators*. Ecology, 89, 145–154
- Johnson, M.T.J., M.J. Lajeunesse & A.A. Agrawal (2006), *Additive and interactive effects of plant genotypic diversity on arthropod communities and plant fitness*. Ecology Letters (9):24-34.
- Karp, S.D. et al. (2018), *Crop pests and predators exhibit inconsistent responses to surrounding landscape composition*. PNAS 115 (33): E7863-E7870
- 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.
- Kempenaar, C., et al. (2020), *Haalbaarheidsstudie PL4.0 data-ruimte: knelpuntenanalyse datagebruik op boerenbedrijven aanbevelingen om de impasse te doorbreken*. Wageningen: Wageningen Plant Research.

- Kik, C., N.P. Louwaars, W.J. van der Burg, & C.J.M. Almekinders (2011), *Farm seed opportunities: conservation, breeding and production*. Wageningen: Centre for Genetic Resources, the Netherlands (CGN).
- Kleijn, D., R.J. Bink, C.J.F. ter Braak, R. van Grunsven, W.A. Ozinga, I. Roessink, J.A. Scheper, A.M. Schmidt, M.F. Wallis de Vries, R. Wegman, F.F. van der Zee & Th. Zeegers (2018), *Achteruitgang insectenpopulaties in Nederland: Oorzaken en kennislacunes*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Klennert, A., A.L. Barbosa, R. Catarino, T. Fellmann, E. Baldoni, C. Beber, J. Hristov, M.-L. Paracchini, C. Rega, F. Weiss, P. Witzke & E. Rodriguez-Cerezo (2024), *Landscape features support natural pest control and farm income when pesticide application is reduced*. *Nature Communications*, 15(1): 5384.
- Kok, K., M. Patel, D.S. Rothman & G., Quaranta (2006), *Multi-scale narratives from an IA perspective: Part II. Participatory local scenario development*. *Futures* (38): 285-311.
- Kok, M.T.J., R. Alkemade, M. Bakkenes, M. van Eerd, J. Janse, M. Mandryk, T. Kram, T. Lazarova, J. Meijer, M. van Oorschot, H. Westhoek, R. van der Zagt, M. van der Berg, S. van der Esch, A.-G. Prins & D.P. van Vuuren (2018), *Pathways for agriculture and forestry to contribute to terrestrial biodiversity conservation: A global scenario-study*. *Biological Conservation* (221):137-150.
- Kotowska, A.M., J.F. Cahill Jr, & B.A. Keddie, (2010), *Plant genetic diversity yields increased plant productivity and herbivore performance*. *Journal of Ecology*, 98, 237-245.
- Kros, H., T. Cals, E. Gies, P. Groenendijk, J.P. Lesschen, J.C. Voogd, T. Hermans & G. Velthof (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.
- Kruijne, R., A. van Loon, M. Montforts, A. Tiktak, J. de Weert & M. Wenneker (2020), *Een inventarisatie van emissieroutes naar oppervlaktewater en grondwater*. [Deltafact Kennisimpuls Waterkwaliteit](#).
- Kuiper, M.W. (2015), *The value of field margins for farmland birds*. Wageningen: Wageningen University & Research.
- 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.
- Lechenet, M., F. Dessaint, G. Py, D. Makowski & N. Munier-Jolain (2017), *Reducing pesticide use while preserving crop productivity and profitability on arable farms*. *Nature Plants* (3): 17008.
- Leendertse, P.C., L. Lageschaar, E. Hoftijser, C.W. Rougoor, S.J. Boeke & J. van Beek (2019), *Tussen-evaluatie Gezonde Groei, Duurzame Oogst (GGDO). Geïntegreerde gewasbescherming*. Culemborg, CLM.
- Leendertse, P.C., S. van Gils, J. Vrijlandt, A. Dekker, H. Bosland, W. Lenferink, R. Knobben, J. Rost, M. Schipper & N. Evers (2024a), *Monitoring Toekomstvisie Gewasbescherming 2030. Rapportagejaren 2020-2030*. Culemborg: CLM.
