

Jan Willem Erisman &
Rosemarie Slobbe

BIODIVERS BOEREN

DE MEERWAARDE
VAN NATUUR
VOOR HET
BOERENBEDRIJF

Biodivers boeren – De meerwaarde van natuur voor het boerenbedrijf

Jan Willem Erisman; Rosemarie Slobbe

Omslagfoto: Coulissenlandschap in Groningen

Foto credit: Edo van Uchelen

Foto's auteurs achterflap: Herbert Wiggemanns resp. Joris Briët

© Uitgeverij Jan van Arkel, 2019

ISBN: 978-90-6224-048-7

192 p., met illustraties

Trefwoorden: natuurinclusieve landbouw, circulaire landbouw, biologische landbouw, biodiversiteit, ecologie, habitat, insecten, bijen, vlinders, vogels, boerenbedrijf, bodem, bodemstructuur, bodemleven, akkerbouw, tuinbouw, melkveehouderij, kruidenrijk grasland, mest, landschap, landschapselementen, landschapsinrichting, voedselketen, voedselindustrie, voedselkwaliteit, consument, agribusiness, grondprijzen, true costs, maatschappelijke beloning, boer-burger verhouding.

Redactie: Nicole Willemse

Illustraties: Danielle de Boo

Opmaak: Karel Oosting

Uitgeverij Jan van Arkel

www.janvanarkel.nl

© alle rechten voorbehouden. Delen uit deze uitgave mogen alleen worden overgenomen in overleg met en na schriftelijke toestemming van de uitgeverij.

© Foto's

Henk Wallays p.18

Wankja Ferguson p.19, 82, 140

Rosemarie Slobbe p. 96 (rechtsonder)

Jan Bokhorst p. 34-38, 44, 47-49, 53

Erfbv p. 66 (boven)

Boki Luske p. 67 (linksonder), 85, 115

Bas Dekker p. 96, 100, 104, 108, 115, 124

Harold van der Meer p.127

Stichting Brabants Landschap p.132, 143

Jaap Molenaar p.140

Joost Nijssen p.141

Wim Ahne p.151

123stock p.156

Isabelle Boon p.180

Edo van Uchelen: alle overige foto's.

© Figuren

De bronnen van de figuren staan vermeld bij de desbetreffende figuur. Copyright van deze uitgave van de illustraties berust bij de uitgeverij.

De uitgeverij heeft zo zorgvuldig mogelijk voor alle bronnen en foto's permissie gezocht, en de juiste credits vermeld. Indien een rechthebbende meent dat dit niet op de juiste manier is verlopen, wordt deze verzocht contact op te nemen met de uitgeverij.

INHOUD

Ten geleide 5

Voorwoord 8

Inleiding: De basis van het agrarisch bedrijf 11

1 De natuur als superieure boer 15

- 1.1 Het nut van biodiversiteit voor de landbouw 17
- 1.2 De ontwikkeling naar een controlemodel 20
- 1.3 De teruggang van de ecologische stand 22
- 1.4 Het perspectief: adaptieve landbouw 27
- 1.5 Adaptieve landbouwondernemers 33

2 De bodem 35

- 2.1 De bodem als levend organisme 35
- 2.2 Organische stof 39
- 2.3 Bodemleven 41
- 2.4 Bodemchemie 46
- 2.5 Bodemstructuur, beworteling en waterhuishouding 52
- 2.6 Maatregelen 55

3 Akkerbouw en vollegrondstuinbouw 59

- 3.1 Van diversiteit naar uniformiteit en weer terug 59
- 3.2 Bodembewerking 71
- 3.3 Bemesting van de bodem 75
- 3.4 Insecten en plaagbestrijding 80
- 3.5 Maatregelen 84

4 Melkveehouderij 89

- 4.1 Grondgebonden 90
- 4.2 Grasland 92
- 4.3 Bemesting 103
- 4.4 Koerassen 111
- 4.5 Natuurlijk gedrag en gezondheid 113
- 4.6 Maatregelen 119

5 Natuurinclusieve landbouw in het landschap 125

- 5.1 Landschappen 126
- 5.2 Landschapselementen 131
- 5.3 Aandacht voor soorten 137
- 5.4 Landschappen maak je samen 148

6 Een biodiverse aanpak voor de hele keten 157

- 6.1 Waarom een natuurinclusieve keuze lastig is 158
- 6.2 De rol van de consument en burger: keuze voor voedselkwaliteit, zorg om leefomgeving 167
- 6.3 Transitie naar natuurinclusieve landbouw 171

Epiloog: Inspiratie uit de praktijk 181

Bronnen en literatuur 185

Index 190

TEN GELEIDE

Met dit boek willen we je inspireren anders naar de mogelijkheden in de voedselproductie te kijken dan we de afgelopen decennia hebben gedaan. Met ‘anders’ bedoelen we een vorm van landbouw waarin de boer het positieve van de natuur ervaart en de biodiversiteit benut of zelfs stimuleert voor het produceren van voedsel, mét een goed verdienmodel en een bijdrage aan de gezondheid van de mens. Dat vergt een omslag in denken en doen, niet alleen voor de boeren, maar voor ons allemaal – burger, consument, overheid en agribusiness. En niet in de laatste plaats voor het onderwijs, waar de boeren en erfbetreders van de toekomst opgeleid worden.

Er gebeurt al veel in deze richting en er is inmiddels veel onderzoek en praktijkervaring voorhanden van boeren die het pad van natuurinclusieve (kringloop)landbouw hebben ingeslagen. Kijk alleen al naar al het onderzoek dat het Louis Bolk Instituut heeft gedaan de afgelopen jaren. *Biodivers boeren* is daar een neerslag van. De rode draad is het belang van biodiversiteit voor de landbouw, hoe biodiversiteit functioneel kan zijn. De processen en maatregelen die we beschrijven gaan daarom allemaal over het benutten en versterken van biodiversiteit. Want daar ligt de toekomst van de landbouw. We geven ruim aandacht aan de taken die de regio, de overheid en de consument wachten, en de prioriteiten die daar gesteld moeten worden.

Het is onze bedoeling dat *Biodivers boeren* uitnodigt tot concrete stappen. Ondanks de vele praktische maatregelen is dit boek geen handboek en het is zeker niet compleet – er is nog zoveel meer mogelijk. Bij het schrijven van dit boek hebben we gekozen voor een toegankelijk en goed leesbaar verhaal – weliswaar geheel gebaseerd op onderzoek en feiten, maar deze zijn niet continu verantwoord in de tekst. Wel zijn alle bronnen in de bibliografie opgenomen.

Wij zijn dank verschuldigd aan het Louis Bolk Instituut, dat al zijn kennis, teksten en materiaal uit brochures en projecten beschikbaar heeft gesteld. In dat kader gaat onze expliciete dank uit naar Nick van Eekeren, Boki Luske, Chris Koopmans, Jan-Paul Wagenaar, Leen Janmaat, Marleen Zanen, Jan de Wit, Monique Bestman, Bart Timmermans, Udo Prins, Sjef Staps, Kees van Veluw, allen onderzoekers van het Louis Bolk Instituut; veel teksten zijn van hun hand. Ook veel dank aan WUR-collega's Anne van Doorn, Willemien Geertsema en Nico Polman, medeauteurs van het rapport Maatregelen Natuurinclusieve landbouw uit 2017, waar in dit boek ook uit geput is. Ook dank aan Jan Bokhorst, voor zijn directe en collegiale toelevering van bodemfoto's en teksten.

Daarnaast heeft een groot aantal personen meegewerkt, meegelezen en beeldmateriaal ter beschikking gesteld. Zonder al deze inbreng zou dit boek niet gerealiseerd zijn in de vorm die nu voor ons ligt. Bijzonder veel dank aan Heleen Gierveld, de uitgever, voor haar geduld en onvermoeibare inzet om samen met ons dit boek te realiseren. Ook willen we de vele fotografen en organisaties bedanken die hun medewerking hebben verleend. Ten eerste ecooloog en fotograaf Edo van Uchelen, die de meeste foto's in dit boek maakte en daarnaast alle anderen: Wim Ahne, Bas Dekker, Isabelle Boon, Wankja Ferguson, John Nijssen, Henk Wallays, Jaap Molenaar en Harold van der Meer, we zijn eenieder zeer erkentelijk. Ook willen we Jeroen Onrust, Felixx/WNF, de Bijenstichting, PBL, CLO, Stichting van Akker naar Bos en Stichting Het Brabants Landschap hartelijk bedanken voor de statistische informatie en het beschikbaar stellen van figuren.

De volgende personen hebben meegelezen en commentaar geleverd op verschillende hoofdstukken – hartelijk dank, Nick van Eekeren, Peter Keizer en Chris Koopmans van het Louis Bolk Instituut.

Daarnaast zijn we blij met de commentaren van Albert Formsma, werkzaam bij de provincie Friesland, alsook Cees Meijles, Jelle Seerp Jukema, Jaring Brunia, Welmoed Deinum en Amarins de Haan, allen boeren uit de praktijk.

Wij hebben dit boek kunnen schrijven mede dankzij de financiële steun van een aantal instanties. Hierdoor hebben wij tijd kunnen reserveren om te schrijven en hebben we veel beeld kunnen verzamelen. Onze dank hiervoor gaat uit naar het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, het Wereld Natuur Fonds, de provincie Friesland, het Clusius College en KennisCentrum Natuur & Leef-omgeving, het Louis Bolk Instituut en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Het moge duidelijk zijn dat deze steun zonder enige redactionele inmenging is geweest.

Wij hopen van harte dat dit boek leidt tot directe stappen, die nu al gezet kunnen worden. Tevens dat het inspireert tot een frisse blik op de alternatieven die er zijn, tot opbouwende discussies, tot het besef dat we een nieuw landbouwmodel maatschappijbreed moeten dragen, en tot vernieuwend onderwijs en beleid daartoe. Met *Biodivers boeren* als nieuwe leidraad komen we uit waar we willen zijn: bij een duurzaam landbouw- en voedselsysteem dat ons en zichzelf voedt.

Jan Willem Erisman en Rosemarie Slobbe

Oktober 2019

VOORWOORD

Biodivers boeren: we moeten het samen doen

We moeten het met elkaar hebben over de landbouw van morgen. En over het landschap van morgen. De hedendaagse landbouw is een direct gevolg van de ‘nooit meer honger’-doctrine, die opgeld deed na de Tweede Wereldoorlog en het richtsnoer vormde voor de vormgeving van de moderne landbouw. Met sleutelwoorden als schaalvergroting, efficiëntieverhoging en wereldhandel. Daarmee is de landbouw van vandaag een maatschappelijk fenomeen, het gevolg van politieke en bestuurlijke keuzes van de afgelopen decennia. Boeren zijn daarvan de uitvoerders, niets meer, niets minder. Dat laat onverlet dat veranderingen in de landbouw onvermijdelijk zijn.

Maar het wordt inmiddels overduidelijk dat het huidige landbouwsysteem een doodlopende weg is. Dat laat niet alleen de stikstofcrisis zien, dat blijkt ook uit de verontrustende cijfers over de bodemdegradatie, de toenemende klimaatschade en uit de sterke afname van de biodiversiteit, denk aan de bijensterfte. We moeten als BV Nederland naar een duurzamere vorm van landgebruik, met een sleutelrol voor de landbouw. De visie van LNV-minister Carola Schouten over de kringloop-landbouw uit 2018 vormt daartoe een goede aanzet.

Maar het vraagstuk is omvattender. Het gaat niet alleen over landbouw, het gaat over ons landschap als geheel. De hamvraag is hoe we, zeker ook gezien alle andere ruimtelijke aanspraken die op het landelijk gebied afkomen, zoals de klimaatverandering en het energievraagstuk, duurzaam gebruik kunnen blijven maken van dat landschap. Hoe we kunnen zorgen dat allerlei functies, waaronder voedselproductie en natuur, daar een plek in krijgen. Dat is een complex vraagstuk, dat vraagt om visie, meer bewustwording bij

consumenten, vergroening van het onderwijs, maar zeker ook om samenwerking tussen alle betrokkenen. Dat kan alleen als we dat doen via een gebiedsgerichte aanpak waarbij we alle betrokken sectoren meenemen en vanuit een breed perspectief naar een gebied durven te kijken.

Dit boek kan een bijdrage leveren aan de transitie die nodig is. Het inspireert om meer aandacht te hebben voor de natuurlijke en ecologische processen in de landbouw en hoe die bijdragen aan een mooi landschap, maar toont ook begrip waarom dat lastig is. Het maakt dit boek een bron van inspiratie voor boeren, onderwijs, beleidsmedewerkers, politici, adviseurs en geïnteresseerde consumenten.

Alex Datema en Hank Bartelink

resp. Voorzitter BoerenNatuur en Directeur LandschappenNL



INLEIDING

DE BASIS

VAN HET

AGRARISCH

BEDRIJF

Ons huidige landbouwbestel is de afgelopen decennia geënt op specialisatie en maximalisatie om te voldoen aan de wens om zo veel mogelijk voedsel te produceren. En dat is goed gelukt. Maar hierbij is de basis het fundament voor een stabiele en duurzame opbrengst uit het oog verloren: biodiversiteit. Biodiversiteit staat voor de rijkdom en diversiteit van al het leven op aarde. Daarbij gaat het niet alleen over individuele soorten, maar juist over de diversiteit van ecosystemen, soorten en genen, en de samenhang daartussen. Landbouw heeft biodiversiteit hard nodig om voedsel te kunnen produceren vanwege het bodemleven, de insecten en de voedselketen; het is eigenlijk de basis van het agrarisch bedrijf.

De ontwikkeling van de Nederlandse landbouw is een succesverhaal als je het bekijkt vanuit de wens om voldoende voedsel te produceren voor de groeiende bevolking met acceptabele arbeidsomstandigheden voor de boer, efficiëntie van ketens, productie en economie. Nederland is de grootste exporteur van landbouwproducten na de Verenigde Staten, een land dat 230 maal groter is dan ons land. De agroketen is heel goed georganiseerd qua logistiek, samenwerking en afzet. Ook de kennis over de landbouw is goed georganiseerd en de Wageningen Universiteit is wereldwijd bekend.

Toch brengt het systeem dat we nu hebben problemen met zich mee. Er is een groeiend besef dat we teveel gericht zijn geweest op

productieverhoging en de economie en minder op de effecten op het klimaat, de leefomgeving en natuur. De biodiversiteit in het landelijk gebied en op de landbouwgronden is de laatste tientallen jaren sterk achteruit gegaan. Het landschap is veranderd en daar is ook de diversiteit uit verdwenen. Daarnaast heeft de emissie van broeikasgassen steeds meer invloed op het klimaat. De bodemkwaliteit loopt achteruit. De lucht wordt verontreinigd met fijnstof, ammoniak en organische verbindingen en op veel plaatsen in het land is de waterkwaliteit nog niet in orde. Oorzaken hiervan zijn verstedelijking, infrastructuur en intensivering van de landbouw. De huidige landbouwproductie is sterk gefocust op enkele gewassen in monocultuur en door de beschikbaarheid van chemische middelen, fossiele brandstoffen en mechanisatie zijn bedrijfssystemen ontstaan met een hoge voedselproductie per hectare, maar tevens met een hoge milieudruk en weinig biodiversiteit. De wijze waarop we het voedselproductiesysteem hebben ingericht, met de nadruk op opbrengstverhoging en bevordering van de export in combinatie met kostprijsverlaging, is voor de agrarisch ondernemer en de maatschappij niet langer houdbaar. Het meest voorkomende bedrijfsmodel is een controlemodel geworden, waarbij de ondernemer de wijze van produceren zoveel mogelijk naar zijn hand zet met behulp van externe middelen en de omgeving met zijn natuurlijke processen zoveel mogelijk uitsluit. Met als gevolg dat de biodiversiteit hard terugloopt en haar belangrijke stabiliserende werking verliest.

Een andere vorm van landbouw zou juist minder gericht moeten zijn op topproducties, maar op de kwaliteit van de productiemiddelen die de boer tot zijn beschikking heeft, zoals bodem, agrobiodiversiteit en landschap. Zo'n landbouwvorm kan de teruggang van de biodiversiteit ombuigen naar een herstel en tegelijkertijd de impact op het klimaat, milieu, de leefomgeving, het landschap en de bodem sterk verminderen. Voor deze andere vorm van landbouw is een integrale aanpak essentieel en biodiversiteit de sleutel. De ondernemer maakt optimaal gebruik van de natuurlijke omgeving en integreert die in de bedrijfsvoering. Dit bedrijfsmodel, het zogenoemde adaptatiemodel, gaat uit van het versterken van de weerbaarheid van het landbouwsysteem. Juist door natuurlijke processen en functionele biodiversiteit te benutten in bodem, water, gewas, dier en bedrijf, vermindert de afhankelijkheid van externe middelen en vangt het systeem zelf de risico's op van klimaatfluctuaties, ziekten en plagen. Bovendien blijven schadelijke emissies binnen de perken, herstellen het landschap en de bodem, en levert biodiversiteit natuurwaarde

op, zoals bijvoorbeeld boerenlandvogels. Een klein deel van de huidige agrarisch ondernemers werkt al volgens dit principe. Zij zijn te karakteriseren als boeren die bewust omgaan met hun eigen bronnen (bodem, mest, geld, en dergelijke), hun omgeving meenemen in de bedrijfsvoering (biodiversiteit, natuur, landschap en klimaat) en meerdere (elkaar versterkende) producten en diensten leveren. Voor veel ondernemers is dit een behoorlijke ommezwaai. Toewerken naar een 'natuurinclusief' of adaptief bedrijfsmodel zal meestal gaan in kleine stapjes, uitgaande van wat past bij de ondernemer en het bedrijf. Daarnaast hebben ook de overheid, de consument en de Agribusiness stappen te zetten om zo'n omslag naar een duurzame, biodiverse landbouw te kunnen maken.

Dit boek geeft praktische voorbeelden en wil vooral inspireren tot het nemen van deze stappen.

LEESWIJZER

Hoofdstuk 1 gaat dieper in op de relatie tussen landbouw en biodiversiteit en schetst uitgebreider de ontwikkelingen van de landbouw en welk perspectief er is om een integraal bedrijfsmodel te ontwikkelen waar landbouw en biodiversiteit elkaar versterken. Omdat een gezonde bodem de basis is voor de productie en ons voedsel, is bodem het thema van hoofdstuk 2. Vervolgens wordt in de hoofdstukken 3 en 4 de meerwaarde van natuur binnen de melkveehouderij en akker- en tuinbouwbedrijven geschetst. Dit wordt gedaan aan de hand van een aantal voorbeelden. Ten slotte gaat hoofdstuk 5 in op de rol van kringlopen en de functie van het landschap en wijden we hoofdstuk 6 aan de gehele voedselketen, waar ook een omslag moet worden gemaakt. Het boek sluit af met de mogelijke verdienmodellen.



DE NATUUR ALS SUPERIEURE BOER

In zijn klassieker **'An Agricultural Testament'** uit 1943 noteert de Engelse botanist en pionier van de biologische landbouw Albert Howard (1873-1947) hoe we de kunst van natuurlijke landbouw prima kunnen afkijken. Op onderzoek in destijds Brits-Indië noteert hij:

'Hier is een gemengd systeem de basis voor de "natuurlijke landbouw": planten en dieren leven in symbiose. In het bos komen vele vormen van dierenleven voor, van zoogdieren tot de eenvoudigste ongewervelden, schimmels en bacteriën. Het plantenrijk vertoont een vergelijkbare grote variatie en er is nooit sprake van een monocultuur: gemengde gewassen en gemengde landbouw zijn de regel. De grond wordt altijd beschermd tegen de directe invloed van zon, regen en wind. Er gaat niets verloren in het systeem, een zeer strikte economie. Alle energie van het zonlicht wordt gebruikt door het bladerdek. De bladeren breken ook de regenval af in fijne straal zodat deze gemakkelijker interacteert met het strooisel van planten- en dierenresten, die de grond bedekken en beschermen tegen de wind. Deze processen zijn heel effectief in het omgaan met zon en regen. Vooral de regenval wordt zorgvuldig geconserveerd. De fijne spray gecreëerd door het gebladerte wordt getransformeerd in dunne waterfilms die langzaam naar beneden bewegen, eerst in de humuslaag en dan in de grond en ondergrond. Deze laatste zijn op twee manieren poreus gemaakt: door de creatie van een goed gemarkeerde kruimstructuur en door een netwerk van drainage- en beluchtingskanalen, gemaakt door regenwormen en andere gravende dieren. De poriënruimte van de bosbodem

is maximaal zodat er een groot intern bodemoppervlak is waardoor de dunne films van water bewegen. Er is ook voldoende humus voor de directe opname van vocht. Het overtollige water loopt langzaam weg via de ondergrond. Er is zelfs opmerkelijk weinig afvloeiing van het boscossysteem. Wanneer dit gebeurt, is het praktisch helder water. Bijna geen bodem wordt door het water verwijderd. Er is geen sprake van bodemerosie en weinig of geen droogte in bosgebieden; neerslag wordt vastgehouden precies waar het nodig is. Het bos bemest zichzelf. Het maakt zijn eigen humus en voorziet zichzelf van mineralen. Er is in bossen nauwelijks afval, afvalstoffen worden omgezet door schimmels en bacteriën in humus. De processen zijn in een vroeg stadium afhankelijk van zuurstof voor oxidatie, in het volgende stadium vinden ze plaats in de afwezigheid van lucht. Ze zijn hygiënisch en er is geen enkele vorm van overlast – geen geur, geen vliegen, geen verbrandingsovens, geen kunstmatige riolering, geen door water overgebrachte ziekten. Integendeel, het bos biedt een plek voor de ideale zomer-vakantie: voldoende schaduw en een overvloed aan pure frisse lucht. Niettemin, de omzetting van plantaardig en dierlijk afval in humus is nooit zo snel en zo intens als tijdens de vakantiemaanden – juli tot september. De minerale stoffen die de bomen en het kreupelhout nodig hebben, worden verkregen uit de ondergrond. Ze worden verzameld door de diepere wortels, in een verdunde oplossing in water. De details van de worteldistributie en de manier waarop de ondergrond grondig wordt uitgekamd is ingenieus ontwikkeld.'

In de reguliere wetenschappelijke literatuur van de landbouw wordt weinig of geen aandacht besteed aan de manier waarop de natuur het land en het water beheert en regelt. Juist deze natuurlijke methoden van bodembeheer vormen de basis van ons inzicht over bodemvruchtbaarheid, zoals Howard ook al constateerde. Voorbeelden van vergelijkbare ontwikkelingen die de kracht van natuurlijke processen en de toepassing ervan in de landbouw gebruiken, zijn de biodynamische landbouw (naar het werk van Rudolf Steiner), de biologische landbouw (onder andere door het echtpaar Hans en Marie Müller in Zwitserland en Lady Eve Balfour in Engeland) en de permacultuur (waar Bill Mollison en David Holmgren grondleggers van zijn, zij lieten zich op hun beurt inspireren door het werk van systeemcoloog Howard Odum).

Door deze natuurkennis weten we dat er bepaalde natuurwetten gelden wanneer er landbouw wordt bedreven: een vruchtbare en humusrijke bodem, toepassing van agrobiodiversiteit, goed watermanagement en circulatie van nutriënten en gebruiken van energie. Ongeacht welk bedrijfsmodel de ondernemer hanteert, gelden deze wetten voor elk bedrijf dat duurzaam landbouw wil bedrijven.

1.1 Het nut van biodiversiteit voor de landbouw

Als het over biodiversiteit gaat, wordt meestal naar de natuurwaarden gekeken, zoals de aanwezigheid van zeldzame of rodelijstsoorten, de achteruitgang in aantallen akkervogels en het in stand houden van bijen of vlinders. Daarmee wordt aan biodiversiteit een intrinsieke waarde toegekend, dat wil zeggen: een waarde die losstaat van het nut of de gebruikswaarde door de mens. Maar biodiversiteit is veel meer dan alleen de aanwezigheid van bijzondere soorten. In deze paragraaf staan we stil bij de waarde van biodiversiteit voor het voortbestaan van de landbouw. Een groot deel van het functioneren van het agrarische bedrijf hebben we immers te danken aan de biodiversiteit (functionele agrobiodiversiteit) die daar aanwezig is en waarmee voedsel geproduceerd wordt.

Deze agrobiodiversiteit is groot: levende organismen zijn betrokken bij alle natuurlijke processen waarvan de landbouw gebruikmaakt. Alleen al bij het verteren van mest, wortels en gewasresten zijn enorm veel verschillende soorten bacteriën, schimmels, aaltjes, springstaarten, regenwormen, en dergelijke actief. Bij dit verteringsproces komen voedingsstoffen voor het gewas beschikbaar maar ook voor het bodemleven dat tegelijkertijd een bijdrage levert aan het ziekte werende, water vasthoudende en water leverende vermogen van de bodem. Veel van deze functies worden in de landbouw als vanzelfsprekend beschouwd en vaak onbewust benut.

Mogelijk bekender is de bestuiving van planten door gevleugelde insecten waaronder wilde bijen, hommels en zweefvliegen. Circa driekwart van onze voedselgewassen is afhankelijk van bestuiving door deze insecten. Daarnaast werkt biodiversiteit positief op natuurlijke ziekte- en plaagregulatie als de leefomstandigheden van de natuurlijke vijanden, zoals sluipwespen en vogels, verbeteren. Een brede genetische diversiteit in landbouwgewassen en dierrassen is essentieel om te kunnen blijven inspelen op veranderingen in milieuomstandigheden, klimaat en ziektedruk of andere onvoorspelbare omstandigheden. Bovendien zijn de van oorsprong Nederlandse rassen landbouwhuisdieren en gewassen een waardevol onderdeel van ons cultureel erfgoed.

Biodiversiteit is dus essentieel voor de voedselvoorziening: hoe meer diversiteit, des te gezonder het systeem, denk maar aan onze eigen voeding: voedingsdeskundigen bevelen ons niet voor niets een gevarieerd dieet aan om een gezond lichaam te behouden. Naast de directe functie van biodiversiteit in de landbouw, biedt (bio)diversiteit ook

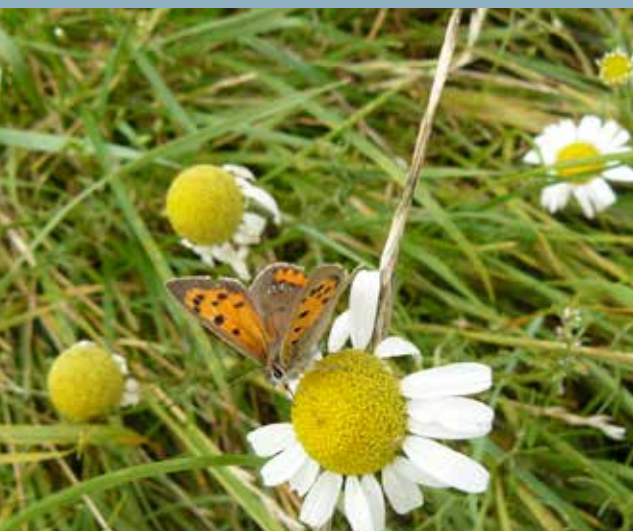
WAAROM BIODIVERSITEIT ZO BELANGRIJK IS

Biodiversiteit is de totale variëteit van leven op aarde en heeft dus betrekking op de genetische diversiteit (variëteiten, rassen), de variatie in gewassen en soorten. Biodiversiteit gaat niet alleen over de individuele soorten, maar juist over de diversiteit van ecosystemen, soorten en genen, en de samenhang daartussen. Het omvat ook de diversiteit van soorten die de productie ondersteunen (ecosysteemdiensten: bodemorganismen, plaagbestrijders, bestuivers), de diversiteit in soorten die landbouwgebieden als leefgebied hebben (bijvoorbeeld boerenlandvogels) en de diversiteit van agro-ecosystemen, het landschap en de onderlinge verbinding van die systemen en landschappen (bijvoorbeeld door groen-blauwe dooradering).

Door diversiteit is de kans op overleving groter als zich een verandering in de omgeving voordoet. Biodiverse ecosystemen zijn over het algemeen veerkrachtiger en daarom beter in staat om het hoofd te bieden aan onvoorspelbare omstandigheden. Het verliezen van veerkracht (biodiversiteit) leidt tot verhoogde kwetsbaarheid waardoor het systeem zijn func-

ties niet goed meer kan uitoefenen zodra zich storingen voordoen. Niet alleen de productie gaat verloren, maar ook de regulerende en ondersteunende functies die nodig zijn voor duurzaam gebruik van hulpbronnen voor toekomstige generaties binnen de grenzen van de aarde. Een voorbeeld. Insecten zijn onmisbaar voor de wereld. Zonder insecten zijn er geen wilde planten, is er geen voedsel voor vogels, geen organische kringloop, geen biologische plaagbestrijding, geen bestuiving van voedselgewassen; het ecologische systeem zakt in elkaar.