- Leendertse, P.C., E. Vermeulen, R. Folkersma, H. Bosland, J. Jager, B. Smit, V. Boer & R. Hoijsink (2024b), *Milieubelasting van gewasbeschermingsmiddelen in Noord-Brabant*. Culemborg: CLM.
- Lesschen, J. P., J. Reijers, T. Vellinga, J. Verhagen, H. Kros, M. de Vries, & C. Daatselaar (2020), *Scenariostudie perspectief voor ontwikkelrichtingen Nederlandse landbouw in 2050* (No. 2984). Wageningen Environmental Research.

- Lessmann, M., A. Kanellopoulos, J. Kros, F. Orsi & M. Bakker (2024), *A spatially explicit assessment in the carrying capacity of livestock under minimum feed imports and artificial fertilizer use in Dutch agriculture*. *Agricultural Systems* (220): 104092.
- Levins, R.A. & Chochrane (1996), *The Treadmill Revisited*. *Land Economics* (72):550-553.
- Li, C., E. Hoffland, T.W. Kuyper, Y. Yu, C. Zhang, H. Li, F. Zhang, W. van der Werf, 2020, *Syndromes of production in intercropping impact yield gains*. *Nature Plants* (6): 653–660.
- Li, C., T.-J. Stomph, D. Makowski, H. Li, C. Zhang, F. Zhang & W. van der Werf (2023), *The productive performance of intercropping*. *PNAS* 120(2): e 2201886120.
- Li, J., W. Hu, H.W. Chau, M. Beare, R. Chichota, E. Teixeira, T. Moore, H. Di, K. Cameron, J. Guo & L. Xu (2023), *Response of nitrate leaching to no-tillage is dependent on soil, climate, and management factors: A global meta-analysis*. *Global Change Biology* (29): 2172-2187.
- LNV (2010), *Gezonde Groei, Duurzame Oogst. 2^e Nota duurzame gewasbescherming*. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- LNV (2018), *Visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden*. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- LNV (2019), *Toekomstvisie Gewasbescherming 2030*. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- LNV (2020), *Nationale eiwitstrategie*. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- LNV, IenW & BZK (2023), *Ontwerp Nationaal Programma Landelijk Gebied*. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Den Haag: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.
- Losey, J. E., & M. Vaughan (2006), *The economic value of ecological services provided by insects*. *Bioscience*, 56(4), 311-323.
- Louwaars, N.P. (2018), *Plant breeding and diversity: A troubled relationship?* *Euphatica* (214):114.
- Luske, B., A. J. T. M. Hospers-Brands & L. Janmaat (2015), *Aanleg en onderhoud van akkerranden: onkruid de baas blijven*. Bunnik: Louis Bolk Instituut.
- Luske, B., I. Flamand, J.-P. van der Kolk, J.A.B. Schepens, U. Prins & W.J.M. Cuijpers (2023), *Natuurpositieve eiwitgewassen. Potentie van peulvruchten voor de transitie naar natuurpositieve landbouw en consumptie in Nederland*. Bunnik: Louis Bolk Instituut.
- Luske, B., B. Tinhout & M. Veenenbos (2024), *Natuurinclusieve landbouw in de praktijk*. Culemborg: CLM. Bunnik: Louis Bolk Instituut.
- Maat, H. (1998), *De verdeling van tarwe in Nederland*. *NEHA Jaarboek voor Economische, Bedrijfs- en Techniekgeschiedenis* (61):86-120.
- Maij, M., B. Baarsma, C. Koen, G. van Dijk, H. van Trijp, H. Volverda, M. Vermeulen, R. Tijssens & S. Thus. (2019), *Goed boeren kunnen boeren niet alleen. Rapport van de taskforce verdienvermogen kringlooplandbouw*. Den Haag: Taskforce verdienvermogen kringlooplandbouw.