Het Intergouvernementeel Platform voor Biodiversiteit en Ecosysteemdiensten (IPBES), een gezaghebbende club van 500 experts uit 50 landen, waarschuwde in 2019 voor het uitsterven van 1 miljoen plant- en diersoorten. De urgentie om de ecosystemen van deze aarde te beschermen is nu groter dan ooit. Ook de Wereld Voedsel Organisatie (FAO) heeft gewaarschuwd voor de effecten op onze voedselvoorziening van sterke afname van biodiversiteit.



Kleine vuurvliinder



Langpootmug





Koevinkje

Slobkousbij



Honingbij



Sleedoornpage



Gele kwikstaart



Citroenvlinder



Barmsijs

andere waarden. Door de aanwezigheid van heggen, hagen, slootkanten, akkerranden en bosschages worden de culturele aspecten en schoonheid van het landschap vormgegeven. Deze landschapselementen vormen de leefomgeving voor planten, insecten, vogels en andere dieren. Overigens worden de bomen en bosjes in en langs een weiland ook gewaardeerd door het vee. Ze vinden er schaduw, klimgelegenheid en zelfs bladeren met gezondheidsbevorderende stoffen.

1.2 De ontwikkeling naar een controlemodel

Stikstof is een essentiële nutriënt in de landbouw. Hoe meer stikstof, hoe hoger de opbrengsten. De ontwikkeling van het gebruik van stikstof is een exemplarisch voorbeeld van hoe de landbouwsector in de vorige eeuw, gestimuleerd door overheidsbeleid, steeds meer gebruik ging maken van externe bronnen, zoals kunstmest, en controle wilde hebben over het productieproces. Om de opbrengsten te verhogen, eerst vanuit het oogpunt van voedselzekerheid en verbetering van de arbeidsomstandigheden, later ook vanuit economisch belang, werden de natuurlijke processen zoveel mogelijk uitgeschakeld om risico's te verlagen en de beheersbaarheid te verhogen. Intensivering van de landbouw ging gepaard met specialisatie en schaalvergroting.

Ecosystemen zijn daardoor vereenvoudigd en landschappelijke elementen zoals bomen en hagen verdwenen veelal als gevolg van ruilverkavelingen. Gemengde bedrijven verdwenen en zijn gespecialiseerde akkerbouw- of melkveebedrijven geworden. Sloten werden rechtgetrokken en akkers ontdaan van (on)kruiden. Dit werd mede mogelijk gemaakt door het beschikbaar komen van technieken en hulpmiddelen, zoals mechanisatie, beregening, kunstmest en bestrijdingsmiddelen. Deze externe bronnen vervangen diensten die voorheen door het ecosysteem geleverd werden. De natuurlijke processen en daarmee de biodiversiteit komen onder druk te staan en worden niet meer optimaal benut. Zo is kunstmest direct opneembaar door de plant en speelt het bodemleven hier maar een marginale rol waardoor het verdwijnt. Onkruiden worden bestreden met herbiciden en er wordt niet langer gebruikgemaakt van natuurlijke plaagbestrijding. Hiermee is een hoge mate van afhankelijkheid van externe bronnen gecreëerd. Prijsfluctuaties maken het systeem zeer kwetsbaar wanneer er onvoldoende buffer is opgebouwd. Nog groter is het risico dat op de langere termijn de bodemgesteldheid afneemt. Dit kan leiden tot productieverlies en dus additionele kosten.



Agrarisch bedrijf
zonder beplanting of
houtwal



Monocultuur
grasland met plukje
paardenbloemen



Monocultuur
akkerland

De focus van het gangbare systeem ligt op de economie van de landbouw en de druk voor de individuele ondernemer om daaraan mee te doen was en is nog steeds groot (padafhankelijkheid, zie hoofdstuk 6). De keuzevrijheid van de ondernemers staat hierbij onder druk. De grond- en pacht prijzen zijn hoog, daarmee zijn de investeringen en leningen van de bank dat ook. Dit leidt tot een bedrijfsmodel dat gericht is op zoveel mogelijk produceren tegen zo laag mogelijke kostprijs en winst op korte termijn – de lening moet immers worden afgelost en de rente en pacht prijs betaald. De (prijs)druk op landbouwgrond in combinatie met de productie voor de wereldmarkt heeft er mede toe geleid dat er nog maar een paar gewassen economisch geteeld kunnen worden in de akkerbouw in Nederland. Dat zijn voornamelijk gras, maïs, aardappelen, bieten en ui. Het areaal graan loopt de laatste decennia terug omdat de marktprijs lager is dan de kosten voor de ondernemer. Maar het is juist dit gewas dat de bodem tot rust brengt en de bodemvruchtbaarheid bevordert. Veronachtzaming van de bodem als waardevol productiemiddel leidt tot afname van de bodemvruchtbaarheid en -gezondheid.

Samengevat richt de ondernemer zich op het beheersen van kortetermijnrisico's met een zeer beperkte marge en een maximale economische waarden. De 'controle' om het systeem in evenwicht te houden en risico's te beperken leiden tot steeds grotere afhankelijkheid van externe middelen en bedrijven zoals zaadleveranciers, verwerkende industrie, supermarkten en banken. We noemen dit het controlemodel. Hoewel dit controlemodel heeft geleid tot een grote toename van de voedselproductie per hectare landbouwgrond, is het niet langer houdbaar. De neveneffecten, zoals de belasting van het milieu en de degradatie van het dier (en boer) tot instrument, worden inmiddels steeds meer onderkend. Daarbij heeft deze intensieve vorm van landbouw zeer negatieve gevolgen voor de bodemkwaliteit en voor de boven- en ondergrondse biodiversiteit.

1.3 De teruggang van de ecologische stand

Ongeveer 70 procent van het landareaal in Nederland bestaat uit agrarisch landschap. Daarmee vormt het agrarische gebied de grootste habitat voor planten en dieren. Er zijn in Nederland meer dan 45.000 planten, schimmels, insecten, dieren en overige organismen bekend. Een groot aantal van deze soorten vindt in het agrarisch gebied zijn leefomgeving en is daarvan afhankelijk (zie ook

HET VERHAAL VAN STIKSTOF

De biodiversiteit van onze natuurlijke systemen is ontstaan door gebrek aan onder andere stikstof. Hierdoor zijn bewonderingswaardige processen ontwikkeld tussen een grote verscheidenheid aan schimmels, bacteriën, planten, insecten en andere dieren die efficiënt met stikstof en andere nutriënten omgaan. Alle levende wezens hebben als bouwstof een vorm van stikstof nodig, dat wil zeggen stikstofoxiden of ammoniak, niet de stikstof die een groot deel uitmaakt van de lucht. Vlinderbloemige planten kunnen, samen met bepaalde bacteriën, stikstof uit de lucht binden en omzetten in ammoniak en eiwit, andere planten halen stikstof uit mest. Op deze manier komt stikstof in de voedselketen van planten, dieren en mensen.

Stikstof kan via kunstmest worden toegevoegd om de (voedsel)productie te verhogen, de biologische interacties zijn dan echter niet meer nodig: de plant voedt zich direct met de kunstmest en het bodemleven wordt niet meer direct gevoed door de plant. Dit speelt zich ook af bij stikstofdepositie (stikstof die uit mest naar de lucht lekt, komt vanuit de lucht in een gebied via stof en neerslag), die zo bijdraagt aan de achteruitgang van biodiversiteit.

Hoewel sommige soorten in de natuur profiteren van de extra stikstof, houden de meeste planten van een voedselarme bodem. In een stikstofrijke bodem worden zeldzame, langzaam groeiende soorten overwoekerd en verdrongen. Dit is zichtbaar in kustgebieden met excessieve algenbloei, in kleurige heidevelden die vergrassen en in de bossen waar bramen en brandnetels woekeren. Een teken dat de natuurlijke, evenwichtige kringloop is verstoord.

Natuurlijke stikstof-arme ecosystemen



Biodiverse ondergroei



Kostmossen



Kruidenrijk grasland



Voedselarme sloot

Stikstofrijke ecosystemen



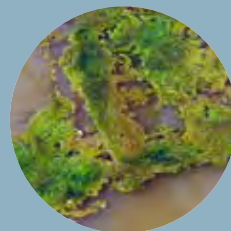
Verlies ondergroei



Verlies kostmossen

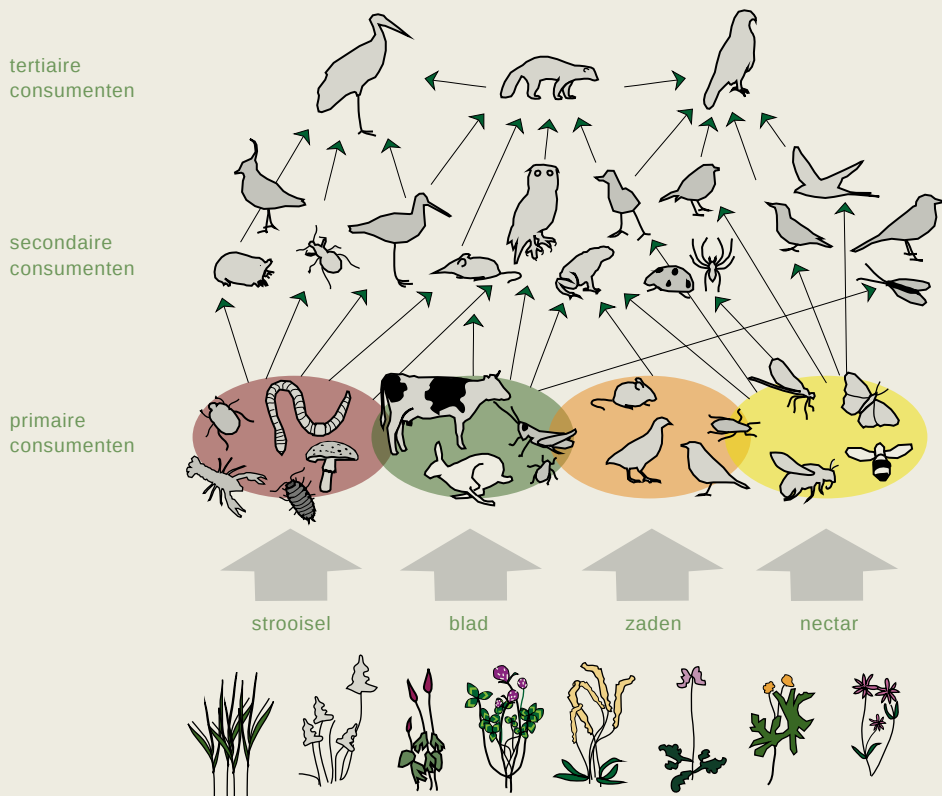


Monocultuur grasland

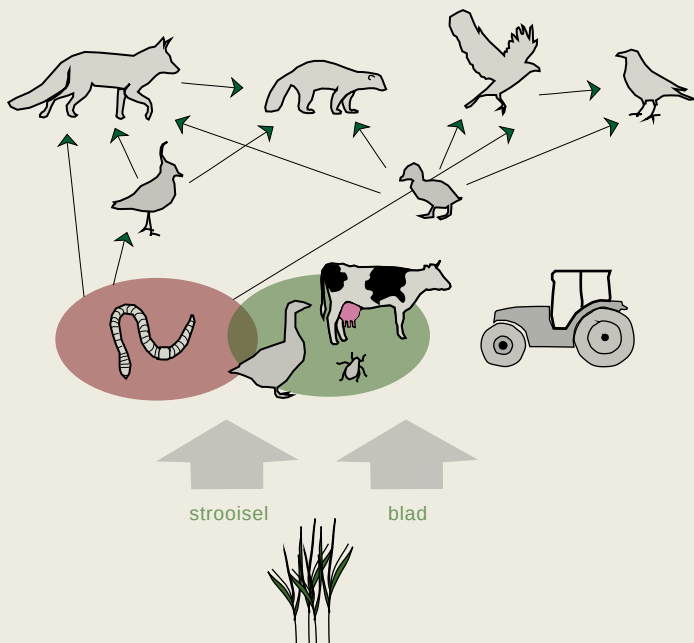


Overmatige algengroei

VOEDSELWEB 1950



VOEDSELWEB NU



Figuur 1
Veranderend voedselweb en soorten
als gevolg van veranderde landbouw
(bron Jeroen Onrust)

www.compendiumvoordeleefomgeving.nl). De intensiteit van het landgebruik en het monotone agrarische landschap zijn redenen voor de achteruitgang van soorten. Als je door Flevoland rijdt, zie je in de winter vaak zwarte grond en in de zomer eindeloze velden aardappelen, suikerbieten en uien. In gebieden met melkveehouderij zie je groene weiden zo strak als een biljartlaken met hoofdzakelijk Engels raaigras, zonder bloemen of kruiden. De landbouw heeft bio-uniformiteit gecreëerd in plaats van bio-diversiteit. De uniformiteit in tijd zorgt voor pieken van voedselaanbod die dan gevolgd worden door periodes met heel weinig aanbod voor bijvoorbeeld insecten en vogels. Soorten die het vooral moeten hebben van een divers aanbod hebben het daarom enorm moeilijk. Uniformiteit is het resultaat van het controlemodel:

- grote oppervlakten met dezelfde grassen of gewassen;
- hetzelfde tijdstip waarop grote blokken tegelijk gemaaid worden;
- omvang van de percelen met minder randen of overgangen;
- weinig overhoekjes, bosjes en/of struweel;
- het gebruik van kunstmest en bestrijdingsmiddelen.

Het niet accepteren van onkruiden – en dus ook geen onkruidzaden – en het verdwijnen van heel veel bloei in de cultuurgewassen zowel in het grasland (geen klaver of kruidenrijk grasland) als op de akkers (bijna alle bloeiende gewassen zijn verdwenen), maken het voor bloembezoekers en de soorten die bloembezoekers eten lastig overleven.

Aan de opkomst van kunstmest kleeft nog een ander aspect. Het is niet langer nodig om vee te houden voor de bemesting van akkerbouwgewassen. Daarmee is de dierhouderij losgekoppeld van de groei van gewassen en daarmee los van de grond; de kringloop is doorbroken. Daarnaast is beweiding afgenomen. Door allerlei oorzaken (groei van de veestapel, stalsystemen en wetgeving) is veel mest verworpen tot afvalverwerking in de vorm van drijfmest. Drijfmest heeft een veel lagere kwaliteit dan vaste mest bij bemesting en voeding van het bodemleven en insecten. Toevoeging van stikstof heeft andere nadelen: afnemende meeropbrengst, steeds grotere verliezen naar het milieu bij steeds hogere input (bemesting) en de uitschakeling van de bodembioïologie. Door dit laatste zijn andere middelen nodig om het systeem weerbaar te maken tegen ziekten en plagen, wat vervolgens weer onvermijdelijk tot verschraling in flora en fauna leidt.

We noemden het al eerder: ook vogelsoorten die sterk gebonden zijn aan bepaalde leefgebieden en omstandigheden, hebben het moeilijk. Denk daarbij aan boerenlandvogels als de grutto, patrijs,

NETWERK ECOLOGISCHE MONITORING

Het Netwerk Ecologische Monitoring bepaalt in Nederland al jarenlang de verandering in soorten. Twee groepen die al lange tijd gemonitord worden en als indicatoren voor de biodiversiteit fungeren zijn de vlinders en bijen. In Nederland leven meer dan 2400 soorten vlinders. Met 68 procent van de bedreigde soorten op de Rode Lijst vormen dagvlinders (samen met steenvliegen) de meest bedreigde soortengroep in Nederland. De Vlinderstichting meldt een gemiddelde achteruitgang van 35 procent in 25 jaar en meer dan 80 procent in 100 jaar in de populaties van alle soorten. Oorzaak van deze sterke afname van vlinders is de teloorgang van bloemweides en daarmee ook voedselplanten voor rupsen. De achteruitgang heeft zich sinds 2000 deels gestabiliseerd, dankzij de soorten die alleen in natuurgebieden voorkomen. Voor soorten die ook buiten natuurgebieden voorkomen wordt de afname eerder sterker dan zwakker.

Ook bijen horen bij de bedreigde groepen van de Nederlandse flora en fauna. Zo'n 50 procent van de ongeveer 360 soorten wilde bijen die in Nederland voorkomen staat op de Rode Lijst. Van die 180 zijn 34 soorten reeds geheel uit Nederland verdwenen. Bij hommels (een belangrijke groep wilde bijen) zijn zelfs 21 van de 29 soorten achteruitgegaan. Voor de landbouw is bestuiving door insecten essentieel, wilde bijen zijn hier vele malen effectiever en daarmee belangrijker voor dan honingbijen.



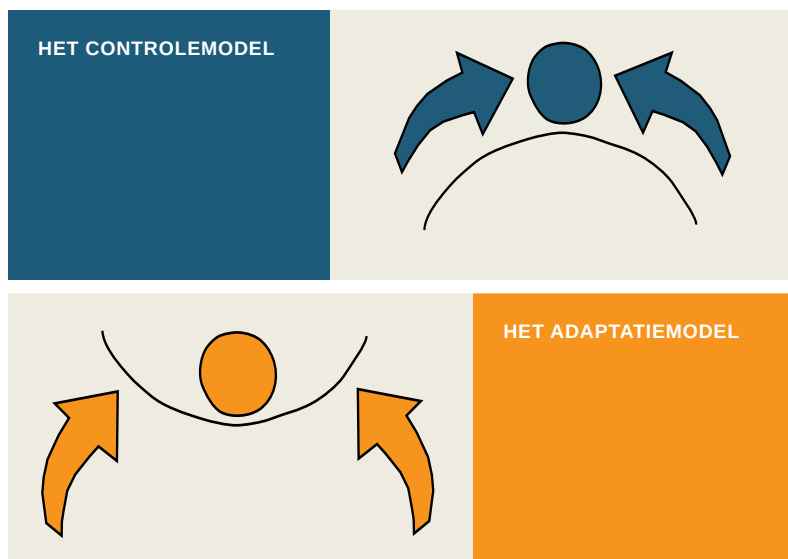
kievit en veldleeuwerik. Sinds 1960 is het aantal boerenlandvogels met 60 tot 70 procent teruggelopen. Dat komt neer op de verdwijning van meer dan 2,5 miljoen broedvogels in ruim vijftig jaar. Het aantal patrijzen, zomertortels en ringmussen is gedecimeerd en van de grutto's is twee derde verdwenen. Voor de grutto en de scholekster heeft ons land internationale verantwoordelijkheid, omdat 90 procent van alle grutto's wereldwijd in Nederland broedt. Naast afname van deze karakteristieke boerenlandvogels zien we een sterke toename van ganzen, ooievaars en roofvogels. Die heeft te maken met een beschermde status van deze vogels en de toegenomen voedselvoorziening, zoals eiwitrijk gras en muizen.

In grote delen van ons land is de zogenoemde basiskwaliteit onvoldoende. Dat betekent dat om de biodiversiteit te behouden of te versterken, de landbouwgebieden te intensief worden beheerd, de oppervlakte voor natuur te klein en te versnipperd is, ecosystemen te kwetsbaar zijn geworden en de soortenaantallen te laag. Overigens is dit een wereldwijd probleem; 1 miljoen plant- en diersoorten dreigen uit te sterven. Om deze negatieve ontwikkeling om te buigen, helpt het niet meer om alleen op soortbehoud in te zetten. Ingrijpen op ecosysteemniveau is noodzakelijk. Natuur- en landbouwgebieden moeten elkaar versterken, waarbij veerkrachtige natuurgebieden een brongebied vormen voor biodiversiteit en in de landbouwgebieden voldoende biodiversiteitsmaatregelen worden genomen om het landelijk gebied als leefomgeving voor soorten aantrekkelijk te maken. In toenemende mate komen er bewijzen en aanwijzingen dat voor veel soorten het voedselaanbod een beperkende factor is waarbij met name de positie van insecten binnen het voedselweb wankelt. Een herontwerp van het agrarisch bedrijf waarin meer evenwicht tussen natuur en landbouw wordt gecreëerd, is meer dan wenselijk.



1.4 Het perspectief: adaptieve landbouw

Er zijn ondernemers die natuur een grote rol geven in hun bedrijf. 'Bewust de processen van de natuur benutten', 'de bodem koesteren en voeden', 'vakmanschap vergroten door de natuur de kans te geven': het zijn voorbeelduitspraken uit het LEI-rapport *Innovatief van nature?*, (LEI heet inmiddels WECR - Wageningen Economic Research) van ondernemers die ieder op hun manier het controlemodel hebben losgelaten en vervangen door een ander model. Onder hen zijn onder-

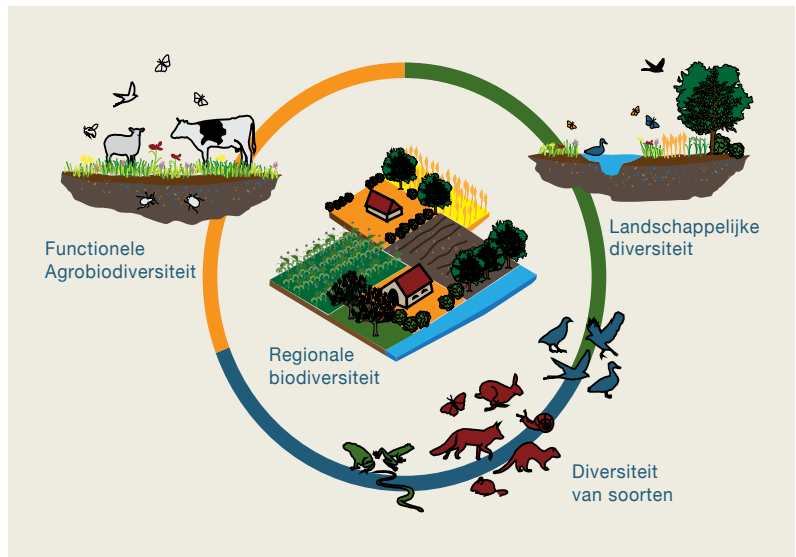


Figuur 2
Het controle- en
adaptatiemodel
(bron LBI)

nemers uit de biologische of biologisch-dynamische landbouw of ondernemers die werken vanuit de kringloopbenadering, agro-ecologie, permacultuur of agroforestry. Dat is een behoorlijk andere benadering ten opzichte van het controlemodel en het vergt een andere wijze van denken over natuurlijke processen. In het algemeen kunnen we zeggen dat het gaat om een landbouwsysteem waar juist optimaal gebruik gemaakt wordt van biodiversiteit en natuurlijke processen om de weerbaarheid te vergroten en de risico's te verlagen. Het gaat ook om bewust omgaan met eigen bronnen, zoals de bodem, mest, landschap, omgeving, geld en dieren. We noemen dit het adaptatiemodel. In dit model staan bodemkwaliteit en biodiversiteit centraal. Een gezonde bodem kan veel beter omgaan met externe stress, zoals droogte en overvloedige regenval en ziektedruk. Hierdoor is het langetermijnsrisico lager. De droogte van de Hollandse zomer in 2018 kan als voorbeeld dienen dat goed beheerde en gevoede bodems een beter vochtvasthoudend vermogen hebben.

Figuur 2 laat de kenmerkende verschillen zien tussen beide modellen. In tegenstelling tot het controlemodel maakt het adaptatiemodel optimaal gebruik van de natuurlijke omgeving en integreert die in de bedrijfsvoering. Zo wordt actief bijgedragen aan de kwaliteit van diezelfde natuurlijke omgeving. Door natuurlijke processen en functionele biodiversiteit juist te benutten in bodem, water, gewas, dier en bedrijf, vermindert de afhankelijkheid van externe middelen en vangt het systeem zelf de risico's op van klimaatfluctuaties, ziekten en plagen. De zorg voor specifieke soorten en landschap

Figuur 3
De vier samenhan-
gende elementen
van biodiversiteit in
de landbouw
(bron LBI)

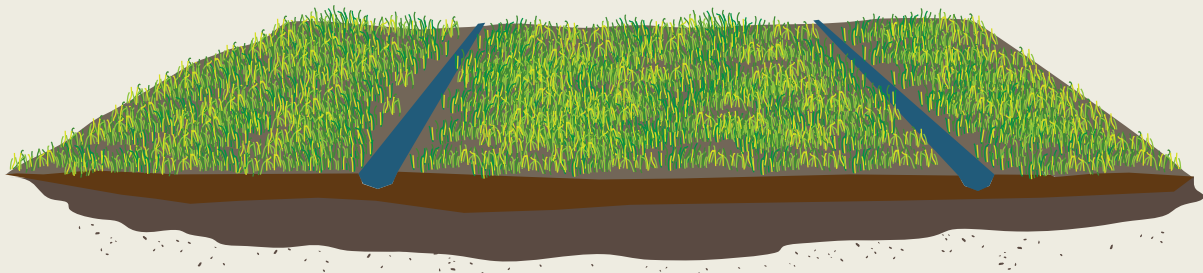


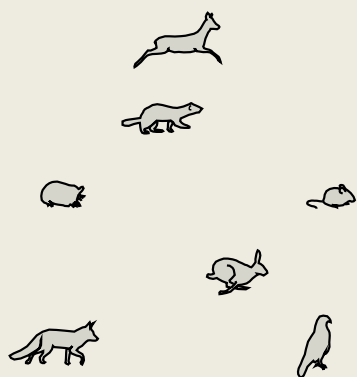
dragen bij aan de weerbaarheid van het systeem. Hoewel nog volop in onderzoek en experimentfase, is de diversificatie van de teelt door strokenteelt en mengteelten een voorbeeld van weerbare landbouw in de akkerbouw. Het grote verschil tussen beide modellen is dat het controlemodel een zo hoog mogelijke productie als doel heeft, terwijl het adaptieve model gericht is op het in stand houden van de kwaliteit van de productiemiddelen, zoals bodem, agrobiodiversiteit en landschap.

Natuurinclusieve landbouw

De gedachtegang achter natuurinclusieve landbouw komt overeen met de filosofie van het adaptatiemodel. Natuurinclusieve landbouw produceert voedsel binnen de grenzen van natuur, milieu en leefomgeving en met een positief effect op de biodiversiteit. Het vergt een aanpak op vier samenhangende elementen. In figuur 3 worden de vier elementen in beeld gebracht.

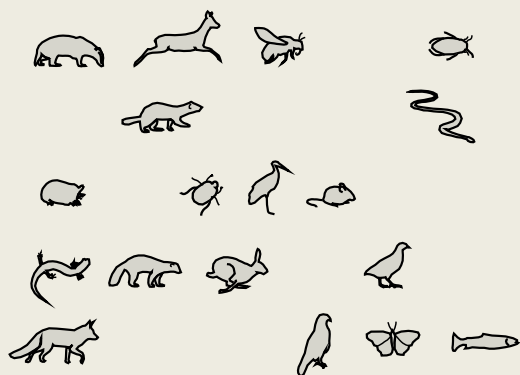
- *Functionele agrobiodiversiteit*: een gezonde bodem en gesloten kringloop zijn de basis.
- *Landschappelijke diversiteit*: de landschappelijke elementen zijn ondersteunend aan de agrobiodiversiteit en soorten uit het leefgebied.
- *Brongebieden en verbindingzones naar de natuur en omliggende bedrijven (regionale biodiversiteit)*: samenwerking in de regio waardoor een landschap ontstaat met ‘groen-blauwe dooradering’.
- *Specifieke soorten vragen specifieke maatregelen (diversiteit van soorten)*: additionele maatregelen om specifieke soorten te behouden.



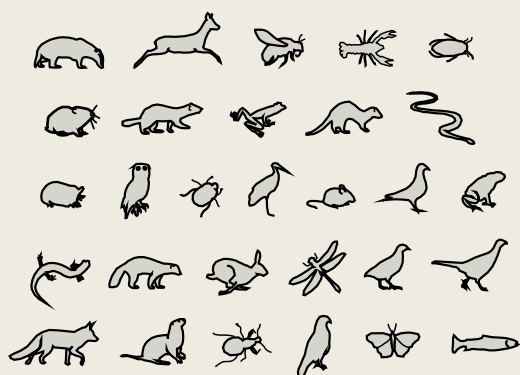


ree
hermelijn
mol
veldmuis
haas
vos
buizerd

Figuur 4
Toename van de
diversiteit in het
landschap leidt tot
meer biodiversiteit
en soortenrijkdom,
hogere voedsel-
productie en weer-
baarheid



das ree akkerhommel
waterkever
hermelijn
ringslang mol
meikever ooievaar
veldmuis
salamander bunzing
haas kwartel
vos
buizerd
rouwmantel forel



das ree akkerhommel
rivierkreeft waterkever
hamster hermelijn
kikker steenmarter
ringslang mol ooruil
meikever ooievaar
veldmuis houtduif pad
salamander bunzing
haas libelle kwartel
patrijs vos otter
schallebijter buizerd
rouwmantel forel

Het is belangrijk om de samenhang tussen de vier elementen uitgebreider te beschrijven, omdat juist deze samenhang zorgt voor een robuust systeem voor landbouw en natuur. De bodem onder het landschap bepaalt de vorm van landbouw die het beste kan worden toegepast. Een gezonde bodem die in staat is voldoende water vast te houden en te leveren, die kan bijdragen aan de levering en het beheer van nutriënten en die koolstof vastlegt en gebruikt voor onderhoud van het bodemleven is daarbij essentieel (eerste element). De functie van een gezonde bodem voor landbouw wordt ondersteund door landschapselementen (tweede element) die een dubbelfunctie hebben: zij vormen enerzijds de basis voor functionele agrobiodiversiteit, denk aan bestuiving en plaagbestrijding, anderzijds vormen zij de leefomgeving van soorten die specifiek in het landelijk gebied voorkomen. Door een goede afstemming tussen boeren, waterschap en beheerders van natuurgebieden kan de biodiversiteit in een gebied verder worden versterkt (derde element). Hiermee wordt de basis gelegd voor een productief agrarisch bedrijf, maar ook voor de specifieke soorten en de soorten op de Rode-Lijst. Om echter specifieke soorten te beschermen en te bevorderen zijn additionele maatregelen nodig (vierde element), die in een aantal gevallen ten koste gaan van de productie op het bedrijf; bijvoorbeeld wanneer het maaien van het gras wordt uitgesteld ten behoeve van weidevogels. Een beloning hiervoor vanuit de maatschappij is dan wenselijk. In het landelijke Deltaplan Biodiversiteitsherstel (zie www.samenvoorbiodiversiteit.nl), een routeplanner naar herstel van biodiversiteit, worden deze vier elementen eveneens toegepast.

Het rapport Maatregelen natuurinclusieve landbouw definieert volledig natuurinclusieve landbouw als in principe grondgebonden, omdat een gezonde bodem de basis is. Dit laat onverlet dat de intensieve, niet-grondgebonden sectoren ook kunnen werken aan natuur. Denk bijvoorbeeld aan natuur op het erf en het beperken van de impact op de omgeving in de niet-grondgebonden veehouderij, of de glastuinbouw, waar al veel gebruik gemaakt wordt van natuurlijke plaagbestrijding. Overigens hoeft grondgebondenheid niet alleen te betekenen dat het om eigen grond gaat. Ook een samenwerking tussen bijvoorbeeld akkerbouw en veehouderij in de nabije omgeving van het bedrijf beschouwen we als grondgebonden. Intensieve veehouderij die afhankelijk is van voerimport uit andere landen valt hier logischerwijs niet onder.

Het toepassen van het adaptatiemodel biedt natuurlijk alleen perspectief als er een positief bedrijfseconomisch model onder ligt. In de

praktijk zijn er verschillende succesvolle ontwikkelingen. Natuurinclusieve of kringloopboeren die bewust omgaan met hun eigen bronnen blijken in de praktijk economisch rendabel, lopen minder risico door hun relatief lage financieringslast en zijn op zowel ecologische als economische niveaus weerbaarder, mits de ondernemers van deze bedrijven geen kortetermijnvisie hebben, maar op de lange termijn gericht zijn. Melkveebedrijven die aan duurzaamheid werken, presteren eveneens beter, zoals we in hoofdstuk 6 toelichten.

1.5 Adaptieve landbouwondernemers

Als we inzoomen op ondernemers die al langere tijd werken volgens de filosofie van het adaptatiemodel, dan zien we dat het succes van deze bedrijven onder andere wordt bepaald door hun grote mate van zelfstandigheid en eigenzinnigheid. Zij laten zich niet of minder leiden door het gangbare landbouwregime en werken al dan niet bewust met de volgende principes:

- Bekijk alle aspecten van het bedrijf en de omgeving in samenhang;
- Werk grondgebonden en minimaliseer externe middelen;
- Focus op maatschappelijke verbondenheid en blijf georiënteerd op de omgeving;
- Ontwikkel vakmanschap op meerdere gebieden, van agronomie en fokkerij tot bedrijfskunde en financiering;
- Zorg ervoor dat je je eigen bronnen (bodem, nutriënten, biodiversiteit, geld, etc.) optimaal benut;
- Toon ondernemerschap in het vermarkten van producten en diensten en wees daarin volhardend;
- Wees kostenbewust, zowel in termen van financiën als milieu en op het sociale vlak;
- Wees zelfstandig ten opzichte van de toeleverende (gespecialiseerde) bedrijven en afnemers.

Deze groep ondernemers maakt volgens schatting slechts 5 procent uit van het totaal en kan als voorbeeld en inspiratie dienen voor de grote groep ondernemers (circa 65 procent) die nu de gemiddelde landbouwpraktijk volgt, maar graag anders wil werken. Dat vergt niet alleen een verandering van bedrijfsstrategie van de ondernemer (van controle naar adaptatie), maar van alle spelers rondom deze boeren, zodat er een ander landbouwregime wordt geschapen dat dienstbaar is aan een echt duurzame landbouw (ecologisch, economisch en sociaal). Dit betekent uiteraard niet dat ondernemers die stappen willen zetten, moeten wachten op een regimeverandering.



DE BODEM

Het is niet voor niets dat de eerste van de vier elementen van biodiversiteit binnen een landbouwbedrijf bestaat uit functionele agrobiodiversiteit (zie figuur 3 op p. 29), beginnend bij bodemkwaliteit. De bodem is de basis voor ons voedsel; het bodemleven staat aan het begin van ons voedselweb en is onderdeel van de natuurlijke kringloop. Een kwart van de biodiversiteit op aarde zit in de bodem. En als je je realiseert dat het 500 jaar duurt om op een natuurlijke manier 25 millimeter vruchtbare bodem te vormen, weet je dat het iets is om zuinig op te zijn (zie kader op p. 38).

2.1 De bodem als levend organisme

De soortenrijkdom in de bodem is vergelijkbaar met die van het tropische regenwoud. Dankzij deze diversiteit van soorten kunnen planten groeien. Planten dienen als voedsel voor de bodem, maar ook voor mensen en dieren. Die dieren worden deels op hun beurt weer gegeten en de resten van planten en dieren komen, net als de mest, als organische stof terug in de bodem en voeden het bodemleven. De kringloop lijkt rond. Maar, door in de landbouw te oogsten voor menselijke consumptie vallen er minder of geen plantenresten op de grond, worden mineralen met de plantendelen uit de

kringloop verwijderd en wordt de cirkel doorbroken. Deze mineralen zullen moeten worden aangevuld door de bodem te voeden. Het beschrijven van de kringloop is eenvoudig, maar de processen binnen deze natuurlijke kringloop zitten zeer ingenieus in elkaar en veel ervan is voor ons nog (deels) onbekend. Zo weten we nog lang niet alles van het subtiele samenspel tussen bodemleven en planten(wortels).

Behalve als basis voor ons voedsel, is het bodemleven belangrijk voor waterregulatie en kent het klimaatfuncties. De kwaliteit van de bodem bepaalt bijvoorbeeld of regenwater snel wordt opgenomen, hoeveel water kan worden vastgehouden en weer afgegeven in droge tijden. Goede waterregulatie wordt belangrijker door de gevolgen van klimaatverandering zoals meer droge periodes en tijden van zware regenval. Een andere belangrijke klimaatfunctie is het vastleggen van koolstof uit CO₂ door de opbouw van stabiele organische stof in de bodem.

In het controlemodel wordt de bodem min of meer beschouwd als een levenloos substraat waarin met toevoeging van chemische voeding (kunstmest) gewassen worden geteeld. Mineralen worden aan het bodemvocht toegediend dat vervolgens door de plant wordt opgenomen. De voedende functie van de bodem en het bodemleven wordt hierbij overgeslagen en veel minder benut, waardoor deze biodiversiteit ook niet meer gevoed wordt en afneemt. Het lijkt een slimme shortcut binnen de kringloop, maar heeft op langere termijn vooral nadelen door uitputting van de bodem.

In het adaptieve model wordt de bodem juist als levend organisme beschouwd, en omdat een levende bodem zo belangrijk is, is het essentieel om deze bodem goed te verzorgen en beheren zodat de bodem gezond blijft. Bodemgezondheid is de capaciteit van de bodem om als vitaal levend systeem te functioneren. Dat wil zeggen dat, binnen de grenzen van het ecosysteem en landgebruik, de productiviteit en gezondheid van planten en dieren worden bevorderd en water- en luchtkwaliteit worden gehandhaafd of verbeterd. De conditie van de levende bodem wordt ook wel uitgedrukt als bodemkwaliteit. Dit laatste woord gebruiken we in dit boek.

De bodem bestaat uit minerale delen, water, lucht en organische stof. Onderdeel van de organische stof is het bodemleven. Dat bodemleven speelt een sleutelrol, zoals we straks zullen zien. In de bodem leven microflora zoals bacteriën, protozoën en schimmels, en fauna zoals wormen, mijten, springstaarten en aaltjes. Ook boven

Een gezonde bodem heeft een grote diversiteit aan soorten zoals wormen, mijten, springstaarten en aaltjes. In 200 gram gezonde aarde zitten meer dan 1200 soorten levende organismen met een totaalgewicht van ongeveer 0,5 gr bodemleven, wat dus gelijk staat aan een massa van ca. 4000 kg/ha. Om een idee te geven, dat is het equivalent van 7 koeien op een hectare. Het grootste aandeel hiervan bestaat uit bacteriën (3000 kg/ha), gevolgd door regenwormen (700 kg/ha) en schimmels (200 kg/ha).







VRUCHTBARE BODEM MAAK JE NIET ZOMAAR

Als we het over de bodem hebben, bedoelen we meestal de vruchtbare bodem waar ons voedsel op verbouwd wordt en waar de natuur en het landschap op gebouwd zijn. In de afgelopen veertig jaar is wereldwijd ongeveer een derde van het landbouwareaal (1,5 miljard ha) verlaten vanwege bodemerosie of degradatie. Ook in Europa – en ook in Nederland – gaat de bodemkwaliteit achteruit, vooral door bosbouw en landbouw.

Vruchtbare bodem maak je niet zomaar. Het duurt minstens 500 jaar om 25 millimeter vruchtbare toplaag te creëren. De benodigde bodemdikte voor landbouwgewassen is 30-50 millimeter. De bodem wordt opgebouwd door de aanvoer van zand en deeltjes via de lucht die zich afzetten op een oppervlak. Hier kan een levend systeem zich ontwikkelen door aanvoer van zaden, schimmels en bacteriën via de lucht. In het verre verleden zijn zo ook ecosystemen opgebouwd waar evenwicht tussen verschillende soorten van groot belang is. Wanneer het evenwicht wordt verstoord, verandert het ecosysteem. Dat kan een kleine verandering zijn, zoals een storm die bomen doet omwaaien of een grote verandering, zoals de verwoestijning van vruchtbare gebieden door verschuiving van klimaatzones of erosie. In het eerste geval kan het systeem zich weer herstellen. In het tweede geval verandert het systeem en al het leven erin gigantisch.

Gras en kruiden in de Gelderse Vallei met een diepe beworteling na veertig jaar niet scheuren

op de bodem krioelt het van leven, zoals loopkevers en mieren. Al deze organismen zijn op de een of andere manier betrokken bij de nutriëntenkringloop in de bodem en zorgen ervoor dat planten efficiënt hun voedingsstoffen kunnen vinden en opnemen. Een goede bodemkwaliteit betekent een goede samenhang tussen biologische, fysische en chemische componenten. Dat wil zeggen: een gezond bodemleven en ziekteverend vermogen (biologie), een goede structuur (fysisch) en een evenwichtige nutriëntenhuishouding (chemie). In de bodem vindt continu een samenspel tussen deze componenten plaats.

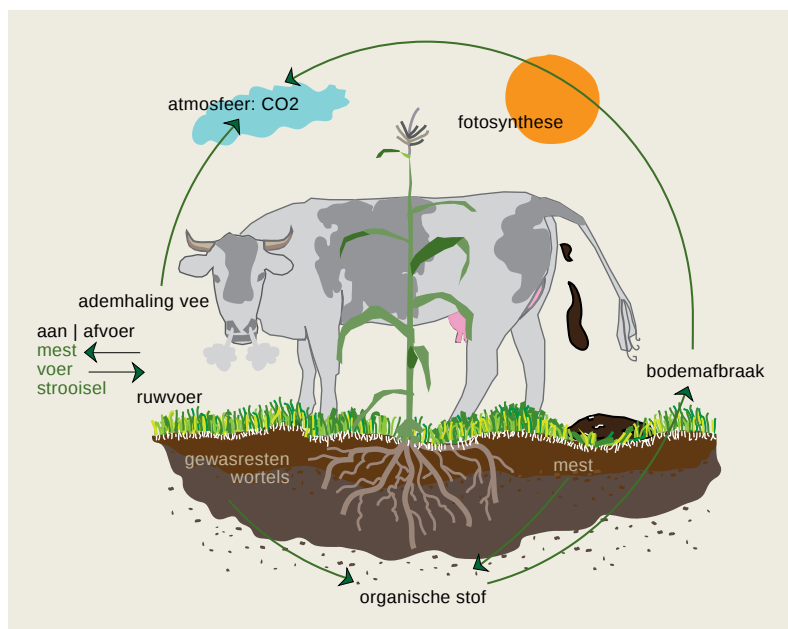
Als je wilt werken aan bodemkwaliteit, dan kun je je richten op zes elementen: organische stof, bodemleven, bodemchemie, bodemstructuur, waterhuishouding en beworteling. In de bodem is het gehalte aan organische stof bepalend voor de nutriëntenlevering, vochthuishouding en bodemstructuur. Organische stof vormt daarmee de basis van de bodemkwaliteit van het landbouwbedrijf. In dit hoofdstuk bespreken we de zes elementen van bodemkwaliteit en geven we aan wat de functie is en hoe die functie in stand gehouden kan worden. De elementen hangen met elkaar samen en functioneren het best als de natuurlijke processen optimaal worden benut. Zorgen voor een goede bodemkwaliteit is een kwestie van een lange adem, het neemt een aantal (meer dan tien) jaar in beslag.

2.2 Organische stof

Organische stof wordt opgebouwd in de bodem door plantenresten en -wortels, bladeren, mest en compost en bestaat grotendeels uit koolstof. Ongeveer 5 procent van de aanwezige organische stof bestaat uit bodemleven, de rest is organisch materiaal.

Organische stof vervult verschillende functies in de bodem:

- Organische stof is de primaire voedingsbron voor het bodemleven en daarmee voor de ondergrondse biodiversiteit. Bodemleven is op zijn beurt ook weer voedsel voor bovengrondse fauna zoals weidevogels maar ook dassen.
- Organische stof is als een spons: het houdt water vast bij droogte en kan water bufferen bij overvloedige regenval. Organische stof kan tot twintig keer zijn eigen gewicht aan water bevatten. Hoe meer organische stof, des te meer water er beschikbaar is voor plantengroei. Daarnaast zorgt het voor het vasthouden en laten vrijkomen



Figuur 5
Organische-
stofbalans in de
melkveehouderij
(bron LBI)

van nutriënten voor de plant, vooral stikstof – waarmee verliezen naar het oppervlaktewater worden voorkomen. Op zandgrond zorgt een toename van het organische-stofgehalte met 1 procent voor het vrijkomen van 25 kilo extra stikstof per hectare en kan 6 millimeter meer vocht worden vastgehouden.

- Bodemorganische stof is een belangrijk onderdeel in de koolstofkringloop: wereldwijd is in de bodem twee keer zoveel koolstof opgeslagen in de vorm van koolstofdioxide (CO₂) als in de atmosfeer. Daarmee is de opbouw van organische stof in de bodem een manier om CO₂ uit de atmosfeer als organische stof in de bodem vast te leggen.
- Meer organische stof leidt doorgaans tot een betere bewerkbaarheid van de bodem en vergroot het gemak waarmee wortels in de bodem kunnen groeien.

Figuur 5 illustreert hoe de fotosynthese van gewassen, gewasresten en mest (en stikstofbinding door vlinderbloemigen) zorgen voor de opbouw van de organische stof. Het is in de praktijk niet gemakkelijk om het organische-stofgehalte op peil te houden of zelfs te verhogen. Er moet namelijk minimaal evenveel organische stof worden aangevoerd als dat er jaarlijks wordt afgebroken. De vuistregel uit de praktijk is dat op bouwland jaarlijks netto 2 procent van de organische stof wordt afgebroken. Afhankelijk van de samenstel-

ling is organische stof makkelijk afbreekbaar of juist niet. Makkelijk afbreekbare organische stof, zoals kippenmest, drijfmest en verse gewasresten, levert snel nutriënten voor planten en bodemleven. Deze organische stof functioneert daardoor als een langzaam werkende meststof. Minder makkelijk afbreekbare organische stof, ook stabiele organische stof of humus genoemd, draagt vooral bij aan het verbeteren van de structuur van de bodem en een beter watervasthoudend vermogen. Stabiele organische stof heeft ook het vermogen om voedingsstoffen (als NH_4 , Ca, K, Mg en sommige sporelementen) vast te houden en weer af te staan. Bodemtype, vocht, temperatuur en beheer spelen een rol in de eigenschappen van de organische stof. Daling van het organische-stofgehalte in de bodem vormt een bedreiging voor de bodembiodiversiteit en heeft negatieve gevolgen voor de verschillende bodemfuncties.

2.3 Bodemleven

Voor een gezonde bodem is het belangrijk dat er in voldoende mate micro-organismen, schimmels en andere bodemorganismen aanwezig zijn om het (dode) organische materiaal om te zetten in voedingsstoffen voor de plant en humus. Dit bodemleven bestaat uit diverse groepen met ieder hun eigen functie: bacteriën, schimmels, protozoa, nematoden, springstaarten, mijten, potwormen en regenwormen. Ze vormen samen het bodemvoedselweb en hun functies zijn met elkaar verweven. Alleen al over de bodemorganismen en hun functies, is een heel boek te schrijven. Ze reguleren de voeding voor de plant, zorgen voor verbetering van de bodemstructuur en spelen een rol bij ziektevermindering. Daarnaast vormen de grote dieren van het bodemleven een belangrijke voedselbron voor weidevogels en andere fauna.

We beperken ons tot een korte samenvatting en geven alleen een nadere beschrijving van de bodembacteriën (70 procent van totale bodemleven), schimmels (7 procent) en wormen (16 procent). Hiermee wordt een klein inzicht gegeven in de boeiende, maar complexe leefwereld van de bodemorganismen. De maatregelen voor goede bodemkwaliteit zullen dan op hun plaats vallen.

Nuttige bodembacteriën en -schimmels

Bacteriën zijn kleine, eencellige organismen. In een handjevol grond leven zo'n tienduizend verschillende soorten bacteriën. In totaal wel 10 tot 50 miljard, afhankelijk van de grondsoort. Daarmee vormen ze het grootste gedeelte van het bodemleven. Schimmels vormen

draden waarmee ze tussen bodemdeeltjes door groeien. In datzelfde handje grond komt dat neer op zo'n honderd tot vijfduizend meter schimmeldraad.

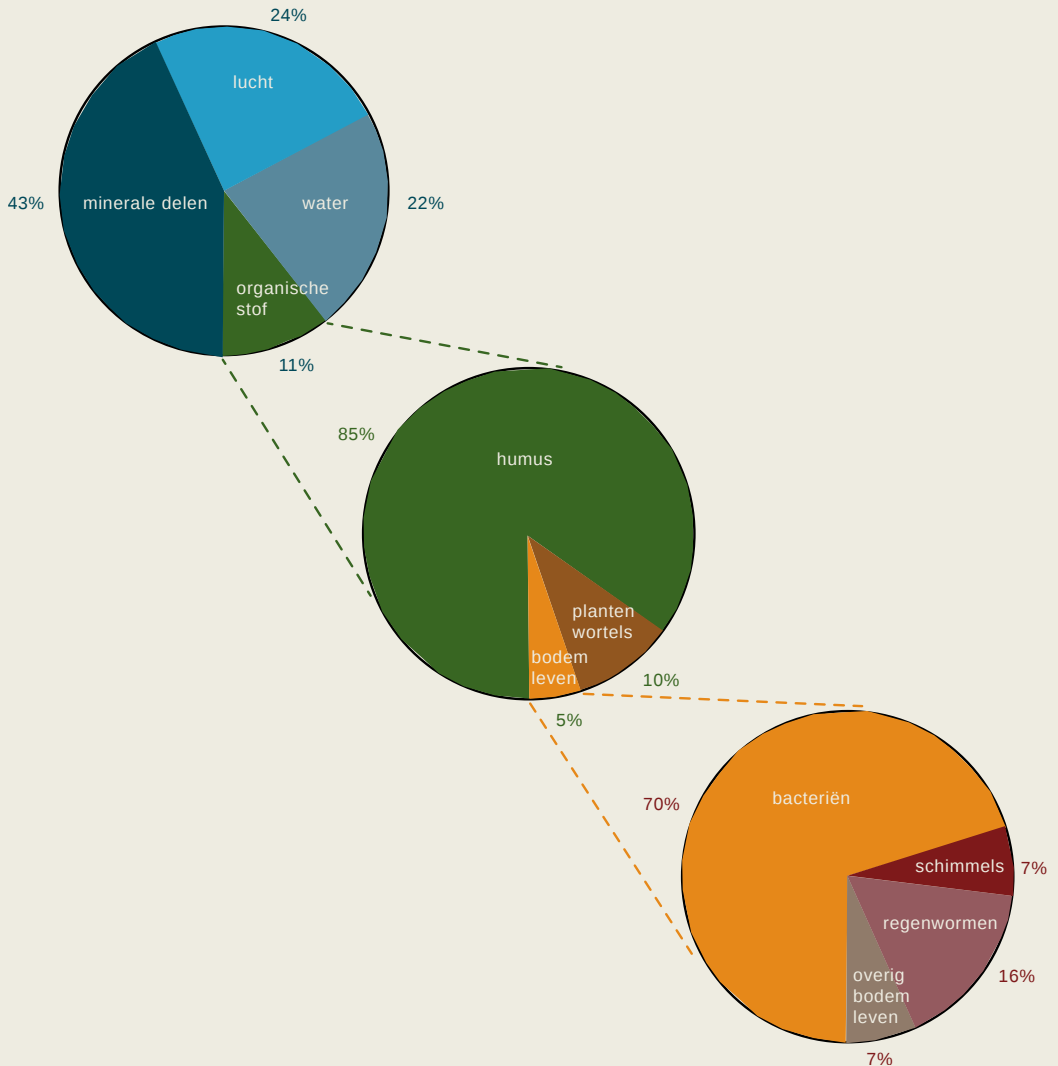
Nuttige bodembacteriën- en schimmels is een verzamelnaam van de bodembacteriën en -schimmels die zorgen voor een gezonde plantengroei. Ze zorgen voor afbraak van organische stof dat voor een deel al verteerd is door wormen, potwormen, springstaarten en mijten. Door de afbraak komen in water oplosbare nutriënten beschikbaar die door planten worden opgenomen (mineralisatie), en daarnaast gebruiken de bacteriën en schimmels de voeding ook voor hun eigen groei. Zoals dat gaat in een voedselweb, dienen de bacteriën ook als voedsel voor het hogere bodemleven. Tijdens dat opeten komen stoffen vrij die weer dienen als voeding voor andere organismen of beschikbaar komen voor de plant. Ook door het afsterven van bodemleven komen opgebouwde voedingsstoffen weer beschikbaar voor de planten.

Uniek in zijn soort is de bacterie die in staat is een mineraal aan de bodem toe te voegen. Het zijn de stikstofbindende bacteriën die, in samenwerking met vlinderbloemige planten, stikstof uit de lucht vastleggen en deze beschikbaar maken voor de plant. De energie voor dit proces verkrijgt de bacterie via de plant. Deze bacterie behoort tot de rhizobacteriën die leven in de wortelomgeving van de plant.

Er zijn ook schimmels die tot wederzijds gewin samenleven met de plantenwortels. Dat zijn de mycorrhizaschimmels. Zij vergroten het wortelstelsel vele malen door de vorming van schimmeldraden, waardoor de plant een veel betere aanvoer van voedingsstoffen en water heeft. De plant voedt op zijn beurt de schimmel met suikers. Doordat de plant in symbiose leeft met de bacteriën en schimmels rond zijn wortels, kan de plant bepaalde bacteriën en schimmels aantrekken (of juist afstoten) en het bodemleven zowel voeden als 'sturen'. Dit heeft voordelen als het gaat om ziektevering. Onderzoek heeft aangetoond dat de rhizobacteriën de vatbaarheid van planten voor rupsenvraat verminderen. Bacteriën in de buurt van een gevreesde ziekteverwekker geven signaalstoffen af, die de plant aanzetten tot een verdedigingsreactie. Bepaalde bacteriën, en ook bodemschimmels, maken antibiotica en kunnen daardoor de ontwikkeling van voor de plant schadelijke bacteriën voorkomen. Ze kunnen de ziekteverwekker ook tegenwerken, door hun voedsel op te eten of door gewoon ruimte in te nemen. Een voorbeeld hiervan is de schimmel *Trichoderma*, die de wortels van de maïsplant koloniseert waardoor ziekteverwekkende schimmels geen kans krijgen.

Figuur 6
De samenstelling
van de bodem en
het bodemleven
(bron LBI)

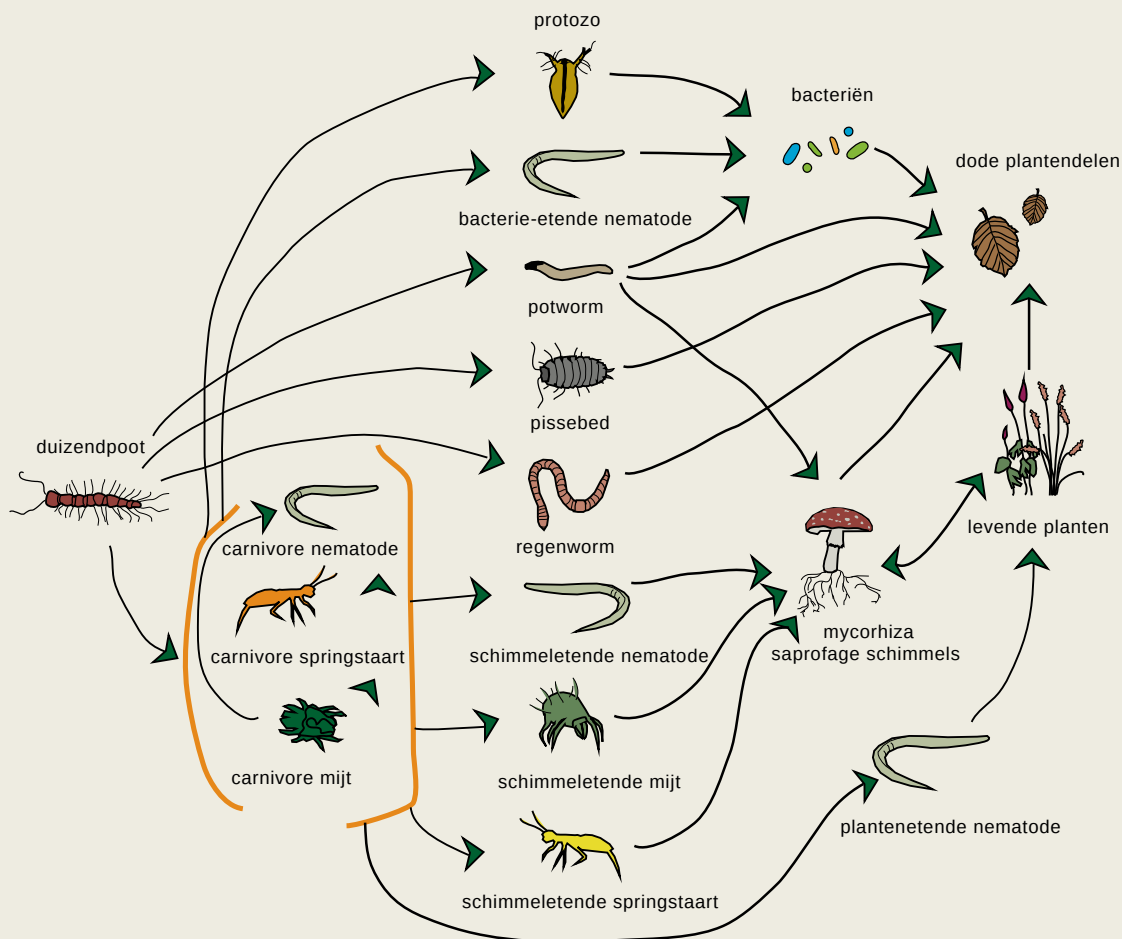
SAMENSTELLING VAN BODEM EN BODEMLEVEN



ORGANISCHE STOF VERSUS HUMUS

Organische stof is een verzamelterm voor de verschillende organische bestanddelen in de bodem, zoals verse, onverteerde plantenresten of humus. Humus is dat deel van de organische stof dat zover is omgezet, dat de plantaardige en dierlijke resten waaruit het is ontstaan niet meer te onderscheiden zijn. Bij deze omzetting speelt bodemleven, en met name bacteriën en schimmels, een grote rol. Het deel van de

organische stof dat binnen een jaar wordt afgebroken draagt niet bij aan de hoeveelheid humus, maar wel aan de voeding van het bodemleven en aan mineralisatie. Humus is een verzamelnaam voor een heel groot aantal complexe organische verbindingen waarvan we de samenstelling en alle functies nog niet kennen.