- Manshanden, M., M. Hoogeveen & T. de Koeijer (2021), *Economische factoren van het 7^e Actieprogramma Nitraat voor landbouwbedrijven*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Marshall, E.J.P., V.K. Brown, N.D. Boatman, P.J.W. Lutman, G.R. Squire & L.K. Ward (2003), *The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields*. *Weed Research* (43): 77–89.
- Martin, E. A., M. Dainese, Y. Clough, A. Báldi, R. Bommarco, V. Gagic, M. P. D. Garratt, A. Holzschuh, D. Kleijn & I. Steffan-Dewenter (2019), *The interplay of landscape composition and configuration: new pathways to manage functional biodiversity and agroecosystem services across Europe*. *Ecology Letters*, 22(7): 1083–1094.

- Mauerhofer, V., K. Hubacek, A. Coleby (2013), *From polluter pays to provider gets: distribution of rights and costs under payments for ecosystem services*. *Ecology and Society* 18(4): 41.
- Meeusen, M.J.G. & C.A.J. van Ruiten (2024), *Opties voor de teelt van vezelgewassen voor biobased bouwmaterialen in de Nederlandse landbouw*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Menegat, S., A. Ledo & R. Tirado (2022), *Greenhouse gas emissions from global production and use of nitrogen synthetic fertilisers in agriculture*. *Nature Scientific Reports* (12): 14490.
- 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.
- Montforts, M.M.H.M., C.W.M. Bodar, C.E. Smit, J.M. Wezenbeek & A.G. Rietveld (2019), *Bestrijdingsmiddelen en omwonenden: Samenvattend rapport over blootstelling en mogelijke gezondheidseffecten*. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Mundt, C.C. (2002), *Use of multiline cultivars and cultivar mixtures for disease management*. *Annual Review of Phytopathology* 40, 381–410.
- Norén, I.S. S. van Gestel, V. Belt & D. van Balen (2023), *Potential of boreholes combined with deep-rooted cover crops to ameliorate subsoil compaction*. Wageningen: Wageningen University & Research.
- Onstad, D.W., P.D. Mitchell, T.M. Hurley, J.G. Lundgren, R.P. Porter, C.H. Krupke, J.L. Spencer, C.D. DiFonzo, T.S. Baute, R.L. Hellmich, L.L. Buschman, W.D. Hutchison & J.F. Tooker, (2011), *Seeds of change: corn seed mixtures for resistance management and integrated pest management*. *Journal of Economic Entomology* (104): 343–352.
- Outhwaite, C.L., P. McCann & T. Newbold (2022), *Agriculture and climate change are reshaping insect biodiversity worldwide*. *Nature* (605): 97-102.
- Pain, D. & M. Pienkowski (1997), *Farming and birds in Europe: the common agricultural policy and its implications for bird conservation*. *Journal of Animal Ecology*. 66(6): 917-918.
- Palomo, I., C. Montes & B. Martín-López (2014), *Incorporating the social-ecological approach in protected areas in the Anthropocene*. *Bioscience* (64): 181-191.
- Pan, K. L. Marshall, G.R. de Snoo & J.C. Biesmeijer (2024), *Dutch landscapes have lost insect-pollinated plants over the past 87 years*. *Journal of Applied Ecology* 61(6): 1323-1333.
- Paul, C., M. Weber, & T. Knoke (2017), *Agroforestry versus farm mosaic systems—Comparing land-use efficiency, economic returns and risks under climate change effects*. *Science of the Total Environment* (587): 22-35.
- PBL (2018), *Naar een wenkend perspectief voor de landbouw. Voorwaarden voor verandering*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2019a), *Dagelijkse kost. Hoe overheden, bedrijven en consumenten kunnen bijdragen aan een duurzaam voedselsysteem*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2019b), *Geïntegreerde gewasbescherming nader beschouwd. Tussenevaluatie van de nota Gezonde Groei, Duurzame Oogst*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2020a), *Kansrijk landbouw- en voedselbeleid. Analyse van beleidsopties voor de Tweede Kamerverkiezingen van 2021 vanuit verschillende perspectieven*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2020b), *Natuurinclusieve landbouw: wat beweegt boeren?* Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2021a), *Naar een uitweg uit de stikstofcrisis. Overwegingen bij een integrale, effectieve en juridisch houdbare aanpak*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

- PBL (2021b), *Analyse leefomgevingseffecten verkiezingsprogramma's 2021-2025*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2023a), *Balans van de Leefomgeving 2023. Toekomstbestendig kiezen, rechtvaardig verdelen*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2023b), *Analyse leefomgevingseffecten verkiezingsprogramma's 2023-2027*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2024a), *Klimaatrisico's in Nederland. De huidige stand van zaken*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2024b), *Ex ante analyse Nationaal Programma Landelijk Gebied*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2025), *Effecten wijzigingen meststoffenwet. Analyse naar aanleiding van de motie Van Campen & Grinwis*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Peacock, L. & S. Herrick (2000), *Responses of the willow beetle Phratora vulgatissima to genetically and spatially diverse Salix spp. plantations*. *Journal of Applied Ecology* (37): 821-831.
- Pedersen, A.B., H.Ø. Nielsen, T. Christensen, J.E. Ørum & L. Martinsen (2019), *Are independent agricultural advisors more oriented towards recommending reduced pesticide use than supplier-affiliated advisors?* *Journal of Environmental Management* (242): 507-514.
- Pilling, D., J. Bélanger & I. Hoffmann (2020), *Declining biodiversity for food and agriculture needs urgent global action*. *Nature food* (1): 144-147.
- Ploegmakers, H., K. Raaphorst, H.-J. Kooij & N. Aarts (2020), *Analyse debat kringlooplandbouw. Eindrapport*. Nijmegen: Radboud Universiteit.
- Polman, N., A. Kuipers, F. Meulman, S. Galema & M. Manshanden (2023), *PPS Slimme verdienmodellen in de akkerbouw*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Postma, R. (2021), *Waarde van organische meststoffen voor de huidige en toekomstige akkerbouw. Gevolgen ontwikkelingen mestbeleid*. Wageningen: Nutriënten Management Instituut NMI.
- PVV, VVD, NSC & BBB (2024), *Regeerprogramma. Uitwerking van het hoofdlijnenakkoord door het kabinet*. Den Haag: Rijksoverheid.
- Rabobank (2023), *Akkerbouwer wordt zoetwatermanager: de invloed van toenemende droogte op de Nederlandse akkerbouw*. Utrecht: Rabobank.
- Raseduzzaman, M., E. S. Jensen (2017), *Does intercropping enhance yield stability in arable crop production? A meta-analysis*. *European Journal of Agronomy* (91): 25-33.
- Reijneveld, A., J. van Wensum & O. Oenema (2009), *Soil organic carbon content of agricultural land in the Netherlands between 1984 and 2004*. *Geoderma* (152): 231-238.
- Reijs, J.W. (2024), *Dertien kpi's voor duurzame landbouw*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Reijs, J., A. Beldman, J. Zijlstra, M. Vrolijk & A.-C. Hoes (2021), *Building farm-level sustainability programmes in agribusiness: a 5 step cycle based on lessons from working with the dairy industry*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Remkes (2022), *Wat wel kan. Uit de impasse en een aanzet voor perspectief*.
- Riemens, M., E. Beerling, P. Bonants, J. Bremmer, C. Kempenaar, B. Lotz, C. Nederpel, P. Ruigrok, C. van der Salm, J. Tielen, D. Verstand, J. Verstegen, J. Visser, M. Wenneker, M. Wesselink & S. Wigboldus (2023), *Staat van plantgezondheid 2023 in de Nederlandse land- en tuinbouw*. Wageningen: Wageningen University & Research.

- RIVM (2024), *Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2020-2023) en trend (1992-2023)*. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Rli (2021), *Boeren met toekomst. Advies aan de Minister van LNV*. Den Haag: Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur.
- Robinson, R.A. & W.J. Sutherland (2002), *Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain*. *Journal of Applied Ecology* 39(1): 157-176.