Figuur 7

Bodemorganismen maken deel uit van een voedselketen: het bodemvoedselweb. Schimmels en bacteriën staan onder aan deze keten en eten dood en/of levend plantenmateriaal. Bodemorganismen zoals protozoën, springstaarten, mijten en aaltjes voeden zich met schimmels en/of bacteriën. Potwormen en regenwormen eten daarnaast ook dode plantenresten. Aan de top van het bodemvoedselweb staan predatoren zoals springstaarten, mijten en aaltjes die andere soorten springstaarten, mijten en aaltjes eten. (bron WUR)



Door het samenspel tussen de plant met de bacteriën en schimmels in de bodem, groeit de plant beter en ontwikkelt hij een hogere weerstand. Tevens bevat de plant meer mineralen en andere stoffen dan in een teeltsysteem waar de micro-organismen zijn uitgeschaald en de plant rechtstreeks via kunstmest zijn voeding ontvangt. Kunstmest en hoge stikstofbemesting in het algemeen bevorderen weliswaar de groei, maar hebben ook een verdunnend effect op de plantinhoudstoffen: het worden er niet meer, ze zijn alleen verspreid over een groter volume. Maar de nuttige bodembacteriën en -schimmels doen nog meer. Zoals een bijdrage leveren aan de verbetering van de bodemstructuur. Door slijmvorming kitten bacteriën kleine mineraaldeeltjes aan elkaar. Hierdoor ontstaan micro-aggregaten. Schimmels zorgen voor macro-aggregaten. Door aggregaatforming krijgt de bodem een soort geraamte en daardoor stevigheid. Daarnaast ontstaan ook poriën waar water in wordt vastgehouden. Daarmee dragen bacteriën ook bij aan het vochthoudend vermogen van de bodem. De poriën zijn bovendien belangrijk als huisvesting voor de bacteriën. Uit recent onderzoek blijkt dat bacteriën en schimmels in de bodem ook een belangrijke rol spelen bij de stabilisatie van organische stof, waardoor deze minder snel afbreekt. Tevens blijkt dat dit proces afhangt van de samenstelling van het bodemleven: schimmels dragen bijvoorbeeld meer bij aan de stabilisatie dan bacteriën.

Stikstofbemesting heeft negatieve gevolgen voor de schimmels en bacteriën in landbouwgronden en natuur, waardoor alle bovengenoemde voordelen van het bodemleven niet meer benut kunnen worden. Het is daarom van belang om zo zuinig mogelijk met stikstof om te gaan.

Wormen

In Nederland komen wel 27 soorten wormen voor. In de publicatie *Regenwormen op het melkveebedrijf* worden ze onderverdeeld in de categorieën strooiselbewonende wormen, bodembewoners en pendelaars. De strooiselbewoners zijn snel bewegende rode wormen die zich in in het bovenste deel van de (weide)grond bevinden, tot 10 centimeter diep. De bodembewoners wonen een verdieping lager, tot zo'n 40 centimeter. Ze zien er grauw uit en bewegen traag. De pendelaars graven verticale gangen tot wel een meter diep. Gangen van deze regenwormen kunnen een stevige regenbui (30 millimeter per uur per hectare) opvangen en afvoeren. Bijzonder is dat regenwormen extra gangen bijmaken bij hevige regenval. Dit geeft

Rhizobacteriën die leven in de wortelomgeving van de plant. Stikstofbindende bacteriën bij erwten op het biologische bedrijf van Joost van Strien in Ens in de Noordoostpolder. De lichtroze kleur geeft aan dat er actief stikstof gebonden wordt.



meteen een van de belangrijke diensten van de pendelaar weer: het verbeteren van waterinfiltratie. Daarnaast geven de gangen de wortels van een plant de mogelijkheid om door verdichte bodemlagen heen te groeien en zo meer water en nutriënten op te nemen. De pendelaar is vrij honkvast en komt 's nachts aan de oppervlakte om plantenresten te zoeken. Die plantenresten gaan mee de bodem in. Ze worden door de pendelaar verkleind en laten een eerste vertering over aan de schimmels en bacteriën. Wormen en met name de bodembewoners eten elke dag hun lichaamsgewicht aan grond en mengen zo al etend minerale bodemdeeltjes met organische stof. De bodemstructuur wordt hierdoor verbeterd. De bouwvoor (de grondlaag waarin de plantenwortels groeien en die het meest bewerkt wordt) passeert, afhankelijk van het aantal wormen, gemiddeld eens per vijf tot vijftien jaar in zijn geheel de ingewanden van wormen. Strooiselbewoners leven van grof, vers organisch materiaal (mest en plantenresten). Gezamenlijk blijken regenwormen zowel de afbraak als de stabilisatie van organische stof te bevorderen. Regenwormen dragen bij aan de stikstof- en fosfaatbeschikbaarheid in de grond. De nutriënten komen beschikbaar doordat wormen organische stof eten en dat via de uitwerpselen en slijm weer als voor de plant opneembare nutriënten uitscheiden. Ook door de dood van regenwormen (anders dan door predatie) komen stikstof en andere nutriënten vrij in het systeem. Uit diverse onderzoeken blijkt dat 70 procent van de stikstof uit dode regenwormen en 50 procent van de stikstof in wormenuitwerpselen en slijm door de plant wordt opgenomen.

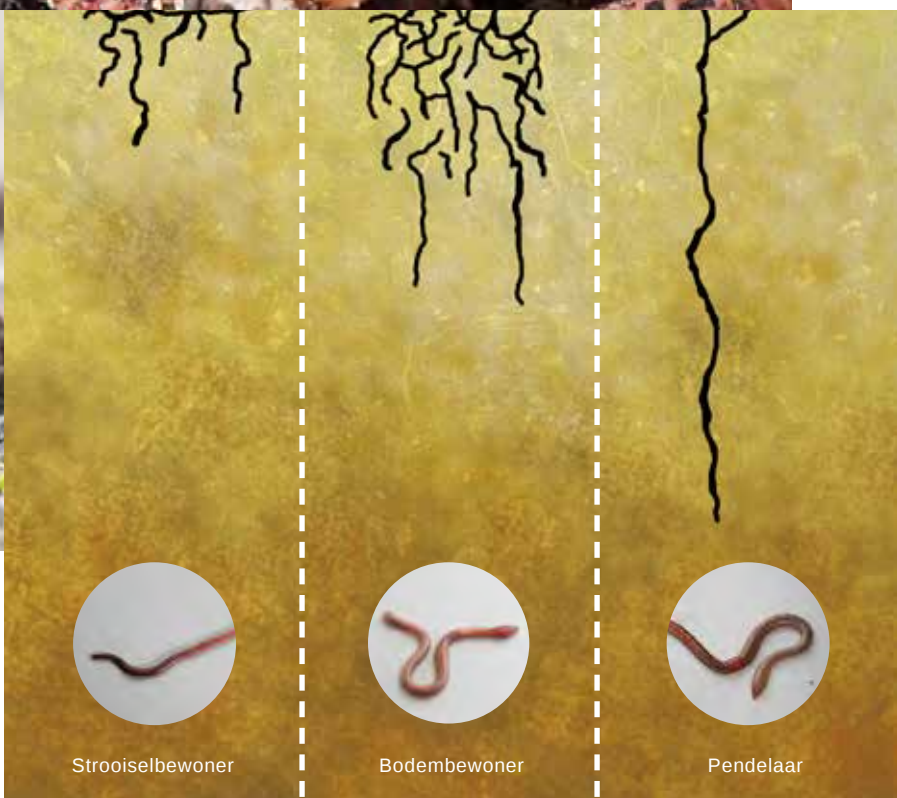
Regenwormen hebben niet alleen voordelen voor de bodemdiversiteit. Regenwormen spelen ook een belangrijke rol in het bovengrondse voedselweb. Ze hebben een hoog calorische waarde en zijn daarmee een belangrijke voedselbron voor boerenlandvogels en andere dieren zoals mollen en dassen.

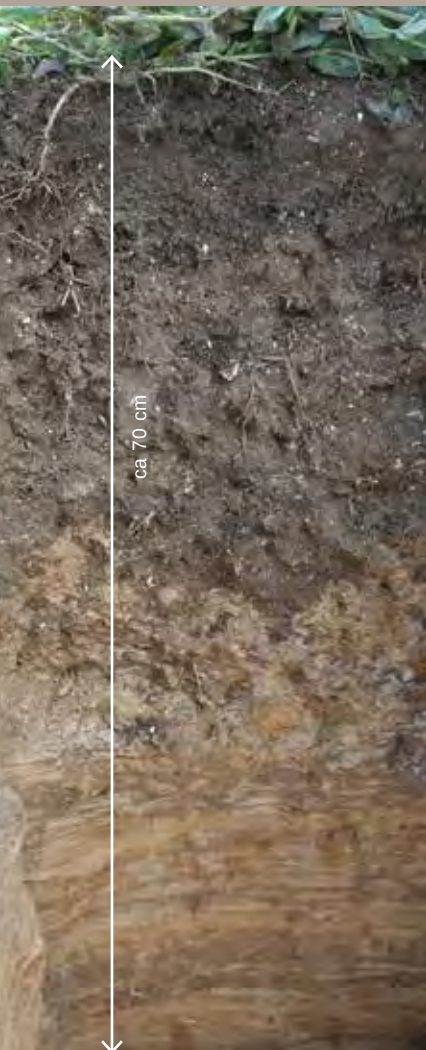
2.4 Bodemchemie

In ons land zijn zand-, klei- en veengronden. Door weersinvloeden als regen, zonneschijn, droogte of vorst en door chemische processen die over lange tijd de top van de bodem beïnvloeden, verandert de toplaag en ontstaat een bodem. De bodem is zo'n anderhalve meter dik, bevat plantenresten, bodemleven en organische stof. Over langere tijd ontstaan verschillende bodemprofielen met aparte

De bodem huisvest vele wormensoorten, die in te delen zijn in strooiselbewoners, bodembewoners en pendelaars







Bodem bij Ens in de Noord-oostpolder. De bovenlaag is geploegd. De witte stipjes in de bovenlaag zijn schelpen. Onderin zijn de lagen van de zand- en kleiafzettingen te zien. Deze zijn zo duidelijk te zien omdat er vaak nog een beetje van het donkergekleurde oorspronkelijke verslagen veen in zit. Net onder de donkere bovenlaag zijn de lagen door woelen gemengd. Hierna zijn ze weer dicht gezakt omdat de landbouw op deze plek niet genoeg regenwormen in stand hield.



Veengrond bij Purmerend, Noord-Holland. Bovenin goed verteerd veen met wat zand dat is toegevoegd om de draagkracht te verbeteren. Dan zwart, deels verteerd veen. Daaronder bruin veen, waar nog nooit lucht bij is gekomen. Helemaal onderin is zeeklei te zien.



Zeekleigrond in De Wieringermeer. Het organische-stofgehalte is laag, maar door een goed beheer kunnen de wortels diep de grond in.



Bodem op Zonnehoeve bij Zeewolde in Zuidelijk Flevoland. Meer naar het zuiden in Flevoland worden de bodems zwaarder. De donkere kleur onderin duidt op venige bijmenging.



Maïsteelt op zandgrond (na de heideontginning) in Oost-Brabant. Maïs kan hier maar een klein deel van de bovengrond doorwortelen. Jaar in jaar uit maïs en alleen drijfmest als bemesting kunnen geen vruchtbare grond onderhouden.



Mooie dikke zode op zware klei bij Wirdum, Groningen. Ook de laag hieronder is, hoewel niet humusrijk, nog relatief goed doorwortelbaar.

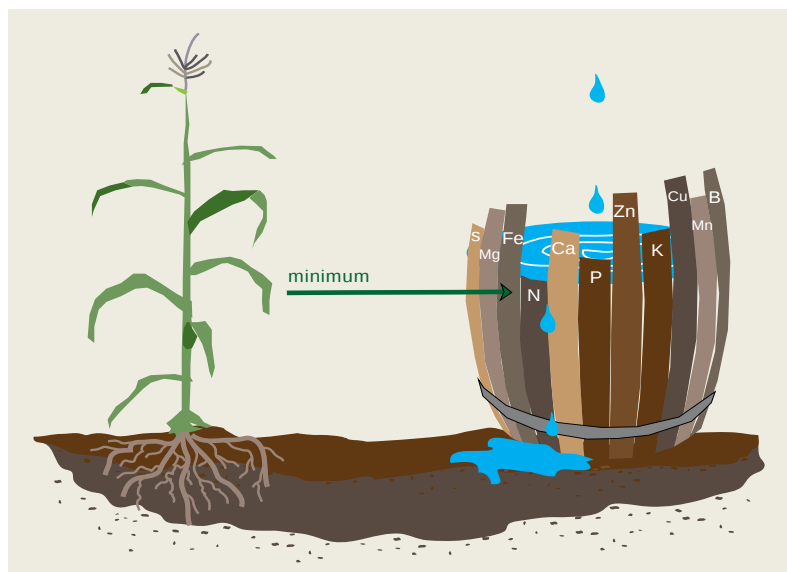
Met dank aan
goedbodembeheer.nl

lagen. Het profiel is afhankelijk van de samenstelling en de eigenschappen van de gronden; in klei vormt zich een andere bodem dan in zand door bijvoorbeeld de structuur en doorlaatbaarheid van water. Bodems zijn daarom sterk gekoppeld aan het landschap.

De bodem bestaat naast zand en klei uit organische stof en nutriënten. Deze nutriënten zijn veelal afkomstig van verweerd gesteente uit de aardkorst. Het bodemleven en de planten hebben deze mineralen nodig voor de groei. Dankzij het proces van fotosynthese kunnen planten met behulp van zonlicht een deel van hun voeding zelf produceren. De nutriënten worden uit de bodem gehaald door de wortels en naar het bovengrondse deel getransporteerd. Een tekort aan goede voeding, bijvoorbeeld de belangrijke nutriënten, kan zorgen voor slecht ontwikkelde en uiteindelijk zelfs afstervende planten.

Voor planten zijn zeker vijftien nutriënten essentieel. Als er eentje ontbreekt, functioneert de plant niet goed meer. Twaalf daarvan nemen ze op uit de bodem. Die worden onderverdeeld in zes hoofdelementen en sporenelementen, ook wel macro- en micronutriënten genoemd. De zes hoofdelementen heten zo omdat er veel meer van nodig is dan van de sporenelementen. Het zijn: stikstof, fosfor, kalium, magnesium, calcium en zwavel.

De zuurgraad (pH) van de bodem is belangrijk voor het bodemleven en de groei van planten. De zuurgraad wordt beïnvloed door de regen en het kalkgehalte van de grond. Zandgronden zijn over het algemeen zuurder dan kleigronden.



Figuur 8
Nutriënten moeten in voldoende mate aanwezig zijn in de bodem voor optimale plantengroei. Volgens de wet van Von Liebig uit 1840 belemmert de minst aanwezige nutriënt de groei

Een belangrijke factor voor de chemie van de bodem is de kationen-omwisselingscapaciteit, de CEC (Cation Exchange Capacity). Dit is de capaciteit van de bodem om positief geladen ionen uit te wisselen met de bodemoplossing. Kleimineralen en organische stof hebben een negatief geladen oppervlak dat positief geladen mineralen zoals calcium, kalium of magnesium aantrekt. Een bodem met een hoge CEC kan meer kationen aantrekken en heeft zo een potentieel hogere vruchtbaarheid dan een bodem met een lage CEC.

Bemesting wordt toegepast om de nutriënten in de bodem aan te vullen, wanneer die er via het gewas uit worden gehaald. Bemesting dient ook voor het toevoegen van nutriënten om de groei te bevorderen. Justus von Liebig toonde in 1840 in de wet van het minimum aan dat de opbrengst van een gewas wordt bepaald door de voedingsstof die relatief het minste aanwezig is. Deze groeibeperkende voedingsstof zou via mest, compost of steenmeel aangevuld kunnen worden. In bijna alle gevallen is onder natuurlijke omstandigheden stikstof de groeibeperkende factor om de landbouwproductie te verhogen. Het stikstofleverend vermogen is gedefinieerd als de totale hoeveelheid stikstof die een gewas in een groeiseizoen opneemt uit de bodem zonder bemesting van die bodem. Dat stikstofleverend vermogen van de bodem wordt bepaald door de afbraak van organische stof. De hoogte van het stikstofleverend vermogen is daarom afhankelijk van het gehalte aan organische stof. Op land met een graslandhistorie geldt de vuistregel: elke procent organische stof in de laag van 0-10 centimeter levert op zandgrond 25-30 kilo stikstof per hectare per jaar, op kleigrond is dit 10-15 kilo per hectare per jaar. Zoals eerder beschreven komt de stikstof uit de lucht in de bodem door omzetting van stikstofbindende bacteriën in samenwerking met vlinderbloemigen. In de lucht in de bovenste 50 centimeter van de bodem bevindt zich meer dan 1000 kilo stikstof. De omzetting door bacteriën is echter een traag proces.

Naast stikstof is fosfor ook een belangrijke voedingsstof voor planten. Fosfor komt in verschillende vormen in de bodem voor: gebonden aan organische stof en kleideeltjes, in de vorm van minerale verbindingen en als organische verbindingen. Planten kunnen fosfor opnemen nadat dit vrijkomt uit organische en minerale verbindingen. Als fosfor vrijkomt in de bodem wordt het vastgelegd, waardoor het zeer weinig in de bodemoplossing aanwezig is. Planten kunnen deze fosfor vrijmaken door meer wortels te vormen of dieper te wortelen, zuur of enzymen af te scheiden of een verbinding aan te gaan met schimmels (mycorrhiza) die actief fosfor voor de plant opnemen.

Kalium is de derde belangrijke nutriënt voor de plantengroei. Kalium onderscheidt zich van stikstof en fosfor omdat het soms in grote hoeveelheden in niet-organisch gebonden vorm in de bodem voorkomt. Verder bindt kalium zich aan humus en klei op een wijze waarop uitwisseling met andere elementen mogelijk is. Zo is deze 'geadsorbeerde' kalium toch voor de plant beschikbaar. Op kalkrijke gronden komt kalium door verwerking (van klei- en zanddeeltjes) vrij.

2.5 Bodemstructuur, beworteling en waterhuishouding

Bodemstructuur is van nature aanwezig door de opbouw van de grond en het bodemleven daarin. De opbouw van de grond gebeurt door natuurlijke processen als mineralisatie, verweer en aanvoer via de lucht, het afsterven van bacteriën in de bodem en ander bodemleven, maar ook door aanvoer via rivieren en neerslag. De structuur van de bodem verandert door het gebruik van de bodem, ploegen en door het drukken op de bodem door machines. Het is gemakkelijker om een goede bodemstructuur te behouden dan om deze te herstellen of creëren. Een goede structuur is een kruimelstructuur; hierin kleven de vaste gronddeeltjes aan elkaar tot aggregaten die min of meer los van elkaar liggen. Tussen en in die aggregaten zitten poriën die lucht en water kunnen bevatten. Poriën zijn belangrijk voor het transport van water en lucht door de bodem en voor de beworteling van planten. Een dergelijke kruimelige bodem is minder gevoelig voor verdichting, houdt beter vocht vast, laat regenwater de bodem in, is goed doorwortelbaar voor planten en goed te bewerken. Een verdichte bodem is een in elkaar gedrukte bodem met negatieve gevolgen voor gewasgroei en de samenstelling van het bodemleven. Verslempen (door te veel regen) en versmeren (door te zware belasting) zijn vormen van een verdichte bodem en dat is geen gewenste situatie.

Al eerder in dit hoofdstuk hebben we gezien dat stabiele organische stof bijdraagt aan het verbeteren van de structuur van de bodem en een beter watervasthoudend vermogen. Organische stof kan twintig keer zijn eigen gewicht aan water vasthouden terwijl puur zand niet verder komt dan 0,2 keer. De positieve invloed van organische stof op de structuur komt doordat het bodemdeeltjes aan elkaar bindt. De indirecte positieve invloed loopt via het bodemleven door de vorming van bodemaggregaten en micro- en macroporiën.

Aanwezigheid van poriën en gangen van wormen zijn gunstig



Goed doorwortelde veengrond...



...en sterk verdichte grond met slechte structuur.

voor de beworteling van planten. Ook hier zien we dat er een wisselwerking is. Een intensieve beworteling is tevens belangrijk voor de bodemstructuur. Door het wortelnet houden wortels grovere bodemdeeltjes bij elkaar en door het afgeven van onder andere suikers worden fijnere bodemdeeltjes aan elkaar geplakt. Daarnaast dragen wortels indirect bij aan een betere bodemstructuur doordat de suikers uit levende wortels en het organische materiaal van dode wortels gebruikt worden als voedsel voor het bodemleven (onder andere bacteriën en schimmels), die zelf ook weer stoffen afgeven die de bodemstructuur stabiliseren.

Een goede doorworteling is belangrijk voor het goed kunnen opnemen van voedingsstoffen door de plant en wordt gekenmerkt door intensieve en diepe wortels. Deze efficiënte benutting van voedingsstoffen kan ervoor zorgen dat er minder nutriënten uitspoelen naar het grondwater, zoals bijvoorbeeld nitraat. Een plant als luzerne heeft zeer diepe beworteling en kan niet alleen daardoor storende bodemlagen oplossen, ook haalt hij sporenelementen die dieper in de bodem zitten naar boven zodat die beschikbaar komen voor andere planten. Als een plant door diepere beworteling in staat is zelf water uit diepere lagen van de bodem te halen, is zijn groei minder afhankelijk van beregening in drogere tijden. Het is daarom belangrijk om bij een goede bodemstructuur niet alleen aandacht te hebben voor de bouwvoor. Een goede structuur in de ondergrond geeft gewassen de mogelijkheid om tot wel 1 meter diep te wortelen.

De functies van wortels voor het organische-stofgehalte van de bodem laten we zien aan de hand van grasland. Gemiddeld genomen gaat meer dan de helft van de energieproductie van een grasland (via fotosynthese) naar het wortelstelsel. Een deel van deze energie wordt gebruikt voor de groei van de wortels, een deel wordt afgegeven als wortelsappen. Onder 1 hectare grasland wordt 4500 kilo wortelmassa omgezet in organische stof. Een deel hiervan wordt snel afgebroken, maar het grootste deel zit na een jaar nog in de bodem. Hiermee is gras een van beste gewassen om organische stof op te bouwen. Met de leeftijd van het grasland neemt het organische-stofgehalte toe.

Een bodem met een laag gehalte aan organische stof is gevoelig voor verslemping. De bodem raakt verdicht omdat door inslag van (extreme) regen de bodemaggregaten die het bodemskelet vormen uit elkaar worden geslagen en op elkaar komen te liggen.

Het huidige Nederlandse klimaat brengt langere perioden met droogte, vooral in voorjaar en zomer, en hevigere neerslag. Daarmee neemt het belang van een goede bodemstructuur toe, omdat

die immers voor een goede waterregulatie zorgt en de bodem beter zijn bufferende werk kan doen. Bij droogte neemt de noodzaak om te beregenen af en bij fikse regen absorbeert de bodem veel meer neerslag. Zo'n tijdelijk neerslagoverschot verdwijnt dan als vochtvoorraad in de bodem en kan in droge tijden worden aangesproken. Het maakt het boerenbedrijf minder afhankelijk van het toenemend beregeningsverbod met oppervlakte- en grondwater – een verbod dat vaak juist wordt afgegeven in perioden dat water belangrijk is voor de gewasgroei. Een andere belangrijke bufferwerking is dat overtollig regenwater niet meer direct afvloeit naar de sloot, waardoor water met voedingsstoffen (mest) verloren gaat en de waterkwaliteit van het oppervlaktewater afneemt.

2.6 Maatregelen

Nu we meer weten over het bodemleven en zijn diensten, willen we deze diensten niet verstoren. Liever nog willen we er gebruik van maken. Maar als het land jarenlang met kunstmest is bewerkt, met zware machines is bereiden en het bodemleven geminimaliseerd is, is het belangrijk om eerst het bodemleven weer op te wekken.

Meer bodemleven

Als het bodemleven minimaal is, is alleen vaste mest of organische stof toevoegen aan de bodem niet voldoende, aangezien de bodem het leven mist om dit materiaal te verteren. De volgende maatregelen dragen bij aan meer bodemleven:

- **Groenbemesting.** De wederzijdse afhankelijkheid van het bodemleven en de plantengroei betekent dat het onbedekt laten of braak laten liggen van land niet bevorderlijk is voor het bodemleven. Een aangepast bouwplan met groenbemesting biedt hiervoor een oplossing.
- **Meng- en strokenteelt.** Velden met een lage plantbiodiversiteit bevatten geen of weinig soorten mycorrhizaschimmels en minder bodemleven. Andersom verhoogt de plantendiversiteit de interacties tussen planten onderling en tussen planten en het bodemleven waardoor er een weerbaar systeem tegen ziekten en plagen ontstaat. Aanpassing van het bouwplan in de vorm van strokenteelt of mengteelten verhoogt de plantenbiodiversiteit en de aanwezigheid van onder andere mycorrhizaschimmels.
- **Blijvend grasland.** De omzetting van grasland tot bouwland leidt tot verstoring van schimmels, mycorrhizaschimmels en wormen.

Blijvend grasland is niet alleen goed voor de bodembiodiversiteit, maar heeft tevens een hoog organische-stofgehalte en houdt daarmee veel koolstof vast – koolstof die bij omzetting van grasland in bouwland deels als CO₂ de lucht in zou zijn gegaan.

- **Stikstofbindende gewassen.** Het verbouwen van stikstofbindende gewassen (vlinderbloemigen) zoals klavers, erwten, luzerne, veldbonen en lupine kan worden ingezet voor de biologische stikstofbinding en vruchtbaarheid van de bodem.

- **Het beperken van ontsmette grond of steriele substraten.**

Zonder nuttige schimmels en bodembacteriën rond hun wortels zijn planten kwetsbaar. Gebruik daarom geen plantmateriaal uit opkweek in ontsmette grond. Dat uit zich in een zwakker gewas met weinig weerstand tegen ziekten en plagen.

- **Toepassen van niet-kerende grondbewerking.** Het land ploegen heeft een negatieve invloed op het bodemleven. De bovenste zuurstofrijke bodemlaag waar zich het meeste bodemleven bevindt, wordt naar diepere zuurstofarme lagen gebracht, terwijl de vrijwel levenloze diepere laag naar de oppervlakte wordt gehaald. Je begraaft als het ware het bodemleven.

Een alternatief is de toepassing van niet-kerende grondbewerking, waarbij de bodem minder intensief en diep bewerkt wordt. Niet alleen het bodemleven, maar ook de gewasresten blijven boven in de bodem. Het nadeel hiervan is dat de onkruiddruk toeneemt, omdat ook de onkruidzaden in de bodem blijven en makkelijk ontkiemen.

- **Grondbewerking uitvoeren in de maanden waarin wormen minder actief zijn.** Als het koud en droog is, hebben wormen zich in diepere bodemlagen teruggetrokken.

- **Rekening houden met de behoeften van wormen.** Die hebben behoefte aan constante leefomstandigheden. Dat betekent zo min mogelijk grondbewerking en zo min mogelijk grasland scheuren.

Een betere structuur

Een goede bodemstructuur is van groot belang voor een weerbare bodem. Het zal geen verrassing zijn dat een van de belangrijkste maatregelen voor een betere structuur het verhogen van het organische-stofgehalte is. Dit realiseer je met:

- **Ruime gewasrotatie en gewasvariatie.** Zorg voor een zo ruim mogelijke variatie in geteelde gewassen. Rooivruchten als aardappelen en suikerbieten vragen veel van de bodem en zijn slecht voor de structuur. Afwisseling met gewassen die de bodem rust geven, zoals granen, grassen, klaver of luzerne verbetert de structuur.

- **Groenbemesting.** Met diep wortelende winterharde groenbemers bevordert je het bodemleven en de bodemstructuur. Werk groenbemers in de grond met bijvoorbeeld een frees of schijveneg.
- **Aanvoer van vaste (goed verteerde) mest en compost.**
- **Achterlaten van gewasresten op het perceel.**

Echter, minstens zo belangrijk voor een betere bodemstructuur is de grondbewerking zo minimaal mogelijk te houden en bij het bewerken rekening te houden met:

- **Een goede timing.** Hoewel dit best lastig is, probeer niet te oogsten onder te natte omstandigheden. Door met zware machines te werken onder natte omstandigheden kun je de bodem versmeren (een ernstige vorm van structuurbederf door verdichting als gevolg van te zware belasting).
- **Het kiezen voor het vaste-rijpadensysteem** en minimaal berijden van het perceel.
- **Het afstemmen** van de bandenspanning op het vochtgehalte van de bodem.
- **Het kiezen voor niet-kerende grondbewerking** en gebruik te maken van een woeler, triltand en schijveneg, en slechts in het uiterste geval van een spitmachine of een ekploeg.
- **De inzet van meerjarige gewassen** zoals asperge, artisjok, aardbei en ander fruit, omdat je daarbij minder grondbewerkingen hoeft uit te voeren.

Door de technische ontwikkeling komen er lichtere machines en zelfs autonome machines op de markt. Door sensortechnologie kan zo'n machine bijvoorbeeld zelf onkruid herkennen en verwijderen. Lichte en kleinere machines zijn ook goed inzetbaar waar meer soorten gewassen op een kleinere oppervlakte worden geteeld. Hoewel veel apparaten nog in ontwikkeling zijn, kunnen ze bijdragen aan het verbeteren van de bodemkwaliteit en het bodemleven sparen.

De mens kan veel leren van de natuur. Waar hij zijn eigen wijsheid en (technologische) innovatiekracht combineert met de natuurlijke processen en diensten die de bodem levert, levert de natuur grote meerwaarde en laten wij de natuur in zijn waarde. Ook hier is het een samenspel. In de volgende hoofdstukken zoomen we dieper in op de vollegrondsakkerbouw en -tuinbouw en de grondgebonden veehouderij.



AKKERBOUW EN VOLLE GRONDS TUINBOUW

Gewassen vormen het voedsel voor zowel mens als dier, die beide voor hun voedsel direct of indirect afhankelijk zijn van biomassa – en dus van planten. Hoewel er meer dan vijftigduizend eetbare planten zijn, eten wij voornamelijk rijst, maïs en tarwe. Deze versmalling in ons voedselaanbod is terug te zien in de uniformering van het landschap en daarmee in de terugloop van de biodiversiteit. In dit hoofdstuk laten we voorbeelden zien die juist bijdragen aan meer diversiteit en hoe dat kan bijdragen aan een duurzaam landbouwsysteem. De verschillende voorbeelden zijn ondergebracht in de thema's diversiteit, bodembewerking, insecten en plaagbestrijding. Deze indeling is wel enigszins geforceerd, omdat het uiteindelijk om een integrale set van maatregelen gaat die onderling samenhangen en elkaar versterken. Meer diverse systemen leveren over het algemeen meer biomassa en soortenrijkdom op. En variatie komt vaak de voedingswaarde ten goede. Meer diversiteit betekent wel meer arbeid en/of nieuwe technologieën om te kunnen zaaien en oogsten.

3.1 Van diversiteit naar uniformiteit en weer terug

Agrarische biodiversiteit is een creatie van de mensheid en omvat gedomesticeerde planten en dieren, die de voedselvoorziening binnen agro-ecosystemen ondersteunen. Moderne landbouw kun je

omschrijven als de vereenvoudiging van de structuur van het milieu over uitgestrekte gebieden, waar ter vervanging van de diversiteit van de natuur een klein aantal planten- en gedomesticeerde dierenrassen worden geteeld en gehouden. De landbouwlandschappen in de wereld worden beplant met ongeveer 12 soorten graangewassen, 23 groentegewassoorten en ongeveer 35 soorten fruit en notengewassen, wat wil zeggen dat we wereldwijd met niet meer dan 70 plantensoorten 1440 miljoen hectare beplanten. Dit is een scherp contrast met de diversiteit van plantensoorten in een tropisch regenwoud, waar 1 hectare alleen al meer dan 100 soorten bomen bevat.

Monocultuur
versus diversiteit
→ Monocultuur
↓ Diversiteit.
Akkerbouw met
overhoekje en
strokenteelt

Oude rassen en generieke gewassen

Er zijn 300.000 tot 500.000 soorten planten op aarde, waarvan er 270.000 soorten wetenschappelijk zijn beschreven. 50.000 van deze planten zijn eetbaar en 250 soorten zijn gecultiveerd. Slechts 30 soorten dragen significant bij aan de voedselproductie en meer dan de helft van het voedsel in de wereld komt van rijst, maïs en tarwe. Tegenwoordig zijn er nog maar een paar rassen die over de hele wereld gebruikt worden voor de teelt van graan, rijst, maïs en gras. De diversiteit van gecultiveerde gewassen is tijdens de 20e eeuw met 75 procent afgenomen. De verwachtingen zijn dat dit met nog een derde zal afnemen. Onze huidige, opbrengst gedreven landbouw heeft geleid tot een monocultuur met focus op het hoogst productieve gewas, maar met negatieve gevolgen voor het ecosysteem en de weerbaarheid van de landbouw.

Dit is een ongewenste ontwikkeling, omdat we zo de toegang tot mogelijk bruikbare kenmerken in de genetische variëteiten verliezen. Een breed scala aan rassen leidt tot een duurzaam en stabiel productiesysteem omdat het risico op een mislukte oogst lager is en de landbouw zich door diversiteit kan ontwikkelen en aanpassen aan bijvoorbeeld klimaatverandering. Zeker zo belangrijk is de voedingsdiversiteit – voor de gezondheid van de mens – die in gevaar kan komen als een steeds kleiner aantal verschillende voedselgewassen onze onderzoeks- en handelssystemen domineert.

Deze dominantie is ook zichtbaar in het speelveld van ondernemingen die zich bezighouden met veredeling en zaadproductie. Ook hier is het vanuit het belang van diversiteit belangrijk dat er vele spelers in zaadveredeling blijven en geen monopolisten ontstaan die uit kostenefficiëntie slechts een beperkte set gewassen bewerken en hier patent op aanvragen. De patenten zijn niet alleen voor eigen gewin, ze blokkeren of op zijn minst bemoeilijken een gezamenlijke ontwikkeling van het gewas door alle spelers.





Oude lokale rassen hebben het voordeel dat ze regio- en bodemspecifiek zijn en daarnaast soms minder gevoelig voor ziekten, plagen en weersextremen. Behalve een hogere weerbaarheid, hebben lokale rassen vaak meer smaakvariatie en een hogere voedingswaarde dan moderne, aan high-inputlandbouw (veel mest, veel pesticiden) aangepaste rassen. Bij deze lokale rassen kan verdere veredeling ze nog weerbaarder en smaakvoller maken. Echter, gezien vanuit het overheersende verdienmodel kost veredeling van lokale rassen te veel tijd, is de afzetmarkt te klein en is het dus te duur. Hierdoor worden meer generieke rassen met optimale eigenschappen veredeld, terwijl de (hogere) gevoeligheid voor ziekten en plagen onder druk gehouden moet worden door chemische bestrijdingsmiddelen.

Er is een kentering in deze ontwikkeling. Op kleinere schaal ontstaan lokale zaadruilbeurzen, ondernemers werken samen om zaadvaste rassen te telen en de vraag naar 'vergeten groenten' stijgt. Nationaal is er aandacht voor natuurinclusieve landbouw en in Europees verband wordt er onderzoek gedaan naar diversificatie in de teelt en naar de mogelijkheden van biologisch heterogeen uitgangsmateriaal. Op wereldschaal is aandacht voor het belang dat kleine boeren toegang moeten hebben tot en zelf zeggenschap houden over de zaden van gewassen die passen in hun cultuur en hun klimaat en biodiversiteit vergroten. Dat de World Food Prize 2019 is uitgereikt aan Simon Groot van het bedrijf East West Seed, een bedrijf dat nauw samenwerkt met de boeren in Azië, is mogelijk een teken aan de wand.

Ruimer bouwplan en vruchtwisseling: diversiteit in tijd

Ieder type gewas beïnvloedt de bodem op een andere manier. Zo zijn er diep wortelende gewassen of oppervlakkig wortelende gewassen, gewassen die een grote wortelmassa achterlaten (granen) of juist heel weinig (aardappelen). Afwisseling is belangrijk om de bodem gezond en vruchtbaar te houden, maar in hoogproductieve akkerbouwsystemen bestaat een bouwplan meestal uit een rotatieschema van 1 op 3 met bijvoorbeeld aardappelen en suikerbieten als rooigewassen naast graan. Rooigewassen vergen veel van de bodem omdat er in de herfst zware machines overheen gaan, wat snel leidt tot bodemverdichting. Bovendien wordt de grond intensiever bewerkt, de bodem wordt meer verstoord door de oogst, er wordt meer bemest en er worden meer gewasbeschermingsmiddelen gebruikt. Voor een goede bodemkwaliteit is een ruimer bouwplan noodzakelijk met rustgewassen en een beperkt aantal rooigewassen.

Tot de rustgewassen behoren granen, grassen en vlinderbloemige gewassen (luzerne, grasklaver, lupine, veldboon). In een bouwplan

geven deze graan- of maaigewassen rust aan de bodem doordat ze bij het oogsten tot weinig verstoring leiden en in het algemeen een goede wortelontwikkeling en bodembedekking geven die de structuur ten goede komt. De oogst kan vaak onder relatief gunstige weersomstandigheden plaatsvinden (einde zomer) waardoor de bodemstructuur in een jaar van rustgewassen (sterk) kan verbeteren. Ook bieden de rustgewassen meer nutriëntenefficiëntie; de vlinderbloemigen binden stikstof en bij diep wortelende gewassen worden nutriënten die zich dieper in de bodem bevinden naar boven gebracht.

Diversiteit in het bouwplan en daarmee de gewasvolgorde zijn ook van invloed op de beheersing van bodemziekten en -plagen. Met rustgewassen wordt de basis gelegd voor verbetering van het bodemvoedselweb. Hierdoor kan ook de bovengrondse biodiversiteit verbeteren en komt er meer ruimte voor specifieke soorten die voor hun voedsel afhankelijk zijn van wormen en/of insecten. De vruchtwisseling speelt, door de opeenvolging van verschillende teelten, ook een belangrijke rol in de onkruidbestrijding. Sommige gewassen komen snel en bodembedekkend op en geven het onkruid geen ruimte, bij andere gewassen kan het onkruid makkelijk geschoffeld worden en in het algemeen geldt bovendien dat woekering van een bepaald soort onkruid minder kans krijgt bij afwisseling van verschillende gewassen.

Meer (soorten) graan telen verhoogt de toevoer van organische stof om twee redenen. Graanstoppels leveren veel organische stof en het stro kan worden ondergeploegd en daarnaast is er de mogelijkheid om een groenbemester in te zaaien na de graanoogst. Groenbemers houden de grond in de winter bedekt, waardoor stikstof vastgelegd wordt in de bodem en uitspoeling voorkomen wordt. Tevens worden door de beworteling het bodemleven en de bodemstructuur bevorderd (zie verder paragraaf 3.2, *bodembedekking en groenbemers*).

Een ruimer bouwplan zal ook de noodzaak tot het gebruik van bestrijdingsmiddelen terugdringen, mits goed afgestemd op andere maatregelen (niet-kerende grondbewerking, bemesting met compost en/of ruige mest, juiste afstemming van de opeenvolgende gewassen). Bij een vervolgteelt van granen of hakvruchten kan eenzelfde opbrengst worden behaald met minder input van nutriënten en bestrijdingsmiddelen door een ruimer bouwplan. Een verruimd bouwplan en minder externe nutriënten hebben bovendien een positief effect op biodiversiteit. De economische winst voor de boer wordt behaald door bodemverbeterende maatregelen en de reductie in inkoop van (kunst)meststoffen en bestrijdingsmiddelen.



Voorbeelden van
strokenteelt
↑ Akkerbouw
→ Biologische
mengteelt in rijen
met bloemenrand
voor insecten als
plaagbestrijders



Strokenteelt: diversiteit in ruimte en tijd

Eén soort gewas op een groot aantal hectare land (monocultuur) heeft het voordeel dat de bewerking relatief snel en eenvoudig is. Zo kunnen grote hoeveelheden uniforme producten worden aan-geleverd tegen een lage kostprijs. Maar daarvoor worden meestal grote zware machines met een brede werkgang gebruikt die een hoge bodemdruk veroorzaken. Ook is een systeem van monocultuur kwetsbaar voor plagen, ziekten en weersomstandigheden. Gewas-diversiteit binnen een perceel levert een hogere (bodem)biodiversi-teit op, waardoor het systeem weerbaarder is en sneller een nieuw evenwicht vindt nadat dit wordt verstoord. Bij strokenteelt wor-den afwisselend twee of meer verschillende gewassen naast elkaar geteeld. Door de verschillende gewassen goed te kiezen, kunnen ze elkaar versterken voor wat betreft weerbaarheid en bodemkwaliteit. Door afwisselend bloemrijke en rooigewassen te telen wordt ook de bovengrondse biodiversiteit bevorderd. Nuttige organismen zoals insecten vinden het hele jaar door voldoende voedsel en schuilmo-ge-lijkheden, zodat een groter aantal natuurlijke plaagbestrijders hun werk kan doen. Strokenteelt is goed uitvoerbaar met behulp van het vaste-rijpadensysteem en inzet van lichtere mechanisatie, zodat structuurbederf voorkomen wordt.

Mozaïekbeheer van percelen; diversiteit in ruimte

Als de wens is om vanuit biodiversiteit te telen, kan mozaïekbeheer een overweging zijn. In grasland wordt dat al gedaan door verschil-lende percelen op andere momenten te maaien. Grote open percelen met monoculturen worden opgesplitst in kleinere percelen die nog wel machinaal, maar dan met kleinere machines, te bewerken zijn. Voordeel is dat je tegelijkertijd op meerdere percelen verschillende gewassen kunt telen waarbij ook de oogst- of maaidatum verschilt.

Landschapselementen die langs de percelen aangelegd worden, zorgen voor meer ruimte voor insecten, die op hun beurt zorgen voor plaagbestrijding en als voedsel dienen voor vogels. Het biedt meer overlevingskansen voor eieren en kuikens. Het verhoogt de weer-baarheid van het bedrijf, van het productiesysteem, de bodem en de gewassen, maar maakt ook het landschap aantrekkelijker en als de landschapselementen afgestemd worden op het landschap en de bodem, werken die ook versterkend op de biodiversiteit in het land-schap. Wel gaat door opdeling in kleinere percelen en de introductie van landschapselementen ruimte verloren voor de productie, wat productie- en dus omzetverlies inhoudt. Daarnaast gaan de arbeids-kosten omhoog omdat er relatief meer tijd gestoken moet worden



in zaaien, oogsten en het onderhoud van de landschapselementen. In hoofdstuk 5 gaan we uitgebreid in op landschapselementen.

Landschap met
houtwallen coulissen

Mengteelt; diversiteit in ruimte

Daar waar strokenteelt of mozaïekindeling het land nog een zichtbare structuur geeft, is het ook mogelijk om gewassen door elkaar te telen. Dit is een mengteelt zoals het feitelijk ook in de natuur gebeurt, denk maar aan kruidenrijke graslanden. De belangrijkste positieve kenmerken zijn vermindering van onkruid en verhoogde stabiliteit en kwaliteit in opbrengst. Er wordt een zaadmengsel ingezaaid van bij elkaar passende gewassen. Voorbeelden van zo'n mengsel zijn een combinatie van erwt met gerst of sperzieboon met tarwe. Van peulvruchten is bekend dat ze slecht concurreren met onkruid. Dit wordt veroorzaakt door de trage ontwikkeling van planten en legering (erwt) of het verlies van bladeren (sperziebonen) in de rijpingsfase van het gewas. Voor Nederlandse biologische boeren is dit de voornaamste reden om geen peulvruchten te telen. Maar door het toevoegen van een graan aan de peulvruchten verbetert de onkruidonderdrukking aanzienlijk.

Strokenteelt in
combinatie met
agroforestry

Mengteelt wordt ook toegepast om het stikstofgehalte in de bodem te verhogen. Het succes hangt af van de effectieve stikstofbinding en de overdracht van stikstof naar het andere gewas en voor een klein deel naar de volgvriucht. In een mengteelt van vlinderbloemigen en een graan, zal het graan de beschikbare stikstof uit de bodem snel opnemen en daarmee de trager ontwikkelende vlinderbloemige dwingen op volle kracht zelf stikstof uit de lucht te binden voor zichzelf en deels voor het graan. Netto betekent dit meer stikstofbinding door de vlinderbloemige, en als gevolg daarvan een hogere eiwitproductie per hectare. Dit is een voordeel wanneer een ondernemer een verhoging van het eiwitgehalte in graan als doel heeft, bijvoorbeeld voor baktarwe.

Agroforestry; van bomenrijen naar volledige diversiteit

Agroforestry is in grote delen van de wereld het traditionele systeem om voedsel te produceren. In Nederland wordt het als serieuze optie gezien om meer diversiteit en weerbaarheid te creëren binnen de geïntensiveerde landbouw. Agroforestry is het opzettelijk integreren van houtige gewassen (bomen en struiken) met de teelt van gewassen of dierlijke productiesystemen, vanwege de beoogde voordelen die ontstaan door de ecologische en economische interacties. Binnen deze ruime definitie vallen een enkele boom op landbouwgrond tot houtwallen, strokenteelt in combinatie met (vrucht)bomen en





Mengteelt leidt tot vermindering van onkruid en verhoogt de stabiliteit en kwaliteit van de opbrengst. Deze teeltwijze is wel ingewikkelder en goede implementatie wordt nog onderzocht

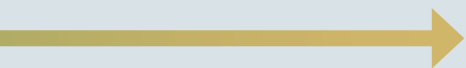


Blauwe Lupine met graan in een mengteelt

Figuur 9
Natuurinclusieve
landbouw kent vele
vormen en zit op
het grensvlak van
natuur en intensieve
landbouw
(bron Stichting Van
Akker naar Bos)

NATUUR





LANDBOUW





Vleugelschaar-
cultivator



Niet-kerende
grondbewerking
verstoort de
bodem minder

voedselbossen. Ook een combinatie van bomen met vee valt onder agroforestry. De bomen bieden het vee zowel beschutting als voedsel. De voordelen van agroforestry zijn zeer groot als het gaat om klimaatmitigatie en -adaptatie, bodemkwaliteit, biodiversiteit, landschap en natuur. Agroforestry kan in potentie ook een economisch voordeel bieden, omdat de opbrengsten stabiel en soms hoger zijn, er een diversiteit is aan producten die vermarkt kunnen worden en het landbouwsysteem zelf stabiel is. In zeer droogtegevoelige gebieden kan agroforestry worden toegepast omdat de bomen voor verkoeling en vochtvoorziening zorgen. Permacultuur zou je in de breedte ook kunnen zien als een vorm van agroforestry. Permacultuur is het ontwerpen van een duurzaam voedselproductiesysteem op basis van de principes van de natuur en complexe ecosystemen.

3.2 Bodembewerking

Water in rijpaden
tussen de maïs als
gevolg van slechte
bodemstructuur



Hoe minder bodembewerking is toegepast, hoe beter het ecosysteem intact blijft en hoe meer kans er is voor diversiteit boven en onder de grond, zagen we al eerder. In deze paragraaf komen we uitgebreider terug op de factoren die een betere bodem beïnvloeden.

Wel of niet ploegen?

Van oudsher wordt bouwland geploegd, een zogenaamde kerende grondbewerking, om het land klaar te maken voor een volgende teelt. Een dergelijke intensieve grondbewerking op bouwland stimuleert de afbraak van organische stof. Gezien het belang van organische stof en het bodemleven is het niet vreemd dat steeds meer akkerbouwers overstappen op minimale grondbewerking of niet-kerende grondbewerking om zo de natuurlijke processen zo min mogelijk te verstoren. Bij dit systeem hoort een vrijwel jaarronde bedekking van de bodem en een zorgvuldig gekozen ruime vruchtwisseling gericht op het behoud van organische stof en gewasresten in de bovengrond. De effecten van grondbewerking op biodiversiteit zijn echter niet eenduidig, en hangen af van organismen en van bodemtypes. Wel toont onderzoek aan dat de aanwezigheid en diversiteit van wormen toeneemt bij afnemende grondbewerking. Zij dragen bij aan het vergroten van het poriënvolume in de grond, het verstevigen van de draagkracht door de vorming van aggregaten en aan de vergroting van de waterinfiltratie en het waterbergend vermogen. Bijkomende voordelen van niet-kerende grondbewerking zijn lagere brandstofkosten en er is minder arbeid nodig voor

grondbewerking. Wel vergt het, zeker in de beginjaren, investering in kennis en experimenteren, omdat het een geheel andere werkwijze is dan ploegen.

Bodembedekking en groenbemesters

Het is belangrijk dat de bodem gedurende het jaar bedekt is met een gewas. Dat voorkomt verlies van nutriënten, zoals bijvoorbeeld stikstof naar de ondergrond en CO₂ naar de lucht. En ook de bodembiodiversiteit is erbij gebaat. Bodembedekking kan een vanggewas of groenbemester zijn of via invulling van het bouwplan (bijvoorbeeld de inzaai van wintergraan). Met zo'n gewas kan stikstof in de bodem worden vastgelegd en de doorworteling is bevorderlijk voor de bodemstructuur en het bodemleven. Telers van de Stichting Veldleeuwerik hebben de afgelopen vijftien jaar laten zien dat goed bodembeheer met winterbedekking op de lange termijn rendabel is en zorgt voor stabielere opbrengsten die minder gevoelig zijn voor weersinvloeden.

Groenbemesters kunnen worden gebruikt als bodembedekking en blijven na de hoofdteelt via hun wortels het bodemleven voeden. Groenbemesters met diepe beworteling zorgen voor opbouw van de bodemstructuur en verbeteren de grondwaterinfiltratie en -opslag. Bovendien zorgen ze voor het vasthouden van organische stof, het verminderen van bodemerosie en onderdrukken ze onkruid. Het bedekt houden van de bodem kan ten koste gaan van stoppelland, dat met zijn open karakter bepaalde vogels kan ondersteunen en bijdraagt aan wintervoer voor de vogels. Ook werkt niet elk type groenbemester of gewas stimulerend op de bovengrondse biodiversiteit omdat het te dicht begroeid is of een gewas is zonder bloem- of zaadvorming. Het heeft de voorkeur om groenbemesters uit verschillende families te kiezen.

Voor de bodemkwaliteit zijn er drie groepen groenbemesters:

- 1) **Met veel wortels:** granen en grassen hebben veel wortels, vlin-derbloemigen vaak zeer weinig. Engels raaigras heeft een uitgebreid wortelstelsel en is op slempgevoelige grond aan te bevelen.
- 2) **Met veel loof:** bijvoorbeeld kruisbloemigen zoals gele mosterd en bladrammenas. Zij dragen weinig bij aan bodemstructuur en humusopbouw, maar kunnen op korte termijn wel het bodemleven stimuleren.
- 3) **Met een penwortel.** Kruisbloemigen hebben een duidelijke penwortel, maar weinig overige wortels. De penwortel breekt de grond niet of nauwelijks los, maar maakt gebruik van bestaande(worm)gangen.

Per bodemsoort zijn de volgende groenbemesters te onderscheiden:

- 1) **Alle grondsoorten:** gele mosterd, bladrammenas, rogge en Italiaans raaigras.
- 2) **Zavel en klei:** hopperupsklaver, alexandrijnse klaver en wikken.
- 3) **Zand:** lupine, serradelle en tagetes

Bladrijke groenbemesters zoals Italiaans raaigras, gele mosterd en bladrammenas mogen niet in te natte grond worden ondergewerkt. Er ontstaat bij de vertering luchtgebrek en dat geeft aanleiding tot blauwe plekken in de grond die de groei in het volgende jaar sterk remmen. Groenbemesters op zandgrond, zoals rogge, kunnen in het voorjaar veel vocht onttrekken en moeten daarom tijdig ondergewerkt worden.

Behoud bodemstructuur

Zoals gezegd: voor een goed functionerende bodem en waterhuishouding is behoud van de bodemstructuur heel belangrijk. Zware mechanisatie helpt daar niet bij, ondanks het gebruik van brede banden en verlaagde bandenspanning. Inzet van volledig autonome, lichtere tractoren is nog niet aan de orde, maar de ontwikkelingen in de agrorobotica gaan snel. Autonome kleine en lichte machines die bewerkingen uitvoeren als onkruid wieden en bespuiten en die gewassen controleren op ziekten, zijn wellicht op kortere termijn inzetbaar. De nieuwe technologie werkt krachtiger als we die inzetten in combinatie met een biodiverser landbouwsysteem waarin we de natuurlijke processen ruimte geven om de weerbaarheid te vergroten en de risico's te verlagen (het adaptatiemodel).

Vaste rijpaden

Om de druk op de bodem te verminderen is het systeem van vaste rijpaden (met GPS en werktuigbesturing) een goede maatregel. Vaste rijpaden in de akker- en tuinbouw geven minder verdichting op het hele perceel, ze verhogen het aantal werkbare dagen in het voorjaar en zorgen voor een hogere opbrengst. Ook leveren rijpaden lossere bovengrond, waardoor gewassen beter doorwortelen en de voedingsstoffen (uit mest) beter opnemen. Hierdoor spoelen mineralen minder snel uit en brengen de gewassen tot 30 procent meer op, afhankelijk van het gewas. Werken via rijpaden vermindert daarnaast slemp, erosie en reduceert het energiegebruik aanzienlijk (15-50 procent). Recent Belgisch onderzoek bevestigt de vele voordelen: men kon in het natte voorjaar van 2016 eerder het land op om mechanisch onkruid te bestrijden en de afschrijfwaaarde van de extra investering werd in dat jaar ruim terugverdiend. Voor de biodiversiteit kan er



Sil Westra, de
bioboer die ploegt
met paarden

VAN PAARDENKRACHT NAAR ZONNE-ENERGIE

Hoe groter de tractor, hoe meer arbeid je kunt verrichten – het is tenslotte een machine die menselijke of dierlijke arbeid vervangt. Het is niet voor niets dat we vermogen uitdrukken in ‘paardenkracht’; hoe meer paardenkracht hoe meer paarden je vervangt. Tegenwoordig zijn tractoren zo sterk dat ze meer dan een paar honderd paarden vervangen. Landbouw bedrijven met zoveel paarden is onmogelijk. Toch zijn paardenhoeven op het land heel wat beter voor de bodemstructuur dan grote tractoren. Hoe groter de machines, des te zwaarder ze zijn en dus leveren ze meer druk op de bodem. Er treedt bodemverdichting op, waardoor de structuur van de bodem verloren gaat.

De biologische boer Sil Westra zet daarom de ploeg met paarden in om zo goed mogelijk voor zijn bodem te zorgen. In de moderne landbouw is dit ondenkbaar maar wordt wel gezocht naar de ontwikkeling van veel lichtere machines. Tegenwoordig worden veel lichtere machines ontwikkeld die de bodem ook minder belasten en op zonne-energie opereren.



voordeel ontstaan als er door efficiënte benutting van de oppervlakte ruimte ontstaat voor natuur aan de randen van de percelen.

Vastlegging van CO₂

Bodems worden van nature gevormd door de opbouw van organische stof en leggen daardoor koolstof vast. Dit is een proces waarbij atmosferische koolstof (CO₂) wordt omgezet in biomassa van planten (fotosynthese). De hoeveelheid koolstof in de bodem hangt af van zowel het groeien als het afsterven van bacteriën en plantenwortels, maar indirect ook van de koolstofuitwisseling tussen de wortels met het bodemleven. Als micro-organismen de plantenresten afbreken komt de CO₂ weer vrij en gaat terug de atmosfeer in. De CO₂-opslag is niet oneindig groot. In de natuur ontstaat er uiteindelijk een evenwicht tussen afbraak en opbouw van koolstof in de grond. Dit evenwicht verschilt per bodemtype en klimaatzone. Wanneer het proces van afbreken sneller gaat dan het opnemen, treedt er een nettoverlies van CO₂ op voor de bodem. Het natuurlijke evenwicht wordt dan verstoord – bijvoorbeeld door een calamiteit zoals bosbranden, of door een bepaalde vorm van niet-duurzaam landbeheer. Uit wetenschappelijk onderzoek van de FAO is gebleken dat akkerbouw een netto koolstofverlies van de bodem heeft veroorzaakt, en verantwoordelijk is voor een derde van de uitstoot van broeikasgassen wereldwijd. Het goede nieuws is dat wanneer een bodem goed beheerd wordt, er CO₂ in vastgelegd kan worden. Hoeveel dat is, is afhankelijk van de bodembewerking, bemesting en andere beheermaatregelen, zoals het planten van bomen of grassen op een akker of het toepassen van irrigatie. Koolstofvastlegging in bodems is een van de maatregelen die voor de landbouw in het in 2019 afgesloten klimaatakkoord is opgenomen.



Lichte robotwieders op zonne-energie zijn volop in ontwikkeling. Dit Californische prototype verwijdert onkruid daadwerkelijk, in tegenstelling tot robots die zich richten op precisiespuiten.

3.3 Bemesting van de bodem

Anders dan in een natuurlijke omgeving, waar plantenresten ter plekke vergaan en de bodem direct weer voeden, worden er in de landbouw stoffen afgevoerd bij de oogst en is bemesting van de bodem van belang. Eerder zagen we dat stikstofbinders en groenbemesters kunnen helpen om de bodemvruchtbaarheid op peil te houden. Wanneer er een tekort aan nutriënten dreigt te ontstaan, kunnen verschillende mestsoorten gebruikt worden, zoals dierlijke mest, compost of Bokashi en kunstmest. Voor de akkerbouw is goede kwaliteit dierlijke mest, al dan niet in combinatie met compost of

Bokashi van belang om het organische-stofgehalte in stand te houden. In hoofdstuk 4 gaan we uitgebreid in op de dierlijke mest en de kwaliteit ervan.