- Rozemeijer, J. & Y. van der Velde (2008), *Oppervlakkige afstroming ook van belang in het vlakke Nederland*. *H2O* (19): 92-94.
- Runhaar, H. (2016), *Tools for integrating environmental objectives into policy and practice: What works where?* *Environmental Impact Assessment Review* (59): 1-9.
- Sanders, M.E., H.J. Agricola, J.H. Faber, D.A. Kamphorst, F.H. Kistenkas, F. Langers, T. Selnes, M.J.M. Smits & G.B. Woltjer (2023), *De bijdrage en potentiële bijdrage van verschillende partijen aan de veranderingen in het natuur-, landbouw- en voedselsysteem. Achtergrondinformatie voor de Balans van de Leefomgeving 2023*. Wageningen: Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.
- Scheper, J., R. Bommarco, A. Holzschuh, S.G. Potts, V. Riedinger, S.P.M. Roberts, M. Rundl, H.G. Smith, I.S. Dewenter, J.B. Wickens, V. Wickens, & D. Kleijn (2015), *Local and landscape level floral resources explain effects of wildflower strips on wild bees across four European countries*. *Journal of Applied Ecology* 52: 1165-1175
- Schneider, K., J. Barreiro-Hurle & E. Rodriguez-Cerezo (2023), *Pesticide reduction amongst food and feed security concerns in Europe*. *Nature Food* (4): 746-750.
- Sikora, A., J. Desaeger, L. Molendijk, (2022), *Integrated nematode management; state of the art and visions for the future*. Book, CABI
- Sileshi, G. W., F. K. Akinnifesi, O. C. Ajayi & B. Muys (2011), *Integration of legume trees in maize-based cropping systems improves rain use efficiency and yield stability under rain-fed agriculture*. *Agricultural water management*, 98(9), 1364-1372.
- Silvis, H. & M. Voskuilen (2019a), *Akkerbouwbedrijven: schaalvergroting en intensivering*. Wageningen: Wageningen Economic Research. <https://edepot.wur.nl/509738>.
- Silvis, H. & M. Voskuilen (2019b), *Grotere landbouwbedrijven bepalen grondvraag en -prijs*. Wageningen: Wageningen Economic Research. <https://edepot.wur.nl/495313>.
- Silvis, H. & M. Voskuilen (2021), *Verdiencapaciteit per hectare neemt toe met bedrijfsomvang*. Wageningen: Wageningen Economic Research. [538873 \(wur.nl\)](https://edepot.wur.nl/538873)
- Silvis, H., P. van Horne, R. Jongeneel, A. Gonzalez Martinez, D. Verhoog & A. Jellema (2021). *Economische effecten sluiting voermestkringloop*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Silvis, H. & M. Voskuilen (2022), *Groter areaal groenten in akker- en tuinbouw*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Smit, H. & B. Bekamp (2023), *Landbouwtransitie: de essentiële rol van grond in de landbouwtransitie*. Utrecht: Rabobank.
- Smit, B. & J. Jager (2018), *Schets van de akkerbouw in Nederland: Structuur-, landschaps- en milieukeurmerken die een relatie hebben tot biodiversiteit*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Smits, M.-J., A. Dawson, M. Dijkshoorn-Dekker, R. Ferwerda-van Zonneveld, R. Michels, G. Michels, N. Polman, R. Schrijver, W. Sukkel, T. Vogelzang & F. Kistenkas (2020), *Van A naar Biodiversiteit: Op weg naar een natuurinclusieve landbouw*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Sok, J., L. Bakker, W. van der Werf & F. Bianchi (2024), *Not the average farmer: Heterogeneity in Dutch arable farmer's intentions to reduce pesticide use*. *Environmental Science & Policy* (162): 103893.

- Spiess, E., C. Humphrys, W. Richner, M.K. Schneider, H.-P. Piepho, A. Chervet & V. Prasuhn (2020), *Does no-tillage decrease nitrate leaching compared to ploughing under a long-term crop rotation in Switzerland?* *Soil and Tillage Research* (199): 104590.
- Thijssen, M., L. Verwoerd, R. Westerhof & H. Brinks (2019), *Eindrapportage GGDO: Handelingsperspectieven*. Leiden: ORG-ID bv.
- Thompson, P.B. (2017), *The Spirit of the Soil*. Abingdon: Routledge publishers.
- Tyllianakis, E., & Martin-Ortega, J. (2021), *Agri-environmental schemes for biodiversity and environmental protection: How we are not yet "hitting the right keys"*. *Land Use Policy* (109): 105620.
- Tiktak, A., P.I. Adriaanse, J.J.T.I. Boesten, C. van Griethuysen, M.M.S. ter Horst, J.B.H.J. Linders A.M.A. van der Linden & J.C. van de Zande (2012), *Scenarios for exposure of aquatic organisms to plant protection products in the Netherlands. Part 1: Field crops and downward spraying*. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Tobey, J.A. & H. Smets (1996), *The Polluter-Pays Principle in the Context of Agriculture and the Environment*. *World Economy* (19): 63-87.
- Tooker, J. F., & S.D. Frank (2012), *Genotypically diverse cultivar mixtures for insect pest management and increased crop yields*. *Journal of Applied Ecology*, 49(5): 974-985.
- Tscharntke, T., D.S. Karp, R. Chaplin-Kramer, P. Batáry, F. DeClerck, C. Gratton & W. Zhang (2016), *When natural habitat fails to enhance biological pest control—Five hypotheses*. *Biological Conservation* (204): 449-458.
- Van de Zande, J.C., H.J. Holterman & J.F.M. Huijsmans (2021), *Spray drift deposition on off-field zones next to field crops using Drift Reducing Technologies in the Netherlands*. Wageningen: Wageningen Plant Research.
- Van den Broek, J., I. van Elzakker, T. Maas & J. Deuten (2020), *Voorbij lokaal enthousiasme – Lessen voor opschaling van living labs*. Den Haag: Rathenau Instituut.
- Van der Burgt, E. & D. Verstand (2021), *De kosten van irrigatiesystemen in beeld. Een kostenvergelijking van druppelirrigatie, peil-gestuurde drainage en de haspel*. Wageningen: Wageningen University & Research.
- Van der Meer, R.W. (2020), *Watergebruik in de land- en tuinbouw 2017 en 2018*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Van der Meulen, H., M. van Asseldonk & J. Jager (2022), *Effect van verbredingsactiviteiten op het inkomen in de land- en tuinbouw*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Van der Salm, C., A. van den Toorn, W.J. Chardon & G.W. Koopmans (2012), *Water and Nutrient Transport on a Heavy Clay Soil in a Fluvial Plain in The Netherlands*. *Journal of Environmental Quality* (41): 229-241.
- Van der Werf, W., C. Li, W. F. Cong, & F. Zhang (2020), *Intercropping enables a sustainable intensification of agriculture*. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 7(3): 254-256.
- Van der Windt, H.J. (1995), *En dan: wat is natuur nog in dit land? Natuurbescherming in Nederland 1880-1990*. Amsterdam/ Meppel: Boom uitgeverij.
- Van der Woud, A. (2021), *Het landschap; de mensen. Nederland 1850-1940*. Amsterdam: Prometheus.
- van Dijk, W., J. Spruijt, W.T. Runia, & W.C.A. van Geel (2012), *Verruiming vruchtwisseling in relatie tot mineralenbenutting, bodemkwaliteit en bedrijfseconomie op akkerbouwbedrijven*. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Van Doorn, A., D. Melman, J. Westerink, N. Polman, T. Vogelzang & H. Korevaar (2016), *Natuurinclusieve landbouw: food for thought*. Wageningen: Wageningen University & Research.