Compost en gecomposteerde stalmest

Composteren is een gecontroleerde afbraak van organisch materiaal en opbouw van stabiele humus. Dit kan met organisch restmateriaal zoals plantenresten, groenafval en stalmest. Compost of gecomposteerde stalmest bevordert niet alleen de organische-stofopbouw, maar draagt ook bij aan humusachtige stoffen die zorgen voor een betere benutting van nutriënten. Bovengenoemde definitie van composteren draagt deze goede eigenschappen al in zich. Bij gebruik van mest en compost is aangetoond dat de beschikbaarheid van fosfaat in kalkrijke bodems op lange termijn toeneemt. Verder voegt compost ook leven toe aan de bodem, in de vorm van bacteriën, actinomyceten (draadvormige bacteriën met eigenschappen van schimmels die in de bodem leven en antibiotica produceren) en schimmels. Op een natuurinclusief bedrijf kan zelf compost maken of in samenwerking met bedrijven in de regio van grote meerwaarde zijn.

Het bereiden van 'goede' compost vereist goede voorzieningen en controle gedurende het composteringsproces bij de boer zelf of via een composteringsbedrijf. Het beste is een compost toe te passen die zowel rijp als stabiel is. Stabiliteit zegt iets over het afbraakstadium van de organische stof: welk type organische stof is er overgebleven na compostering en is het compostmengsel nog biologisch actief? De stabiliteit heeft effect op de impact van de compost op de beschikbaarheid van stikstof in de bodem. Een stabiel product voorkomt immobilisatie van nutriënten. De rijpheid geeft aan in welke mate het composteerproces volledig is afgerond. De rijpheid wordt beïnvloed door de stabiliteit van het materiaal. Daarnaast heeft de rijpheid ook effect op andere chemische eigenschappen van de compost. Onrijpe compost kan grote hoeveelheden vrije ammoniak, organische zuren en andere fytotoxische stoffen bevatten, die de wortelgroei en opkomst kunnen schaden. Bij stabiele en rijpe compost komen geen giftige stoffen meer vrij en de verdere vertering van de organische stof zal nauwelijks minerale stikstof aan de grond onttrekken.

Een andere optie is om gebruik te maken van de compost die door grote composteerbedrijven wordt gemaakt uit ons GFT afval en groenafval. Deze bedrijven produceren jaarlijks circa 1,8 miljoen ton compost volgens de Branchevereniging Organische Reststoffen. Van de GFT-compost gaat circa 75 procent naar de akkerbouw, de vollegrondstuinbouw en de boomteelt. Bij groencompost is dit circa 50



Compost bevordert organische-stofopbouw en humusachtige stoffen waardoor nutriënten beter benut kunnen worden





Groenbemester
Japanse haver



Bokashi

Compost

procent. Voor instandhouding van de bodemvruchtbaarheid is deze hoeveelheid compost veel te laag en een aantal ondernemers vindt de kwaliteit van deze compost te laag, maar voor een aantal boeren kan deze compost toch een rol spelen bij bodemonderhoud.

Bokashi

Bokashi is een traditionele, Japanse, organische mestsoort, die valt onder het brede begrip compost en heeft vergelijkbare voordelen voor de landbouw. Het is een manier om organisch materiaal om te zetten door middel van fermenteren. Het wordt nog weinig toegepast, maar de belangstelling neemt toe. Het product dat na fermentatie ontstaat heet Bokashi. Het organische materiaal wordt door de aanwezige effectieve micro-organismen onder anaerobe omstandigheden (zonder zuurstof) omgezet. Bij dit proces blijft de temperatuur onder de 40 graden, waarbij de pH zakt naar 3.5 tot 4. Om dit effect van een dalende pH tegen te gaan wordt kalkhoudend materiaal toegevoegd. Na circa 6-8 weken, naar gelang het gebruikte uitgangsmateriaal, is de Bokashi klaar. Langer rijpen heeft geen nadelig effect op de kwaliteit. Als er aan dit gefermenteerde product zogenaamde effectieve micro-organismen worden toegevoegd, wordt Bokashi een effectieve bodemverbeteraar. Bokashi draagt bij aan een snellere beschikbaarheid van de opneembare voedingsstoffen voor de plant. De micro-organismen in de Bokashi kunnen de (micro)bodembiodiversiteit verhogen en de productie van enzymen, vitaminen en antioxidanten stimuleren.

Kunstmest

Minerale mest oftewel kunstmest is een niet-organische vorm van mest, gebaseerd op de optimale, benodigde mineralen ratio voor planten. De hoofdbestanddelen zijn stikstof, fosfor en kalium (N:P:K), kunstmest wordt geproduceerd in de chemische industrie. De stikstof in kunstmest wordt uit lucht gewonnen en met behulp van een katalysator getransformeerd tot ammoniak (NH_3). Zo is er altijd genoeg stikstofbemesting! Kunstmest bevat veel essentiële voedingsstoffen die op korte termijn gemakkelijk worden opgenomen door het gewas en die de groei stimuleren. De negatieve effecten zijn inmiddels ook bekend; teveel en eenzijdig gebruik van kunstmest leidt tot uitspoeling van nutriënten, verminderde koolstofvastlegging en schimmels zoals mycorrhizae die minder goed hun werk doen. De natuurlijke processen zoals beschreven in hoofdstuk 2 vallen stil. Dit is op de lange termijn schadelijk voor de bodem en zorgt voor kwetsbaarheid van plant of gewas.

ZILTE TEELT

Verzilting van het grondwater neemt steeds verder toe door de alsmaar stijgende zeespiegel. Alleen al in Nederland zal in de nabije toekomst ruim 125.000 hectare grond steeds zilter worden. Voor de meeste traditionele landbouwgewassen is dit schadelijk. Door het telen van zouttolerante gewassen, denk aan zeekraal, zilte aardappelen, zeekool en strandbieten, kan zilte grond toch benut worden. Zilte teelt zit nog sterk in een experimenteerfase, maar de mogelijkheden en de blik zijn hier wel op gericht. Ook is zeekraal steeds vaker in de supermarkten te vinden.

Andere nadelen van kunstmest zijn dat bij de productie van kunstmest veel energie wordt gebruikt en er veel CO₂ vrijkomt, plus het gebruik van de eindige grondstof fosfaat. Hergebruik van fosfaat uit reststromen en dierlijke mest is belangrijk om de natuurlijke fosfaatreserve die nog beschikbaar is in mijnen in onder andere China en Marokko zo min mogelijk aan te hoeven spreken.

Bekalken

De zuurgraad van de grond is van belang voor een goede teelt. De bodem wordt van nature steeds zuurder. Dit komt omdat regen van nature zuur is (pH van 5,6) door de opgeloste CO₂ en daarnaast weinig basische componenten bevat. De basische componenten die de bodem bevat worden opgenomen door het regenwater en spoelen uit. Ook de planten dragen bij aan bodemverzuring omdat ze positief geladen elementen, de basische kationen, opnemen. Hierbij komt een zuur ion vrij (H⁺) dat achterblijft in de bodem. Behalve deze natuurlijke manieren van bodemverzuring bestaat er ook verzuring door bemesting. Meststoffen met een hoog ammoniumgehalte (NH₄⁺) brengen de pH van de bodem naar beneden. In een bodem met een te lage pH zijn minder nutriënten beschikbaar voor de plant omdat bodemdeeltjes hun negatieve lading verliezen en geen kationen (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺) meer kunnen binden. Zo wordt ook stikstof niet optimaal benut door de plant. Per gewastype verschilt de optimale pH van de bodem.

Afhankelijk van het type gewas en de pH in de bodem, kan bekalken een effectieve manier zijn om de zuurgraad te laten dalen. Bekalking betekent het toedienen van calcium (Ca) en magnesium (Mg) aan de bodem waardoor een nieuw evenwicht ontstaat. Door de hogere pH van de bodem verbetert de bodemstructuur. Dit gebeurt niet direct,

maar indirect: de basischere bodem vormt een betere leefomgeving voor structuurbevorderende organismen zoals wormen en duizendpoten. Ook ontwikkelen de plantenwortels zich beter in een minder zuur milieu. Bodembekalking draagt dus bij aan het bodemleven en daarmee aan de biodiversiteit en de opbrengst.

3.4 Insecten en plaagbestrijding

Zo'n 70 procent van de belangrijkste cultuurgewassen heeft insecten nodig voor een goede vruchtzetting en ruim een derde van ons voedsel is afkomstig van door insecten bestoven planten. Honingbijen en wilde insecten, waaronder wilde bijen, hommels en zweefvliegen, leveren deze ecosysteemdienst gratis. Zonder bloembestuiving is er geen voortplanting bij de meeste bloemplanten en kunnen wij niet genieten van deze bloemenpracht. Daarom is voldoende voedsel en huisvestinggelegenheid voor deze insecten belangrijk. En niet alleen voor de bestuivers, maar ook voor de natuurlijke vijanden van voor een landbouwgewas schadelijke insecten. Natuurlijke plaagbestrijding kan alleen plaatsvinden als de natuurlijke leefomgeving – zonder mestoverschot of bestrijdingsmiddelen – zich vlak bij de gewassen bevindt, omdat de aanvliegroute van de meeste insecten niet zo groot is. Het is helder dat insecten niet gebaat zijn bij een overschot aan mest of gebruik van bestrijdingsmiddelen.

Meer bloemrijke gewassen

Een *cash crop* is een winstgewas; de verkoop van deze gewassen staat garant voor de hoogste opbrengst. In Nederland zijn peen, uien, knolselderij, witlof, aardappelen en suikerbieten voorbeelden van cash crops. Deze gewastypen hebben een belangrijke plaats in het bouwplan, maar vormen een aanslag op de bodem, trekken relatief weinig insecten aan en vergen veel bestrijdingsmiddelen. Hiertegenover staan bloemrijke rustgewassen zoals gras/klaver, luzerne en granen. Het opbrengstsaldo van deze gewassen is laag en ze dienen vooral voor structuurverbetering van de grond, het vastleggen van stikstof en de verlaging van de onkruiddruk en ziektegevoeligheid. Hiertussen zitten de 'semi-cash-crops' zoals erwten, bonen, spinazie en suikermâis. Van deze gewassen fluctueert de opbrengst per jaar, maar ze hebben voordelen noch nadelen voor de bodemstructuur. Of dit tegen elkaar opweegt, beslist de ondernemer.

Het structureel kiezen voor cash crops gecombineerd met rustgewassen kan voor een individuele ondernemer een goede, winst-

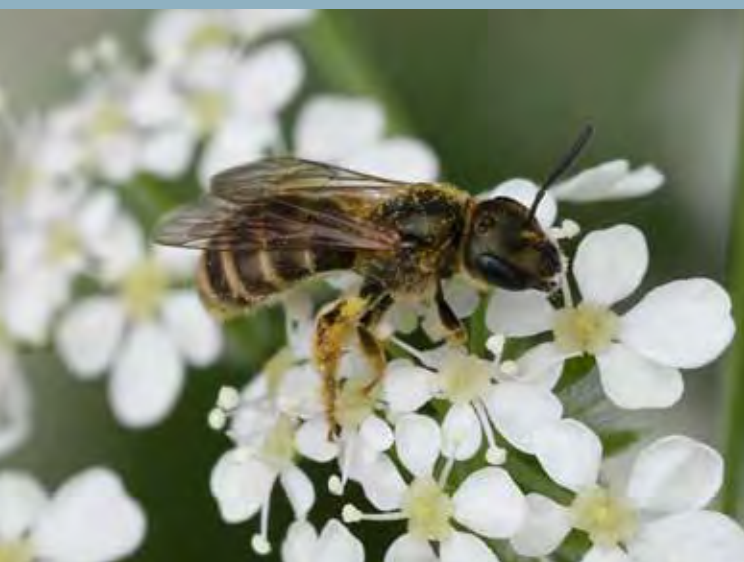
STUIFMEEL INTERMEZZZZZO

Stuifmeel bestaat globaal gesproken uit 96 verschillende stoffen. Geen voedingsmiddel dat zo'n rijke verscheidenheid bezit. Zo bevat stuifmeel eiwit dat uit achttien aminozuren is opgebouwd, koolhydraten, vetten, water en verschillende mineralen en vitaminen. De percentages van eiwitten en andere stoffen is sterk afhankelijk van de bloemsoorten. Stuifmeel wordt verspreid door de wind, water en dieren. Deze dieren zijn meestal insecten zoals bijen en hommels, maar het kunnen ook vogels of andere dieren zijn.

Het aantal wilde-bijensoorten in Nederland gaat achteruit. Dit wordt veroorzaakt door het vernietigen van hun habitat, het gebruik van pesticiden en een gebrek aan bloeiende planten. Bijen en andere insecten voeden zich met stuifmeel en nectar van de bloem. Stuifmeel is voor bijenvolken de enige bron van eiwitten, mineralen en vitaminen. Vooral bij veel broed – larven en jonge bijen – is voldoende stuifmeel en variatie van groot belang. Maar de stuifmeelkwaliteit gaat achteruit. Studies hebben aangetoond dat pesticiden (gespoten of in de

bodem geïnjecteerd) door de plant worden opgenomen, zich verspreiden door de bladeren, bloemen en vruchten en vervolgens dieren die van de plant eten ermee besmetten. Ook bijen, vlinders en andere insecten die stuifmeel en nectar verzamelen worden op deze manier blootgesteld aan en vergiftigd door pesticiden. De bijen hebben zo een kleinere kans om de winter te overleven of om zich voort te planten.

Een andere reden voor de bijensterfte is het verlies van habitat: Sinds het ontstaan van de landbouw maakten bomen en struiken integraal onderdeel uit van het boerenbedrijf. Bomen leveren ecosysteemdiensten zoals luwte, ontwatering, beschutting voor dieren, voer en een habitat voor nuttige insecten en bijen. Tegenwoordig is er steeds minder ruimte voor bomen op het platteland. Een afname van wilde-bijensoorten heeft negatieve gevolgen voor bijvoorbeeld de fruitteelt, die in grote mate afhankelijk is van de insecten. Een afname van bijen heeft niet alleen impact op de fruitteelt maar op de biodiversiteit en bestuiving wereldwijd.



lieveheersbeestje
voedt zich graag met
schadelijke insecten



soldaatjes vreten
bladluizen en eitjes
van graanhaantjes



NATUURLIJKE BESTRIJDING

Het gebruik van (chemische) bestrijdingsmiddelen is een belangrijke oorzaak van insectensterfte en achteruitgang van het bodemleven. Zodra de habitat rondom de akkers ruimte biedt aan insecten, wordt natuurlijke plaagbestrijding makkelijker haalbaar. Lieveheersbeestjes, sluipwespen, roofmijten, wantsen, spinnen en kevers zijn natuurlijke opruimers van gewasplagen. Het vergt, naast nieuwe ecologische kennis, een ander bewustzijn om plaaginsecten in samenhang te zien met hun natuurlijke vijanden. Uiteindelijk levert deze aanpak een veerkrachtiger en plaagbestendiger systeem op.



zweefvliegen op
wilde chicorei

gevende tactiek zijn. Vanuit het oogpunt van bijen en andere insecten en voor het stimuleren van de biodiversiteit zijn bloemrijkere gewassen zoals karwij, veldbonen, koolzaad, vlas, erwten en bruine bonen, wenselijk. Deze bloemrijke gewassen zijn bijna helemaal uit de Nederlandse akkerbouw verdwenen. Sommige van deze, zoals de bonensoorten, erwten en lupines, binden tevens stikstof uit de lucht. Wie deze gewassen in het bouwplan opneemt, verbetert de bodemkwaliteit, hoeft minder bestrijdingsmiddelen in te zetten en levert eiwitrijke gewassen die bijvoorbeeld gebruikt worden als basis voor vleesvervangers. Naast nectarleveranciers voor bijen voeden bloemrijke akkers ook natuurlijke vijanden (nuttige insecten) van bijvoorbeeld bladluis en bieden ze een leefgebied en overwinteringsplek voor kruipende beestjes zoals loopkevers en spinnen. Geuren en kleuren van bloemrijke gewassen trekken verschillende roofdieren aan. Een voorbeeld van positieve effecten van bloemrijke gewassen is een verhoogde suikerspiegel bij sluipwespen waardoor deze actiever zijn. Ook pastinaak, venkel en boekweit leveren nectar die direct toegankelijk is voor insecten en zijn daardoor zeer geschikt om bijna alle natuurlijke vijanden te ondersteunen.



Akkerranden

Akkerranden met kruidachtige, bij voorkeur inheemse, bloemplanten dragen positief bij aan de landschappelijke diversiteit alsook aan een verbeterde landschappelijke kwaliteit. Ook dragen akkerranden bij aan een hogere diversiteit insecten en aantallen natuurlijke vijanden in de randen en in het gewas. Vanuit akkerranden kunnen spinnen, kevers, zweefvliegen, gaasvliegen en sluipwespen de populaties plaaginsecten onder de schadedrempel houden. Of dit ook leidt tot minder insecticidegebruik blijft wetenschappelijk gezien nog ongewis, maar de praktijk lijkt dit wel zo te ervaren op het moment dat de randen goed worden beheerd en ingezet. Akkerranden hebben eveneens een bufferfunctie waardoor nutriënten in mindere mate wegspoelen en tevens de drift van chemicaliën wordt tegengegaan. Akkerrandenbeheer wordt ook ingezet om bedreigde vogelsoorten als de patrijs een heenkomen te bieden.

Binnen het project Bloeiend Bedrijf (www.bloeiendbedrijf.nl) hebben ongeveer zeshonderd boeren drie jaar lang via kennisuitwisseling en ervaring gewerkt aan akkerranden voor geïntegreerde gewasbescherming. De uitkomsten van dit project lieten zien dat 75 procent van de deelnemers de middelen voor gewasbescherming heeft verminderd. Eenjarige akkerranden zijn eenvoudig in aanleg en onderhoud en geven de flexibiliteit om jaarlijkse een andere

locatie te kiezen. De aanwezige bloemen in de akkerranden bieden nectar en stuifmeel voor bloembezoekende insecten. Veel van deze insecten zijn tegelijkertijd natuurlijke bestrijders. Meerjarige akkerranden zijn evenwel gunstiger voor de natuur, omdat er in de onverstoorde bodem en de strooisellaag naast voedsel ook schuilplaatsen worden geboden aan spinnen en bodeminsecten. Deze stroken vragen wel extra aandacht bij aanleg en beheer, zoals onkruidbestrijding en het tegengaan van verruiging. Een meerjarig mengsel bestaat uit polvormige grassen en meerjarige kruiden als cichorei en wilde margriet. De grassen helpen mee het onkruid te onderdrukken. Langzaam groeiende grassen zoals kamgras en rood zwenkgras zijn hiervoor geschikt.

Over de noodzakelijke breedte van akkerranden bestaan geen eenduidige richtlijnen. Duidelijk is wel dat met een minimale breedte van 3 meter de drift van gewasbeschermingsmiddelen met 95 procent gereduceerd kan worden en bij 6 meter breedte met 100 procent. De effectiviteit van akkerranden zal vergroot worden als bestaande en nieuwe landschapselementen zoals houtwallen en bufferstroken worden behouden of aangelegd. Het belang van akkerrandenbeheer op landschapsniveau blijkt uit het feit dat het omringende landschap van een perceel ook een belangrijke rol speelt; hoe heterogener het landschap, hoe meer soorten er voorkomen. Onderzoek uit Engeland laat zien dat bladluispredatie in graan steeg naarmate er meer grasranden waren binnen een straal van 750 meter rond het perceel.

3.5 Maatregelen

Maatregelen voor natuurinclusieve akkerbouw zijn gericht op de productie van planten voor de voeding van mensen, met behoud van bodemkwaliteit, lucht- en waterkwaliteit en een aantrekkelijk landschap. Wie voedsel in evenwicht met de leefomgeving produceert, draagt bij aan een weerbaar landbouwsysteem, dat minder gevoelig is voor klimaatverandering en andere externe invloeden. Ter inspiratie worden hier de belangrijkste maatregelen op een rij gezet.

Ruime vruchtwisseling in het bouwplan

Elk bodemtype is gebaat bij een ruime vruchtwisseling waarbij verschillende gewastypen worden afgewisseld. De gewaskeuze is bodemspecifiek en moet ervoor zorgen dat de bodembiologie, -chemie en -structuur goed op orde blijven. Dat betekent dat er naast de rooi- en



Bloeiende
akkerrand in
Groningen



Akkerflora
met vlas

maaigewassen voldoende groenbemesters, rustgewassen en diep wortelende gewassen in het bouwplan moeten zitten.

Optimale nutriëntenvoorziening en koolstofvastlegging

Met de introductie van vlinderbloemigen en groenbemesters in het bouwplan en het gebruik van ruige stalmest en compost worden de nutriënten voor de gewasteelt aangevuld. Het is vanuit het belang voor bodemvruchtbaarheid aan te raden om te kiezen voor een hoge kwaliteit mest passend bij wat de bodem nodig heeft en niet uit praktisch oogpunt mest te accepteren die toevallig makkelijk beschikbaar is. Het koolstofgehalte in de bodem kan worden verhoogd door weinig omploegen, gewasresten terug te brengen in de bodem, bodemleven te stimuleren, dierlijke mest te gebruiken en te kiezen voor een geschikte vruchtwisseling.

Lichte machines

De bodemstructuur is essentieel voor goede gewasopbrengsten. Daarom is de voorkeur om zo licht mogelijke machines te gebruiken. De ontwikkeling is gaande. In de nabije toekomst kunnen zon-aangedreven robots zelfstandig onkruid wieden en andere taken verrichten.

Strokenteelt, mengteelt en mozaïekteelt

Strokenteelt krijgt steeds meer aandacht en is inpasbaar in de huidige teelt, rekening houdend met de breedte van de machines. Er is nog werk aan de winkel in het uitzoeken welke teelten het beste bij elkaar passen en hoe die gewisseld kunnen worden. Hetzelfde geldt voor mengteelt, ook in relatie tot de oogstbaarheid. Vanuit natuurinclusiviteit zijn hier duidelijk voordelen, maar de inpasbaarheid in de huidige bedrijfsvoering vraagt nog verdere ontwikkeling. Voor mozaïekbeheer, dat landschappelijk en vanuit (functionele) biodiversiteit grote voordelen kent, gaat hetzelfde op. In graslanden wordt dit al wel toegepast, maar nog niet in de akkerbouw.

Akkerranden

Mits goed aangelegd en onderhouden, hebben akkerranden een zeer positief effect op bufferfuncties, verminderd gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, bestuiving en landschapsbeleving. Akkerranden verhogen de kosten voor de boer in eerste instantie, omdat aanleg en beheer kosten met zich meebrengen en de productie lager wordt doordat er een deel van de akker als rand wordt gebruikt. De verminderde kosten van gewasbescherming en functies als buffering die economisch voordeel opleveren wegen hier nog niet tegenop.

Bestrijding van ziekten en plagen

De kans op het voorkomen van ziekten en plagen wordt weliswaar beperkt door bovenstaande maatregelen, maar zal altijd een risico vormen voor de landbouw. Tips als je wilt werken aan een weerbaar landbouwsysteem met een hoge biodiversiteit, dat zoveel mogelijk zelf ziekten en plagen onderdrukt of overwint:

- Pas mechanische handelingen toe, bijvoorbeeld onkruid wieden met schoffelmachines en losgewoeld onkruid met een luchtcompressor uit de gewasrij blazen.
- Gebruik fysieke bestrijding, plaats bijvoorbeeld kleurvallen met een kleefstof die insecten aantrekken of weer ze af door luchtverplaatsingen, trillingen en uv-licht.
- Kies voor een preventieve maatregel zoals met voorbehandeld zaad werken. Zaadbehandeling komt voor in verschillende vormen. Vanuit de natuurinclusieve gedachte heeft een stoombehandeling de voorkeur.
- Teel rassen die bestand zijn tegen ziekten en plagen. In de loop van de evolutie hebben planten diverse verdedigingsmechanismen ontwikkeld, die met de algemene term ‘waardplantresistentie’ worden aangeduid. Soms is de resistentie absoluut en wordt de groei van de belager volledig geblokkeerd. Ondernemers kunnen ook samen met zaadbedrijven rassen ontwikkelen met een resistentie tegen ziekten en plagen.
- Gebruik aantrekkende/afwerende verbindingen en smaakvergalers om plaagorganismen te lokken of af te stoten. Daarvoor zijn allerlei manieren. Feromonen, vluchtige verbindingen die door organismen voor communicatie met soortgenoten worden gebruikt, vormen een speciale categorie. Ze worden gebruikt voor plaagsignalering, massavangst en verstoring van de voortplanting.

Bovenstaande maatregelen zijn hulpmaatregelen om in combinatie met andere maatregelen de functionele agrobiodiversiteit te versterken, waardoor de natuurlijke vijanden hun maximale rol kunnen uitoefenen in de bestrijding van ziekten en plagen. Samenwerking op gebiedsniveau om de biodiversiteit zo veel mogelijk te stimuleren zal dit proces alleen maar versnellen.



MELKVEE HOUDERIJ

Koeien produceren melk, vlees en mest op basis van verteerbaar organische stof en eiwit uit gras en maïs. Precies op dezelfde manier werkt het ondergrondse voedselweb als het de organische stof in de bodem verteert. Deze organische stof is afkomstig van niet geoogste bovengrondse delen, uit dierlijke mest en in belangrijk mate van wortelresten. Het is een kringloop die vroeger in breder verband plaatsvond, namelijk op het gemengde bedrijf met akkerbouw en veehouderij, en die een diversiteit aan voedselproducten opleverde. De diversiteit aan gewassen en dieren vormde een eenheid die zichzelf in stand hield en de bodem vruchtbaar. Inmiddels, na decennia van specialisatie, zijn er nog maar weinig gemengde bedrijven. We zien wel het aantal regionaal gemengde bedrijven toenemen, waar akkerbouwers en veehouders voedergewassen en stro ruilen tegen mest. Het opnemen van voedergewassen in het bouwplan geeft de akkerbouwer de gelegenheid zijn vruchtwisseling te verruimen. Een min of meer gesloten (nutriënten)kringloop op eigen bedrijf of met bedrijven in de nabije regio heeft positief effect op de biodiversiteit omdat zo min mogelijk gebruikt wordt gemaakt van externe bronnen en het dier (in dit geval de koe) weer zijn plaats heeft in het ecosysteem van bodem, plant en dier.

In dit hoofdstuk schetsen we aan de hand van verschillende thema's op welke wijze de melkveehouderij gebruik kan maken van de natuurlijke processen en functionele agrobiodiversiteit om zo toe te werken naar een systeem dat zichzelf in stand houdt.

4.1 Grondgebonden

Oorspronkelijk is de melkveehouderij een grondgebonden sector. Voor natuurinclusieve landbouw met het streven naar een zoveel mogelijk gesloten kringloop is grondgebondenheid een belangrijke voorwaarde. Dit wil zeggen dat iedere melkveehouder genoeg grond heeft om zelf het voedsel voor de koe, zoals gras, maïs en andere ruwvoedergewassen als luzerne en voederbieten te produceren en de veebezetting afgestemd is op de draagkracht van de grond. Bij de volledig grondgebonden melkveehouderij kan de mest worden gebruikt op eigen land (of op het land van een akkerbouwer waarmee samengewerkt wordt) en daarmee is de mineralenkringloop vrijwel gesloten. Deze vorm van veehouderij legt weinig tot geen beslag op diervoedergrondstoffen elders in de wereld. Momenteel kan echter ook in de grondgebonden veehouderij de krachtvoergift – aangevoerd van elders – nog hoog zijn, waardoor een gesloten kringloop bij lange na niet wordt gerealiseerd. Hierbij wordt ook beslag gelegd op grond elders, zoals in Noord-Frankrijk of Brazilië.

Eiwit en energie van eigen land

De koe is een grazer en herkauwer en zou dus voldoende hebben aan gras. Gras bevat energie en eiwit dat belangrijk is voor het rantsoen van melkkoeien. Gras, eventueel aangevuld met ander ruwvoer als stro, zorgt ook voor ‘structuur’; belangrijk voor een goede werking van het verteringstelsel van de koe. Kruidenrijk gras met een verlate maaidatum is een zeer goede leverancier van structuurrijk voer. Hoe meer grasland in het bedrijfssysteem, hoe beter dit is voor het organische-stofgehalte en de bodembiodiversiteit, en uiteindelijk voor functies als grasproductie (onder andere stikstofleverend vermogen), milieufuncties (onder andere waterregulatie) en klimaat (CO₂-vastlegging). Het aandeel grasland is daarmee een indicator voor meer functionele biodiversiteit op het melkveebedrijf.

Gezien de hoge (melk)productie die wij van de koe vragen, is ruwvoer zoals gras, hooi, voederbieten, kuilgras of snijmaïskuil niet altijd voldoende om de koe van voldoende energie en eiwit te voorzien. Aanvullend eiwit kan worden verkregen door het telen van ruwvoeder als gras, rode en witte klaver of gewassen als erwten, veldbonen en lupine, of door aankoop van krachtvoer, waaronder soja. Soja wordt bijna niet geteeld in Nederland en komt voornamelijk uit Brazilië, de US en Argentinië. Hierdoor heeft een bedrijf dat veel soja gebruikt, indirect een negatieve invloed op de biodiversiteit van de productieregio van soja. Vanwege de grote vraag naar

soja door de veehouderij, worden natuurgronden (zoals tropisch regenwoud) omgezet in vele hectaren monocultuur van soja. Dit pleit voor een hogere mate van zelfvoorziening in (kracht)voerproductie. Veel veehouders vinden de voederwaarde van krachtvoer onmisbaar, omdat de melkproductie stijgt bij een hogere krachtvoergift. De stijging van melkproductie is ook gerelateerd aan de voeropname en verzadigingswaarde. Wanneer meer eiwitrijk voedsel gevoerd wordt als gras en soja, moet dat weer gecompenseerd worden met energierijk voer als snijmaïs dat veel minder eiwit bevat. Krachtvoer brengt ook veel nutriënten, zoals stikstof, het land binnen. Aangezien hiervan maar een beperkt deel in producten wordt afgevoerd gaat er veel stikstof verloren naar het milieu. Dit is een reden om te streven naar meer eiwit van eigen land.

Meer (d.w.z. een hoger percentage) eiwit van eigen land kan samengaan met ouder grasland, een lager gebruik van herbiciden op het grasland, lagere ammoniakemissie en een lager stikstof-bodemoverschot. Dat laatste hangt samen met een goede benutting van het voer dat op eigen land wordt geproduceerd en de mest die in de cyclus wordt gebruikt. Hoe hoger de stikstofefficiëntie (d.w.z. een zo hoog mogelijke benutting van het eigen eiwit uit het gras door de koe en dus in de melkproductie), hoe lager het risico op stikstofverliezen naar lucht, bodem en water. Een hoge kwaliteit bedrijfseigen mest heeft een hoog rendement, omdat er op het land dat met eigen mest behandeld wordt een betere mineralenkringloop ontstaat. Er is toenemend bewijs dat de koolstofmineralisatie in de bodem wordt versneld wanneer het af te breken materiaal afkomstig is van

EXTERNE HECTARES

De meetlat externe hectares raakt aan de intentie van een regionale productie en aan doelen zoals bedrijfsindividualiteit. Bij de berekening van de externe hectares worden de aan- en afvoer van strooisel, voer en mest op een bedrijf uitgedrukt in hectares. De meetlat kan inzicht geven over de hoeveelheid melk die zonder aanvoer van buiten per hectare kan worden geproduceerd. Daarnaast kan de berekening van de externe hectares dienen als hulpmiddel in de discussie welke intensiteit met het oog op milieubelasting en afwenteling op systemen elders wenselijk is. De berekening maakt namelijk inzichtelijk wat de ecologische afwenteling van een bedrijf is. Uit de berekening van de meetlat en de externe hectares van de biologische Bioveembedrijven blijkt dat de productie die zonder aanvoer van buiten mogelijk is, ergens tussen de 5 en de 9 ton melk per hectare ligt.

diezelfde locatie. Dit komt omdat de bacteriën in de grond die verantwoordelijk zijn voor de afbraak van organisch materiaal zich hebben aangepast aan de omgeving. Runderen, bacteriën, grasland en het bodemleven passen zich aan elkaar aan en profiteren van elkaar. Daarom werkt een steeds hoger percentage eiwit van eigen land via de geoptimaliseerde microbiologie ook door in de efficiëntie van het gehele bedrijf.

Er is een groeiend aantal bedrijven dat zoveel mogelijk inzet op gras-gevoerd melkvee in combinatie met zoveel mogelijk te weiden. Voorbeelden zijn systemen als Pure Graze, biologische melkveehouderijen en Remeker. Naast de betere milieu- en klimaatscore van deze bedrijven blijkt de melkkwaliteit beter. Uit vergelijkend onderzoek blijkt dat koeien die volledig met gras gevoerd worden, melk produceren met een hoger niveau van omega-3 en andere gezonde vetten.

4.2 Grasland

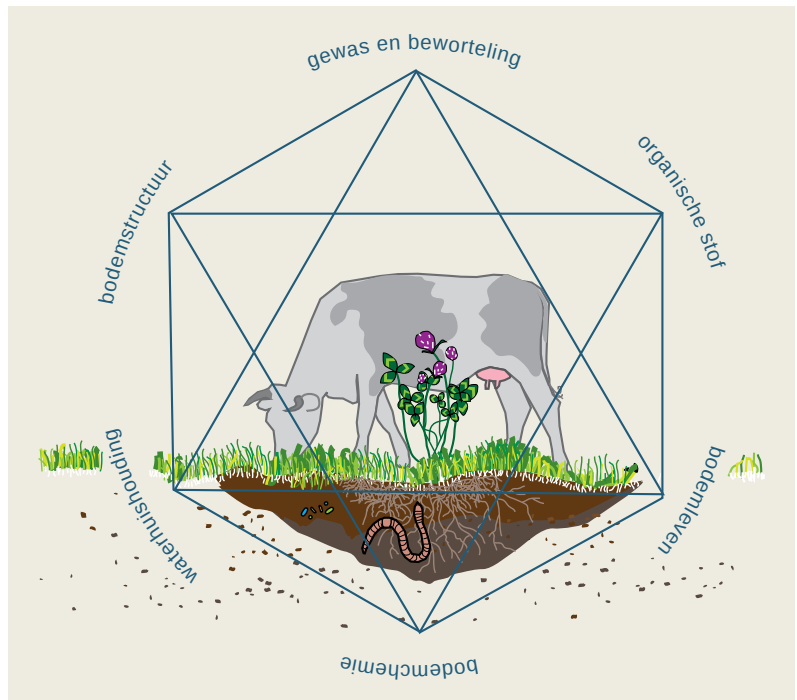
Grasland is de belangrijkste bodemverbeteraar die er is. Door een hoge aanvoer van organische stof uit gewas- en wortelresten en een relatief lage afbraak daarvan, bouwt het organische-stofgehalte van de bodem op. Dit is niet alleen belangrijk voor de grasproductie maar ook voor het waterregulerende vermogen en het vastleggen van koolstof uit CO₂ (respectievelijk klimaatadaptatie en -mitigatie). Daarnaast creëert grasland een stabiel milieu voor het bodemleven en daarmee voor de bovengrondse biodiversiteit, omdat het niet verstoord wordt door grondbewerking. We hebben het dan over blijvend grasland en niet over tijdelijk grasland in een rotatie met andere gewassen.

Het woord *blijvend* duidt op de blijvende bestemming van het perceel voor grasland. Blijvend grasland kan wel vernieuwd worden door het grasland te ‘scheuren’ met ploegen. Van de 1 miljoen hectare grasland in Nederland is 70 procent blijvend grasland. Oud grasland is blijvend grasland van minimaal tien, soms al meer dan honderd jaar oud, dat in stand blijft zonder bodembewerking.

Oud grasland

Veel agrarische ondernemers vernieuwen het grasland om snel een hogere productie te halen. Als grasland wordt vernieuwd, wordt er geploegd en opnieuw ingezaaid. Deze grondbewerking heeft echter een negatieve invloed op het organische-stofgehalte en het bodem-

Figuur 10
De bodemkwaliteit in de melkveehouderij wordt bepaald door:
1) Organische stof
2) Structuur
3) Beworteling
4) Bodemleven
5) Waterhuishouding
6) Bodemchemie
(bron LBI)



leven. Tijdens de grondbewerking komt er veel lucht in de bodem en daardoor kan de organische stof snel afbreken. De piek in afbraak van organische stof geeft daarmee aanleiding voor uitspoeling van stikstof naar het milieu. Daarnaast wordt bij graslandvernieuwing het bodemleven (denk aan regenwormen) met haar functies verstoord. Dit moet zich na herinzaai weer herstellen. Onderzoek laat zien dat de diversiteit van regenwormen, aaltjes, schimmels en bacteriën in de bodem onder oud grasland (36 jaar) hoger is dan onder jong grasland (3 jaar). De bovengrondse biodiversiteit, waaronder de botanische samenstelling, hangt ook gedeeltelijk met de leeftijd van het grasland samen, maar wordt in belangrijke mate mede bepaald door het graslandmanagement en de grondsoort.

Samengevat zijn de voordelen van oud grasland dus groot voor de biodiversiteit, en door het verhoogde gehalte aan organische stof en het positieve effect op graslandproductie ook voordelig voor de ondernemer.

Weidegang

Beweiding is een belangrijk onderdeel van het grondgebonden melkveebedrijf. Als vanuit beleid en zuivelketen gesproken wordt over weidegang op gangbare bedrijven, staan de koeien minimaal

BEWEIDING EN KIPPEN

Een mooi voorbeeld hoe diversiteit benut wordt zijn melkveehouders die de combinatie maken van begrazing door koeien en het houden van kippen in een mobiel systeem. De kippen doen zich tegoed aan de insecten die op de mestflatten afkomen en aan de achterblijvende graszaden. Dit biedt goedkoop kippenvoer en bovendien verspreiden de kippen de mestflatten over het grasland waardoor het gras beter groeit. De kippen in het open veld zijn wel gevoeliger voor predatoren (roofvogels, vossen) en vogelgriep verspreid door wilde eenden.

120 dagen per jaar, 6 uur per dag in de wei. Belangrijk voor functionele agrobiodiversiteit en specifieke soorten is niet alleen de beweidingduur en intensiteit, maar ook het oppervlak dat beweid wordt en de startdatum van weidegang. Op die manier wordt een mozaïek van grashoogtes gecreëerd. De voorwaarde bij beweiding is dat er maximaal tien koeien per hectare in de weide lopen, wat veel is voor begrazing en voervoorziening. In de biologische sector is daarom de norm maximaal vijf koeien per hectare.

Bij de startdatum van weidegang moet rekening gehouden worden met de begaanbaarheid van het perceel. In een natte lente gaan de koeien later naar buiten omdat ze op te natte percelen de graszoden vertrappen. Het vroeg grazen stimuleert het ontstaan van groeitrappen (oftewel: een mozaïek). Dit voorkomt dat de eerste snede in zijn geheel wordt afgemaaid waardoor ook weidevogels meer kans hebben. Een koeienvlaai in de wei biedt broedplaatsen voor wormen die het strooisel verteren en de bodemstructuur in de bovenste bodemlaag verbeteren (zie kader en paragraaf 2.3). Door een beperkte inzet van machines verbetert de bodemkwaliteit; bij weidegang hoeft er minder mechanisch bemest en geoogst te worden. Dit geeft minder bodemverdichting, wat uiteindelijk ook een positieve uitwerking heeft op de bodemstructuur, beworteling, waterregulatie en productiecapaciteit.

Beweiding en het opstallen van vee hebben ieder andere effecten op milieu en omgeving. Zo is het nutriëntenverlies, met name voor stikstof en fosfaat, hoger bij beweiding op relatief kleine huiskavels omdat mest en urine met een grote hoeveelheid op een klein oppervlak terechtkomen. Door de koeien op grotere kavels te weiden, worden de uitspoeling en de ammoniakemissie beperkt. Mest die in de stal wordt opgevangen, kan de boer gelijkmatiger over het land uitrijden. Echter, tijdens het uitrijden van de mest is de vervluchtiging

MESTFLATTEN

Niet alleen koeien zelf en de burgers, maar ook weidevogels zijn blij met koeien in de wei. Uit recent onderzoek van het Louis Bolk Instituut blijkt namelijk dat het aantal regenwormen onder koeienvlaaien verdrievoudigt. Ook trekken mestflatten extra vliegen en mestkevers aan: allemaal voedselbronnen voor weidevogels en hun kuikens. Weidegang speelt dus een belangrijke rol in de voedselvoorziening en het behoud van weidevogels. Het is de natuurlijkste weg om dieren te voeren en geeft de natuurlijkste wijze van bemesting. Mestflatten in de wei komen van koeien die weiden en daarbij hun feces achterlaten voor bemesting van het gras. Koeien urineren niet over hun uitwerpselen, alsof ze weten dat daardoor ammoniak gevormd wordt en verloren gaat.



Een koe produceert acht tot twaalf mestflatten per dag. Het aantal wormen onder mestflatten neemt zoals gezegd sterk toe, op veengrond nog meer dan op zandgrond. De toename in jonge wormen is zo sterk dat het niet alleen migratie van wormen betreft, maar dat de mestflat ook een broedplaats is voor jonge wormen. De koeienvlaai vormt namelijk een isolatielaag waaronder de bodem vochtig blijft en de temperatuur niet te hoog wordt – prima omstandigheden voor de jonge worm. Met de mestflatten is weidegang een geweldige stimulans voor wormen. De kwaliteit van de mest(flat) is evenwel afhankelijk van het voer van de koe. Hoogproductieve koeien maken dunnere mest dan laagproductieve dieren op hetzelfde rantsoen. Bij een zetmeelrijk rantsoen (snijmaïs) is de mest waterig en lichtgekleurd. Bij structuurrijk voer is de mestflat dikker dan bij een eiwitrijk dieet. Door de verbeterde afbraak van mestflatten wordt de grasbenutting in de wei verhoogd. Mestflatten zijn daarmee zowel voor veehouders als voor fauna zoals weidevogels belangrijk.



Koe met hoorns



van ammoniak groter dan bij beweiding en de grotere hoeveelheid opgevangen mest in de stalputten leidt tot een hogere methaan-emissie. De voordelige effecten van weidegang zijn sterk afhankelijk van de wijze waarop de ondernemer die uitvoert.

Kruidenrijk grasland

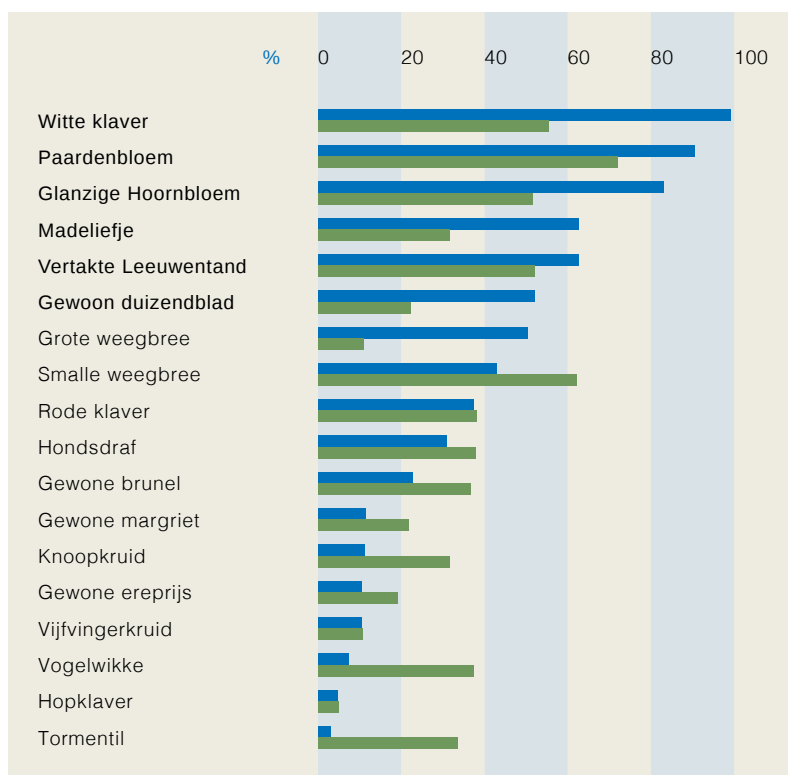
Kruidenrijk grasland bevat grassen, vlinderbloemigen en kruiden. Het is een van de belangrijke onderdelen van functionele agrobiodiversiteit in een melkveebedrijf en uitermate van belang voor insecten en specifieke soorten zoals weidevogels.

Kruiden kwamen vroeger in grote verscheidenheid in grasland voor. Een inventarisatie in de periode kort na de Tweede Wereldoorlog liet 453 verschillende plantensoorten zien in 1577 Nederlandse graslanden (zie figuur 11 op p. 98). Ook kruiden als karwij, wilde peen, kleine pimpernel en vlinderbloemigen zoals rolklaver kwamen in deze graslanden voor, veelal onder specifiekere omstandigheden en dus in lagere percentages.

Door onder andere graslandmanagement met een intensieve bemesting en een sterke focus op productie en verteerbaarheid, zijn veel kruiden in de jaren daarna uit het grasland verdwenen. De laatste jaren neemt de roep om een herwaardering van kruiden weer toe en worden meerdere onderzoeken naar kruidenrijk grasland uitgevoerd. Kruidenrijk grasland is momenteel vooral gekoppeld aan de positieve effecten voor de weidevogels omdat het meer insecten aantrekt en het een aantrekkelijke leefomgeving biedt voor de vogels met hun kuikens. Het wordt uitgevoerd in combinatie met een lagere bemesting en een uitgestelde maaidatum. Later maaien zorgt ervoor dat de kruiden ook daadwerkelijk in bloei kunnen komen en nesten niet beschadigd worden.

Kruiden zijn aantrekkelijk voor teelt op minder vruchtbare gronden, omdat ze goed groeien onder suboptimale bodemvruchtbaarheidcondities. Kruiden hebben bovendien een ander bewortelingspatroon dan grasachtigen, waardoor diepere bodemlagen ontsloten kunnen worden en de droogtebestendigheid van het weiland verbetert. In drogere perioden blijft de opbrengst beter op peil. Maar ook voor de voederwaarde en de gezondheid van de koeien geeft dit natuurlijker en biodiverser grasland voordelen. Kruiden nemen meer en andere mineralen op. De hogere gehalten aan vitaminen en andere secundaire plantstoffen kunnen de gezondheid van het vee bevorderen. De klavers en kruiden zijn gezond voor de dieren door het hoge vitamine-, eiwit-, en mineralengehalte. Het valt sommige veehouders





Figuur 11
Percentage van
kruiden en vlinder-
bloemigen die zijn
aangetroffen op
1577 percelen. Het
grootste deel van de
data is verzameld
tussen 1946-1953
(bron LBI)

■ Weiden
■ Hooilanden

op dat ze minder gezondheidsproblemen hebben met het melkvee zodra ze de dieren weiden in percelen met een diversiteit aan plantensoorten. Ze geven aan dat er een relatie bestaat tussen een rantsoen van meer dan alleen grassen en de gezondheid en productie van hun vee. Het is aannemelijk dat kruiden een positieve bijdrage aan diergezondheid kunnen leveren wanneer ze in een bepaalde mate deel uitmaken van het rantsoen.

Het is eigenlijk logisch; hoe gevarieerder het menu, hoe meer verschillende inhoudsstoffen de koe binnenkrijgt. Sommige kruiden helpen tegen wormbesmettingen, andere hebben een gunstig effect op de vetzuursamenstelling van de melk. Of dit daadwerkelijk het geval is in de Nederlandse praktijk, is nog niet diepgaand onderzocht. Wel zijn kruiden in grote delen van de wereld het enige medicinale middel dat ingezet wordt ter bevordering van diergezondheid. Het al of niet aanwezig zijn van kruiden in grasland is gekoppeld aan antibiotica- en herbicidegebruik. Bedrijven met geen of alleen pleksgewijs gebruik van herbiciden op grasland blijken meer graslandsoorten te hebben. Daarnaast is er een negatieve correlatie gevonden tussen het gemiddeld aantal graslandsoorten en de dier-

dagdoseringen antibiotica. Dit is niet per definitie een oorzakelijk verband en kan ook samenhangen met het type veehouder, maar het is opvallend dat in een beperkte steekproef van bedrijven, uitgevoerd in een onderzoek van het Louis Bolk Instituut, deze correlatie naar voren komt. Melkveehouders die bewust met kruidenrijk grasland bezig zijn, zien vooral het voordeel in de diergezondheid en minder in productiestabiliteit en droogtetolerantie. Veel boeren zien heil in kruidenrijke randen als een alternatief voor kruidenrijk grasland, al wordt het randenbeheer vaak aangemerkt als onpraktisch en tijdrovend. Vanuit het oogpunt van predatie van weidevogels wordt juist de voorkeur gegeven aan kruidenrijk gras op perceelniveau in plaats van kruidenrijke randen.

De belangrijkste kruiden voor een productief kruidenrijk grasland zijn cichorei, smalle weegbree, rolklaver, rode en witte klaver, luzerne, karwij, paardenbloem, duizendblad en in mindere mate pimperl en wilde peen. Het zoeken naar geschikte plantensoorten is een puzzel. Want een perceel met veel plantensoorten mag dan zeer divers zijn, als het vooral vol staat met bijvoorbeeld zuring, straatgras, fioringras, pitrus, herderstasje of heermoes, is het niet erg productief en is de melkproductie van zo'n perceel beperkt of zelfs giftig voor de koe, zoals geldt voor lidrus. Ook het beheer en de wijze van inpassing in het bedrijf is nog een hele uitdaging, maar langzamerhand komt oude en nieuwe kennis (weer) beschikbaar.

Hoezeer de ondernemer ook bereid is de natuur te respecteren of te benutten voor zijn bedrijfsvoering; ridderzuring vormt voor de meeste veehouders een ware plaag. Toch heeft ook dit kruid een functie. Het haalt door zijn diepe wortelstelsel mineralen naar boven die voor andere graslandplanten onbereikbaar zijn. Ook kan de plant bij structuurproblemen de verbinding leggen tussen verschillende bodemlagen. Maar de meeste veehouders zijn deze plant liever kwijt dan rijk. Ridderzuring concurreert sterk met gras en bij afbraak van de bladeren komen stoffen vrij die giftig zijn voor kieming en wortelgroei van grassoorten en witte klaver. In de directe omgeving van ridderzuring groeien dan ook weinig andere planten. Zonder het gebruik van herbiciden is het lastig om het land van de zuring te ontdoen omdat het zaad makkelijk zestig jaar kiemkrachtig kan blijven. Maar het is wel mogelijk om zonder herbiciden de overlast van ridderzuring te beperken;

- Voorkom vooral in herfst open plekken in het grasland, omdat juist in het najaar ridderzuringzaad kiemplantjes geven en de concurrentie van gras door de trage groei laag is.

Grasland met
witte klaver



Witte klaver



Penwortel van
de klaverplant



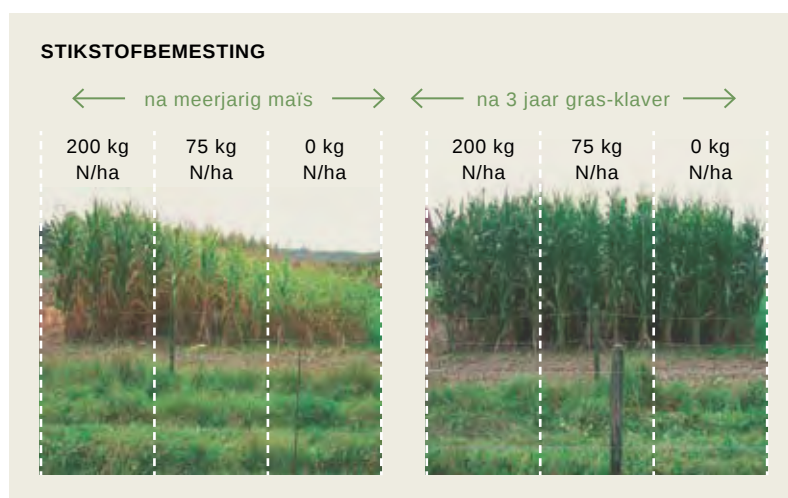
Rode klaver

- Voorkom dat de zuring langer dan drie jaar blijft staan, dan krijgt het geen kans om zijn wortel te vertakken en zich zo te vermeerderen.
- Verwijder ridderzuring handmatig door uitsteken.

Klaverrijk gras

Grasklaver wordt wel de groene motor van de biologische melkveehouderij genoemd, omdat er op biologische percelen geen kunstmest mag worden gebruikt en klaver een stikstofbinder is. Ook voor bedrijven die streven naar een adaptief systeem, kunnen vlinderbloemigen zoals witte en rode klaver het vliegwiel zijn voor een goede productie. In een grasklaverperceel kan tot meer dan 200 kilo stikstof per hectare beschikbaar komen voor de groei van gras. Door deze stikstoflevering van de klaverplant naar het omringende gras is het gras minder gevoelig voor roestaantasting. Koeien houden van een grasklavermengsel, het heeft een hogere voederwaarde in verteerbaarheid en ook in eiwit. Dit kan betekenen dat er bespaard kan worden op krachtvoer. Het vraagt wel vakmanschap van de boer om tot een goed klaverbestand met witte klaver te komen. Anders gezegd, witte klaver is minder makkelijk dan kunstmest uit de zak. Als koeien met honger de wei in gaan en veel witte klaver opnemen in korte tijd, is de kans op trommelzucht (schuimophoping en gasvorming in de pens) groter. Bij goed management (niet met honger de wei in, jongvee toegang geven tot een pakje stro) is het risico op trommelzucht beperkt. Inhoudstoffen uit zuring (oxaalzuur) beperken ook het risico. Rode klaver is relatief makkelijk en als maaiweide heel productief.

Figuur 12
Na 3 jaar gras-klaver heeft maïs geen stikstofbemesting nodig om net zoveel te produceren als bemest met 200 kg N/ha-1 (rechts), terwijl bemesting na meerjarig maïs noodzakelijk is voor een goede productie



Gras met rode klaver

Rode klaver kan zich enkel vestigen vanuit zaad en niet zoals witte klaver verspreiden via uitlopers. Maaiweides met gras en rode klaver produceren zonder kunstmest gemiddeld 2 ton droge stof per hectare meer dan gras alleen. Gras-rode-klaver heeft bovendien een hoger eiwitgehalte. Na een goede en tijdige inzaai (voor eind september) van een geschikt mengsel is het beheer nauwelijks verschillend van maaiweides met puur gras. Op lange termijn worden de voordelen van grasklaver groter. Bodemstructuur en -leven verbeteren: klaver versnelt het herstel van wormen. Ook de bodemvruchtbaarheid stijgt, waardoor grasklaver zeer geschikt is voor wisselteelt met bouwland. Kenmerkend van rode klaver is het blad met haren en de penwortel, waardoor het droogtetolerant en hittebestendig is. Bij de teelt van gras-klaver hoeft naast een lichte gift van drijf- of stalmest geen kunstmest te worden gebruikt. Dat is gunstiger voor klimaat en milieu.

De ervaringen met geslaagde gras-rode- en gras-witte-klaverkuiten zijn goed wat betreft de melkproductie. De energiewaarde van gras-klaver is wat lager, maar dit wordt gecompenseerd door een hogere opname. Rode klaver heeft een sterk positief effect op het gehalte meervoudig onverzadigde vetzuren in de melk.

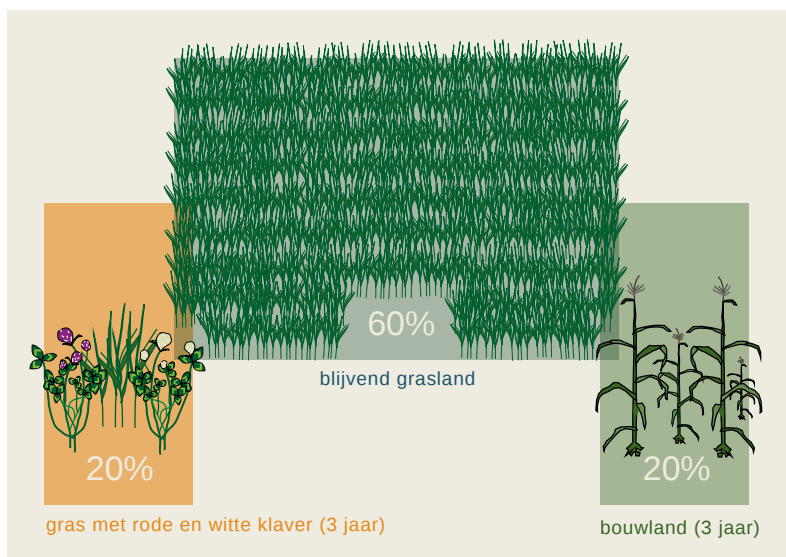
Vanaf midden juni tot augustus is er vaak weinig voedsel beschikbaar voor bloembezoekende insecten zoals bijen en hommels. Ondanks het regelmatige maaien bloeit klaver vaak wel in deze periode en vormt zo een welkome voedselbron voor deze nuttige insecten. Om bij de nectar te komen, maken honingbijen vaak gebruik van de gaatjes die hommels maken aan de basis van de bloemkroon.

Gras-klaver in rotatie

De meeste melkveebedrijven op zand- en kleigrond hebben een landgebruik van 80 procent grasland en 20 procent bouwland. Hierbij wordt maïs vaak in continueelt verbouwd of in vruchtwisseling met blijvend grasland van vijf jaar en ouder. Continueelt is niet wenselijk vanwege het negatieve effect op bodemkwaliteit en bodemleven.