- Van Doorn, A., J. Schütt, T. Visser, R. Waenink, R. Baayen, M.-F. Dekkers, I.S. Noren, W. Sukkel, D. Heupink, C. Koopmans, L. Deijl & C. Weebers (2021), *BiodiversiteitsMonitor Akkerbouw: Wetenschappelijke onderbouwing en toepassing in de praktijk*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Van Doorn, A., R. Waenink, D. Heupink, B. Luske, D. de Wit, J. Bruijnes, W. Sukkel, C. Koopmans & C. Weebers (2023), *De BiodiversiteitsMonitor Akkerbouw in de praktijk. Resultaten van de praktijktest*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Van Eldik, Z.C.S. & R.I. van Dam (2024), *Maatschappelijke visies op de toekomst van landbouw en natuur. Achtergrondrapport Landbouw-Natuurverkenning*. Wageningen: Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.
- Van Gaalen, F., L. Osté & E. van Boekel (2020), *Nationale analyse waterkwaliteit. Onderdeel van de Delta-aanpak waterkwaliteit*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Van Gaalen, F., 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.
- Van Galen, M., W. Baltussen, K. Gardebroek, N. Herceglič, R. Hoste, R. Ihle, J. Jager, B. Janssens, G. Jukema, M. Kornelis, K. Logatcheva, E. Oosterkamp, J. Roskam, H. Silvis & R. Stokkers (2020), *Agro Nutri Monitor 2020; Monitor prijsvorming voedingsmiddelen en analyse belemmeringen voor verduurzaming*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Van Galen, M., G. Doornewaard, P. van Horne, R. Hoste, B. Janssens, R. van der Meer, G. Splinter en R. Stokkers (2018), *Positie primaire producent in de keten; Bijlage 1: Sectorbeschrijvingen*, Wageningen, Wageningen Economic Research.
- Van Grinsven, H.J.M., M.M. van Eerdt, H. Westhoek & S. Kruitwagen (2019), *Benchmarking Eco-Efficiency and Footprints of Dutch Agriculture in European Context and Implications for Policies for Climate and Environment*. *Frontiers Sustainable Food Systems* (3): 13.
- Van Hinsberg, A., P. van Egmond, R. Pouwels, G.H.P. Dirkx & B.C. Breman, B. C. (2020), *Referentiescenario's Natuur: Tussenrapportage Natuurverkenning 2050*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Van Klaveren, E.S., E.E. Knol, R. Dankers & P. Arumugam (2023), *Factsheet – Huidige klimaatrisico's in de land- en tuinbouw; Impact van droogte en extreme neerslag in het huidige klimaat (1990-nu)*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Van Loon, A.H., T. Pronk, B. Raterman & S. Ros (2020), *Grondwaterkwaliteit Nederland 2020. Anorganische parameters, bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen in de grondwatermeetnetten van de provincies*. Nieuwegein: KWR Water Research Institute.
- Van Loon, A., R. Sjerps & K.J. Raat (2019), *Gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten in Nederlandse drinkwaterbronnen*. Nieuwegein: KWR Water Research Institute.
- Van Oort, P.A.J., F. Gou, T.J. Stomph & W. van der Werf (2020), *Effects of strip width on yields in relay-strip intercropping: A simulation study*. *European Journal of Agronomy* (112): 1 25936.
- Van Rijn, P.J.C., J. Willemsse, F. Van Alebeek (2011). *FAB en akkerranden voor natuurlijke plaagbeheersing*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Van Rijswijk, C. & G. Bakker-Smit (2022), *Akkerbouw kan bouw helpen verduurzamen met biobased grondstoffen*. Amsterdam: Coöperatieve Rabobank UA.
- Van Selm, B., R. Hijbeek, M.K. van Ittersum, O. van Hal, C.E. van Middelaar & I.J.M. de Boer (2023), *Recoupling livestock and feed production in the Netherlands to reduce environmental impacts*. *Journal of the Total Environment* (899): 165540.

- Vasileiadis, V.P., S. Otto, W. van Dijk, G. Urek, R. Leskovsek, A. Verschwele, L. Furland & M. Sattin (2015), *On-farm evaluation of integrated weed management tools for maize production in three different agro-environments in Europe: Agronomic efficacy, herbicide use reduction, and economic sustainability*. *European Journal of Agronomy* (63): 71-78.
- Vasileiadis, V.P. (2017), *Less pesticide rarely causes loss*. *Nature Plants* (3): 17016.
- Vellinga, T. & M. de Haan (2022), *Onderzoek naar de mogelijkheden van een Afrekenbare Stoffen Balans voor de melkveehouderij*. Wageningen: Wageningen Livestock Research.
- Verdonk, L., J. van der Kolk, T. Slier, J. Schepens & W. Vervuurt (2022), *30 vragen en antwoorden over koolstofvastlegging in minerale landbouwgronden*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Vermunt, D.A., N. Wojtynia, M.P. Hekkert, J. van Dijk, R. Verburg, P.A. Vermeij, M. Wassen & H. Runhaar (2022), *Five mechanisms blocking the transition towards 'nature-inclusive' agriculture: A systematic analysis of Dutch dairy farming*. *Agricultural Systems* (195): 103280.
- 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.
- Verstand, D. & R. van der Maas (2021), *Toenemende weersextremen vragen andere benadering van de teelt*. *Longread*. Wageningen: Wageningen University & Research.
- Voskuilen, M. (2023), *Grondgebruik*. Wageningen: Wageningen University & Research. <https://agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2286&indicatorID=2911>. Geraadpleegd op 31 januari 2024.
- Vugteveen, P. & A. van Hinsberg (2017), *Achteruitgang insecten*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Walvoort, R. & H. van Schooten (2021), *De potentie van verschillende aanlegmethoden druppelirrigatie in snijmaïs*. Hengelo (Gelderland): Agro-innovatiecentrum de Marke.
- Wang, Z., B. Dong, T. J. Stomph, J. B. Evers, P. E.L. van der Putten, H. Ma, R. Missale & W. van der Werf (2023), *Temporal complementarity drives species combinability in strip intercropping in the Netherlands*. *Field Crops Research* (291): 108757.
- WEnR & SOVON (2022), *Benodigde oppervlakte extra natuur voor de Natura 2000doelen: Quick scan in het kader van het NPLG*. Wageningen: Wageningen Environmental Research. Nijmegen: Sovon Vogelonderzoek Nederland.
- Wolberink, C.L. & R.P. Baayen (2024), *De regelgeving van de Europese Unie voor de duurzaamheidstransitie in de landbouw: welke ruimte biedt de regelgeving en hoe bruikbaar is die? Beleidsruimte, knelpunten en kansen*. *Tijdschrift voor Levensmiddelenrecht* 2024(1): 40-53.
- Walther, C.M., D. Kamphorst & W. Nieuwenhuizen (2024), *Financieringsregelingen voor omschakeling van agrarische bedrijven tegen het licht*. Wageningen: Wageningen University & Research.
- Wuepper, D., N. Roleff & R. Finger (2021), *Does it matter who advises farmers? Pest management choices with public and private extension*. *Food Policy* (99): 101995.
- Yu, Y., T.-J. Stomph, D. Makowski, W. van der Werf (2015), *Temporal niche differentiation increases the land equivalent ratio of annual intercrops: a meta-analysis*. *Field Crops Research* (184): 133-144.
- 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.

Bijlage

Afkortingen

Afkorting	Omschrijving
ACM	Autoriteit Consument & Markt
ANLb	Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
Ctgb	College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden
EC	Europese Commissie
EFSA	European Food Safety Authority
ELFPO	Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling
ERK	Europese Rekenkamer
EU	Europese Unie
GLB	Gemeenschappelijk landbouwbeleid
GLMC	Goede Landbouw- en Milieu Conditie
ICM	Integrated Crop Management
IPM	Integrated Pest Management
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid
LVVN	Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur
NV-gebieden	Met nutriënten verontreinigde gebieden
kpi	Kritische prestatie indicator
Oaje	Onbetaalde arbeidsjaareenheid
Renure	Recovered Nitrogen from Manure
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
SO	Standaardopbrengst
VVAK	certificaat Voedsel- en Voederveiligheid Akkerbouw
VHR	Vogel- en Habitatrichtlijn