Vruchtwisseling van maïs met blijvend grasland van vijf jaar en ouder is ook niet wenselijk omdat hierbij veel organische stof wordt afgebroken. Wil de ondernemer het organische- stofgehalte zo hoog mogelijk houden, dan is de verhouding 80 procent blijvend grasland zonder vruchtwisseling en 20 procent continueelt het gunstigste. Is het ook belangrijk om de biodiversiteit te stimuleren in combinatie met opbrengstverhoging, dan is het optimale landgebruik 60 procent blijvend grasland, 20 procent gras, rode en witte klaver in driejarige vruchtwisseling met 20 procent bouwland.

Figuur 13
Verdeling van land-
gebruik op het areaal
van een melkvee-
bedrijf voor optimale
bodemkwaliteit.
Hierbij roteren het
gras met klaver en
het bouwland om de
drie jaar
(bron LBI)



Mozaïekbeheer van graslanden

Mozaïekbeheer betekent de verschillen in graslengtes, oogsttijd-stip en kruidenrijkheid binnen een landbouwbedrijf optimaliseren. Percelen worden hiertoe in fasen gemaaid met als doel om naast voldoende grasproductie ook verschillende soorten weidevogels aan te trekken en in hun behoefte van voedsel, nestgelegenheid en beschutting te voorzien. Verschillende soorten weidevogels hebben een eigen voorkeur voor graslengtes. Het beheer is gericht op het doorbreken van de monocultuur. Dit is niet alleen positief voor weidevogels maar voor veel meer flora en fauna. Mozaïekbeheer heeft meer effect op weidevogels als het onderdeel uitmaakt van een groter beheerplan voor een groter gebied en tevens wordt gecombineerd met de aanleg van plas-drasgebiedjes, extensief beweiden en het strooien van ruige mest.

4.3 Bemesting

Bij landbouw in het algemeen en bij melkveehouderij wordt er voedsel op het land geproduceerd, waarmee er nutriënten en koolstof afgevoerd worden van het land. Dit kun je niet oneindig doen omdat er dan gebrek aan die nutriënten in de bodem ontstaat en de bodem wordt uitgeput. In de natuur is dat anders omdat er door verwerking en transport door de lucht nutriënten worden aangevoerd, waardoor de bodemvruchtbaarheid opbouwt. Dit is een heel langzaam



MEST VOOR DE WEIDEVOGELS

ADVIES VAN VOGELBESCHERMING NEDERLAND

Voor weidevogels zijn bepaalde typen mest geschikter dan andere.

- Indien voorjaarsbemesting wordt toegepast, gebruik dan vaste of ruige mest. Deze meststof is traagwerkend en trekt bovendien kieviten, die de strootjes gebruiken voor hun nest. Later vestigen soorten als grutto en tureluur zich 'onder de vleugels' van de kieviten. De dikke fractie van gescheiden drijfmest van runderen heeft vergelijkbare bodemverbeterende eigenschappen als vaste rundermest. Kijk wel goed of de samenstelling van de mest de grasgroei niet te veel bevordert.

- Drijfmest is minder geschikt omdat gedurende circa vier weken na toediening een vermindering van de hoeveelheid wormen kan optreden van 50-60 procent. Ook groeit het gras door drijfmest al gauw te snel en als kuikenland is het vaak niet geschikt.
- Kunstmest komt niet in aanmerking vanwege een verzurend effect op de bodem en de te snelle grasgroei.

proces dat decennia kost. Landbouw vergt veel sneller herstel van de voedingsstoffen in de bodem. Daarom is bemesting van de bodem essentieel. Door middel van bemesting kunnen de kringlopen zo veel mogelijk weer worden gesloten.

Het thema mest is net als voor de akkerbouw een belangrijk thema voor de melkveehouderij: de wijze van bemesting heeft veel invloed op gewasproductie (kwantiteit en kwaliteit), de biodiversiteit (ondergronds en bovengronds) en het milieu. Nadelige gevolgen van het vele bemesten van landbouwgrond zoals dat nu vaak gebeurt, zijn het uit- en afspoelen van nitraat en fosfaat naar het grondwater en het oppervlaktewater, de ammoniakemissies en de uitstoot van broeikasgassen als lachgas (N_2O), methaan (CH_4) en kooldioxide (CO_2).

Mest is een integraal onderdeel van het veehouderijsysteem. De mest is veelal het resultaat van de stalkeuze, het voer en de mestbehandling. In deze paragraaf gaan we nader in op de mestkringloop op het bedrijf en de rol van bijvoorbeeld het stalsysteem, de mestkwaliteit en de stikstofbenutting.

Stalsysteem en mest

Het stalsysteem is een bepalende factor voor zowel het type en de kwaliteit van de mest, als de emissie van het bedrijf alsook het dierenwelzijn. In de afgelopen decennia zijn diverse staltypen ontwikkeld en gebruikt. Voor de zeventiger jaren van de vorige eeuw werd voornamelijk de grupstal gebruikt. In deze stal staan de koeien de hele winter vastgebonden naast elkaar en worden zo met de hand gemolken. Achter de koe loopt een mestgoot, waarin mest en urine wordt opgevangen en afgevoerd naar de mestopslag buiten de stal. Met de ontwikkeling van de melkmachine en later de melkrobot veranderde ook het stalsysteem. Koeien moesten vrij kunnen bewegen. In de jaren zeventig werd de ligboxenstal geïntroduceerd, hierin kunnen koeien vrij rondlopen en er is voor iedere koe een box waarin de koe kan liggen. De koeien lopen op betonnen roosters waardoor de mest en urine door sleuven of gaten in het beton in de mestput valt. Door dit ontwerp was er minder duur stro nodig om de koeien en de vloeren schoon te houden. Mest en urine worden gemengd opgevangen, waardoor zowel methaangas als ammoniak worden gevormd. Dit type stal wordt nog door veel melkveehouders gebruikt. Ondernemers die bewust streven naar waardevolle mest, kiezen nog al eens voor een potstal.

In een potstal en vrijloopstal is het lig- en loopgedeelte gecombineerd. Het zijn stallen met een diepe 'pot' waarin door de dieren uitgescheiden mest en urine in een strobbed (veelal tarwestro) valt,

welke regelmatig (vaak dagelijks) wordt ingestrooid. De dieren verblijven (liggen, lopen, staan) in dezelfde ruimte waardoor mest en stro door elkaar worden gemengd, wat zich langzaam ophoopt ('oppot') tot zogenoemde potstalmest. Wanneer het stro-mestmengsel een bepaalde hoogte heeft bereikt, wordt de pot leeggehaald. Afhankelijk van de diepte van de pot gebeurt dit doorgaans één tot enkele malen per jaar. Deze stromest wordt direct uitgereden op het land of opgeslagen in een mestopslag om te 'rijpen'. Goed verteerde ruige mest heeft nauwelijks geur of ruikt lichtjes naar boslucht.

Recent is de zogenaamde Kwatrijnstal ontwikkeld, een kruising tussen een grupstal en een ligboxenstal. De Kwatrijn is een innovatieve en energieneutrale melkveestal, met een hoog dierenwelzijn, lage ammoniakemissies en een goede inpassing in het landschap. De stal heeft een unieke vloer die urine en vaste mest gescheiden afvoert en een unieke transparante bovenbouw.

Zoals we hierboven hebben laten zien, heeft ieder stalsysteem een eigen effect op mest en de stikstofverliezen van het bedrijf, denk aan het scheiden, het binden en het vasthouden van mest en urine. Naast het stalsysteem is ook de keuze van de ondernemer ten aanzien van koeras, voer, beweiden, toevoegmiddelen en mestbehandeling van invloed op het type en de kwaliteit van de mest. Op de meeste melkveehouderijbedrijven in Nederland wordt in ligboxstallen drijfmest geproduceerd doordat urine, feces en spoelwater gemengd bewaard worden. Voor de boer levert dit type stal een flinke arbeidsbesparing in het voederen, melken en verwerken van de mest. Drijfmest wordt in de volksmond ook wel dunne mest genoemd. Een voordeel van een vloeibare meststof is dat het gemakkelijk, regelmatig en nauwkeurig op de juiste plaats toe te dienen is. Stikstof uit drijfmest komt snel beschikbaar voor het gewas. Drijfmest is echter een belangrijke bron van ammoniak. Wanneer de urine en feces van de dieren bij elkaar gebracht worden, ontstaat ammoniak dat makkelijk vervluchtigt. Een groot deel van de ammoniakemissies wordt daarom veroorzaakt door het opslaan van dierlijke mest. Ammoniak komt ook in de lucht tijdens het uitrijden van de mest. Om deze ammoniakemissie terug te dringen, zijn er verplichtingen om de drijfmest afgesloten op te slaan en mag deze niet meer bovengronds worden uitgereden maar moet worden geïnjecteerd. Met de zodebemers, die de mest in sleuven injecteren in de bodem, kan het grasland veel egaler bemest worden. Ook hebben koeien dan minder voorkeur voor specifieke plekken waar zij grazen, wat weer voordelig is voor de bodem.

Grupstal

Reguliere
ligboxenstal



Kwatrijnstal



Koe op
rietsnippers



Uitrijden van
ruwe stalrest



Voor het milieu is het beter om drijfmest te bewerken door bijvoorbeeld te homogeniseren en beluchten. De ammoniakemissie wordt beperkt door de mest te beluchten (het versneld drogen van mest door het rondblazen van lucht) of in te dikken. Dat laatste heeft als doel het maken van een dikke fractie met hoge gehalten aan organische stof en fosfaatmineralen (vaste mest) en een dunne fractie die rijker is aan snelwerkende stikstof en kali. De dunne, waterige fractie bevat het merendeel van de stikstof. Deze kan apart als meststof gebruikt worden. Beter is het om de mest gescheiden op te vangen omdat zo minder ammoniak gevormd wordt en er geen extra scheiding nodig is. Hier gaan we in de volgende paragraaf op in.

Mestkwaliteit

Een andere manier om naar mest te kijken, is te redeneren vanuit de bodemkwaliteit. Mest is niet alleen belangrijk als voeding voor de plant, maar is ook voeding van het bodemleven en verhoogt het organische-stofgehalte in de bodem. Mest heeft een hoge kwaliteit als deze bijdraagt aan alle drie aspecten. In het hoofdstuk over bodem hebben we uitgebreid het belang van organische stof toegevoegd. Dierlijke mest werkt via organische-stofaanvoer gunstig op de bodemkwaliteit. Het kan ook een positief effect hebben op de flora en fauna, zoals bijvoorbeeld op kruidenrijkheid, insecten en weidevogels. Naast mestkwaliteit is ook de hoeveelheid, de manier en het tijdstip van aanwending van belang. De kwaliteit van de mest wordt beïnvloed door het koeras en de voeding van de dieren, het staltype, watergebruik, de aard en de hoeveelheid van het strooisel en eventuele andere toevoegingen. Vanuit natuurinclusiviteit is ruige of vaste mest het waardevolst. Stro in ruige mest, maar ook de vezels in de dikke fractie van drijfmest stimuleren strooiselbewonende wormen. Deze hebben op hun beurt een positief effect op de bodemstructuur in de bovenste bodemlaag en stimuleren daarmee waterinfiltratie. Wormen zijn, zoals we in hoofdstuk 2 hebben beschreven, ook belangrijk voor de bacteriën en schimmels uit het bodemleven door hun vertering van grotere delen organisch materiaal. Sommige weidevogels, zoals de kievit met zijn korte snavel, eten alleen rode regenwormen; uit een promotieonderzoek aan de Rijksuniversiteit Groningen uit 2017 blijkt dat er veel meer van deze wormen voorkomen in met stalmest bemeste graslanden. Strooisel in ruige mest dient ook als nestmateriaal voor weidevogels.

Met mest van kwaliteit kunnen specifieke bodemorganismen worden gestimuleerd met verschillende functies voor het landbouwbedrijf. De langzame afbraak van de mest door het bodemleven zorgt

Mestverwerking
van een kwatrijnstal



ervoor dat er voortdurend voedingsstoffen vrijkomen voor de plant. De bodemmicrobiologie is de motor van een efficiënte mestkringloop die bijdraagt aan de opname van nutriënten door de plant, de koolstofvastlegging en de bodemstructuur. Voor de bodemkwaliteit is het essentieel dat de mest wordt toegepast op een zodanige manier dat de bodemstructuur en het bodemleven behouden blijven. Dat betekent lichte machines gebruiken en, wanneer het ammoniakgehalte laag is, de mest bovengronds aanbrengen.

Vanuit de keuze voor ruige of vaste mest zijn potstallen of de recent ontwikkelde Kwatrijnstal wenselijk. Potstalmest is een ruige mestsoort. Ruige mest is ook het resultaat van gescheiden opvang van feces en de urine. Er zijn in Nederland weinig potstallen. Alleen in de biologische landbouw of bij natuurboeren wordt dit staltype, ook wel strooiselstal, gebruikt. Aangezien de meeste melkveehouders geen potstal hebben, is ruige mest ook te maken door vaste mest na mestscheiding te vermengen met stro of maaisel vanuit bijvoorbeeld natuurgebieden. Er zijn wel vraagtekens of potstallen goed zijn in relatie tot het voorkomen van ammoniakemissie. Recent onderzoek laat zien dat dit erg afhangt van het type potstal (bijvoorbeeld wel of geen roostervloer), de verversing van stro en strohoeveelheid en het voerregime.

Stikstofbenutting

Bij bemesting is stikstof een belangrijk element. Enerzijds door de verliezen naar het milieu en anderzijds omdat stikstof vaak het mineraal is waar in de landbouw het eerst een tekort aan ontstaat. De stikstofbenutting, of wel de stikstofefficiëntie, is van groot belang: hoe hoger de benutting des te minder de verliezen naar het milieu.

Voor het vee wordt stikstof aangevoerd in de vorm van krachtvoer en ruwvoer. Daarnaast wordt stikstof aangevoerd om de bodem te bemesten en zal een deel van deze stikstof worden opgenomen door voedergewassen als gras en maïs. Het deel van de totale stikstofaanvoer in een bedrijf dat wordt vastgelegd in melk en vlees, wordt de stikstofbenutting van het bedrijf genoemd. Als de totale stikstofbenutting van een bedrijf bijvoorbeeld 30 procent is, is 30 procent van de aangevoerde stikstof met voer en meststoffen omgezet in melk en vlees. Het overige deel gaat verloren als nitraat in het grondwater, ammoniak en lachgas in de lucht en een deel weer als niet-reactieve stikstof waar de lucht vol van is. Door het overschot zo klein mogelijk te maken, verbeteren de milieuprestaties. Cruciaal hierbij zijn de gewasproductie en de benutting van het voer en de meststoffen (kringloop). Wanneer die goed zijn is er minder aanvoer van voer en

meststoffen nodig om een bepaalde hoeveelheid melk te produceren.

De bemesting is de belangrijkste aanvoer van stikstof naar de bodem. Andere aanvoerposten zijn stikstofdepositie (stikstof die uit mest naar de lucht lekt, komt vanuit de lucht neer in een gebied via stof en neerslag), de stikstoflevering door vlinderbloemigen en de mineralisatie in de bodem van organische stof. De bemesting van dierlijke mest op grasland en maisland wordt bepaald door de normering vanuit de Europese Nitraatrichtlijn en de uitzonderingspositie die Nederland hierbinnen heeft verkregen, de zogenaamde derogatie. Nederland mag vanwege de goede groeicondities van gras tot 230 (en in sommige gebieden 250) kilo stikstof per hectare bemesten, terwijl dat in andere landen 170 kilo is.

Minerale mest of kunstmest

In hoofdstuk 3 is deze vorm van bemesting beschreven.

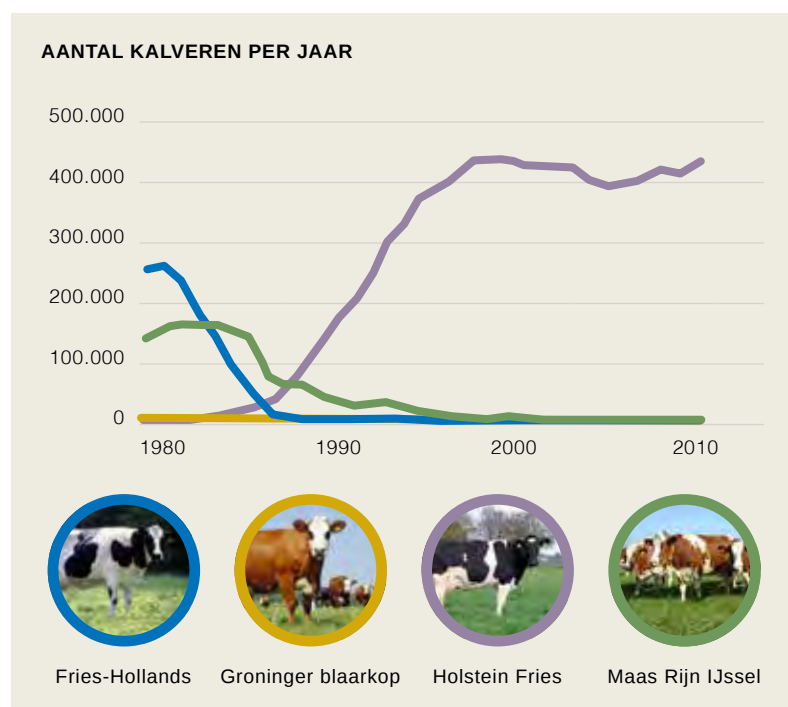
Mestverwerking

Wanneer er in het bedrijf meer mest wordt geproduceerd dan dat er op het land kan of mag worden uitgereden, is er sprake van een mestoverschot. Dit ontstaat door een combinatie van op een intensieve wijze koeien houden met het gebruik van veel krachtvoer en kunstmest. Mogelijke vormen van mestverwerking zijn het exporteren van de meststoffen, het verbranden, vergisten of vergassen van de mest of de mest bewerken tot mestkorrels. Vanuit het oogpunt van natuurinclusief boeren zou er net zoveel mest geproduceerd moeten worden als de bodem nodig heeft. Daarmee zou mestverwerking, mest exporteren of vergisten niet aan de orde zijn. Maar in de huidige overgangssituatie zitten we wel met een mestoverschot. Het gebruik van krachtvoer en kunstmest afbouwen is een eerste verstandige stap. Kunstmest kan vervangen worden door mest die bewerkt is. Bij mestbewerking, dat is het scheiden van de mest in dunne en dikke fractie, is het belangrijk dat mineralen zoals kalium, fosfaat en stikstof niet in het milieu terechtkomen.

4.4 Koerassen

De aanvankelijke natuurlijke selectie onder wilde (oer)runderen in plaats van kruising met een wilde genetische diversiteit werd gevolgd door duizenden jaren van domesticatie en selectief fokken van vee door mensen. Boeren en fokkers hebben dieren geselecteerd voor een verscheidenheid aan eigenschappen en productieomgevingen,

resultierend in de ontwikkeling van meer dan 7.600 soorten vee wereldwijd. Tegenwoordig is de melkveehouderij afhankelijk van een beperkt aantal koerassen, hoewel ze elk rijk kunnen zijn in termen van genetische achtergrond. De Holstein Friesian (HF) is door boeren over de hele wereld massaal omarmd. In de gangbare melkveehouderij is HF het meest voorkomende ras (meer dan 90 procent). Veel inheemse en lokaal aangepaste rassen raakten op de achtergrond door hun mindere productiviteit. Deze rassen zijn echter zowel qua genetische diversiteit als vanuit een cultuurhistorisch oogpunt van grote waarde. Regionale landschappen en streekeigen rassen beïnvloeden elkaar, zorgen voor een eigen ecosysteem met specifieke natuurwaarden en landschapsbeleving. Je kunt hierbij denken aan de Groninger Blaarkop die tot aan begin van de 20^e eeuw 90 procent van de veestapel in Groningen vormde. Als het controlemodel, met de nadruk op hoge opbrengst en externe bronnen, wordt losgelaten en er met andere ogen naar het veehouderijsysteem wordt gekeken, neemt de vraag naar een verscheidenheid aan rassen toe. Een weerbaar systeem vraagt robuuste koeien; koeien die goed overweg kunnen met structuurrijk voedsel en die een grote natuurlijke weerstand hebben. Melkveehouders die liever volgens het adaptatiemodel willen boeren, kunnen afhankelijk van hun bedrijfsdoel en



Figuur 14
De Amerikaanse
Holstein-Fries
domineert sinds
de jaren negentig
de Nederlandse
Melkproductie
(bron WUR)

bedrijfseigenschappen kiezen uit diverse rassen zoals Fries Hollands vee, Fries Roodbont, Groninger Blaarkop, Holstein Friesian, Jersey, Fleckvieh, Montbéliarde of voor dubbeldoelrassen (melk- en vleesopbrengst) uit bijvoorbeeld Brandrode rund en MRIJ.

4.5 Natuurlijk gedrag en gezondheid

Natuurlijk gedrag zijn gedragingen die dieren vertonen in hun natuurlijke omgeving. Naarmate dieren worden beperkt in hun natuurlijke gedrag, is de kans groter dat dieren afwijkend en ongewenst gedrag gaan vertonen. Voor melkveehouders die streven naar natuurinclusieve landbouw is het een uitdaging om voor hun koeien een zo natuurlijk mogelijke omgeving te creëren.

Koe in de wei

Weidegang biedt de koeien ruimte voor het natuurlijke gedrag: ze kunnen grazen, elkaar opzoeken of juist ontwijken en ze mogen liggen waar ze willen. Zo kunnen ze gemakkelijk een veilige afstand houden van elkaar, veel bewegen in de frisse lucht en brongstgedrag vertonen. Deze uiting van het natuurlijk gedrag leidt tot minder onderlinge agressie en stress in de kudde. Daarnaast heeft het als voordeel dat koeien in de wei minder uierontsteking of aandoeningen aan poten of klauwen hebben en een betere kwaliteit melk geven. Koeien die grazen zorgen voor een hoger gehalte aan gezonde vetzuren in de melk.

Mogelijke nadelige effecten van weidegang op het dierenwelzijn zijn dat de samenstelling van het rantsoen kan schommelen, de koe minder regelmatig gemolken kan worden, er hittestress kan optreden en er risico is op besmetting met specifieke pathogenen als longwormen of leverbot. Onderzoek van de Wageningen Universiteit geeft aan dat deze eventuele nadelige effecten van weidegang makkelijker te voorkomen zijn door aanpassing van het management. Deze aanpassingen zijn eenvoudiger in de praktijk te brengen dan het alternatief, namelijk de nadelen van de ligboxstallen aan te pakken. Er is een direct verband tussen de bedrijfsgrootte en het jaarrond op stal zetten van koeien. Een toename van het aantal koeien zorgt vaker voor opstallen van de koeien. Niet alleen de koeien zelf, ook mensen waarderen het als koeien de wei in mogen.

Voederbomen en houtsingels

Ook een koe in de wei houdt van een afwisselend menu en diversiteit

van het voer draagt bij aan de gezondheid van de koe. Gras, met alle kruiden daarin, is het hoofdbestanddeel van het menu voor de koe, maar ook de landschapselementen eromheen zoals bomen zijn van belang. Sinds het ontstaan van de landbouw maken bomen en struiken een integraal onderdeel uit van het boerenbedrijf: bomen leverden nuttige producten voor eigen gebruik op de boerderij zoals brandhout, klompenhout, bouwhout, tenen voor manden en stelen voor gereedschap (het zogenaamde griefhout). Tegelijk dienden ze als erfafscheiding en veekering (onder andere windsingels en hagen) en werden het groene blad en jonge knoppen gegeten door het vee.

Waar men toen nog geen wetenschappelijke inzichten in had, was dat de bomen en struiken tegelijk ook een wezenlijk onderdeel waren van een uitgebalanceerd ecosysteem, dat ervoor zorgde dat nutriënten kringlopen min of meer gesloten werden en waaruit vogels en nuttige insecten zich verspreidden. Door schaalvergroting, ruilverkaveling en specialisatie van de landbouw zijn heggen en bomen als landschapselementen steeds schaarser geworden. Maar nog steeds zorgen juist deze elementen voor een verfraaiing van het landschap, beschutting voor mens en dier, verbindingzones voor fauna, meer biodiversiteit en tal van ecosystemendiensten. Zo bieden bomen en struiken een habitat waar insecten en andere fauna kunnen bijdragen aan de bestuiving van gewassen en natuurlijke plaagbeheersing. Verder zorgt de diepe beworteling van bomen ervoor dat mineralen in het systeem blijven en fungeren de wortels ook als waterpomp voor water uit diepere lagen. De bladeren van bomen en struiken kunnen aanvullend zijn op het rantsoen van koeien, geiten en schapen, omdat ze een interessante bron zijn van eiwit, mineralen en sporenelementen.

Daarnaast bevatten veel bomen secundaire plantenstoffen die een positief effect kunnen hebben op de vertering en de gezondheid van herkauwers. Bomen werken positief op het dierenwelzijn door hun bescherming tegen zon en wind en de mogelijkheid voor het diereigen gedrag zoals knabbelen. Eigenlijk worden jonge bladeren en twijgen van alle boomsoorten goed gegeten door koeien, geiten en schapen. Het is bekend dat runderen in natuurgebieden een groot aantal soorten eet (onder andere vlier, wilg, populier, braam, eik, meidoorn en grove den). Het menu varieert van alleen de scheuten, knoppen, topjes van takken, bast en schors tot grote hoeveelheden blad. De plant produceert op zijn beurt secundaire plantenstoffen om zich minder aantrekkelijk te maken voor insectenvraat en begrazing door herkauwers. Een aantal van deze stoffen kan giftig zijn, zoals de alkaloïde taxina in taxus. Secundaire plantenstoffen





Voederbomen (hier wilgen). De bladeren zijn een aanvullende bron van voedingsstoffen

MELKROBOT

Ongeveer een op de zes melkveehouders laat zijn koeien automatisch melken. De koeien lopen los in de stal en kunnen zelf op ieder gewenst moment naar een melkrobot lopen. De melkrobot reinigt de uiers automatisch en bevestigt zelf de melkbekers aan de vier spenen van de uier. Het aantal robots is afhankelijk van de grootte van de veestapel. Per robot kunnen 50-65 koeien twee tot drie keer per dag gemolken worden. Doordat een koe vaker per dag gemolken wordt, neemt de productiviteit toe, tot 10 tot 15 procent. Het aantal melkafnames en -opbrengsten wordt automatisch geregistreerd en de boer monitort de prestaties met een computersysteem. Als de melkproductie afneemt kan dat voor de boer een signaal zijn dat de koe ziek is.

Tijdens het melken krijgt het dier voer. De voederbak wordt automatisch gevuld met een hoeveelheid krachtvoer die precies vastgesteld

is voor deze koe, gebaseerd op de hoeveelheid melk die ze produceert. Hoe meer melk een koe geeft, hoe meer voer ze krijgt om in conditie te blijven. Middels een identificatiechip in een halsband om de nek van het dier weet de robot met welke koe hij van doen heeft. Aan de halsband van de koeien hangen ook sensoren die onder meer hun stappen tellen en hun exacte locatie in de stal registreren. Die gegevens worden opgeslagen in een elektronisch koe-dossier dat via een app op een smartphone is af te lezen.

Als een koe van haar vaste ritme afwijkt, krijgt de boer een melding op zijn telefoon dat er mogelijk iets aan de hand is – de interpretatie van de afwijking moet hij nog zelf doen; een dier dat extra veel heen en weer loopt kan tochtig (vruchtbaar) zijn en is klaar voor inseminatie, een inactief dier is mogelijk ziek of heeft last van zijn hoeven.



Melkrobot



die positief kunnen zijn voor de diergezondheid zijn looistoffen/tannines, slijmstoffen, salicylaaten en flavonoïden (hazelaar) en saponinen (kastanje). Voederbomen vormen een meerwaarde in zowel het rantsoen van vee, als voor de biodiversiteit en ecosysteem als geheel.

Winst van de melkrobot?

Het zou kunnen dat het welzijn van de koe met behulp van de melkrobottechniek toeneemt, omdat de koe ontlast wordt van zware uiers wanneer zij daar behoefte toe voelt. Er is wel een kanttekening bij: zijn die zware uiers wel gewenst en is de robot een oplossing voor een probleem dat past bij het controlemodel, maar niet in het adaptatiemodel? De dreiging bestaat dat de koe door deze ontwikkeling nog meer als een machine wordt gezien in plaats van een levend dier met eigen behoefte en gevoelens. Er zijn veehouders die bewust niet kiezen voor een melkrobot omdat zij tijdens het melken de koe willen zien en voelen. Uit de praktijk blijkt dat een positieve grondhouding ten opzichte van de identiteit van de koe, met andere woorden een goede relatie tussen vee en veehouder, voordelen oplevert op het gebied van welzijn en productie. Een melkrobot hoeft dit niet in de weg te staan, maar vergroot de kans op een eenzijdige focus op het nut van het dier (het dier als instrument). Dit systeem drijft op de beloning van de koe via het krachtvoer. Bij natuurinclusieve landbouw valt deze prikkel grotendeels weg.

Kalveren bij de koe

Koeien worden als een van de weinige diersoorten op grote schaal direct na de geboorte gescheiden. Onder vrij levende omstandigheden worden kalveren geleidelijk, op een leeftijd van zes tot twaalf maanden, gespeend en gescheiden, of op het moment dat er een nieuw kalf geboren wordt. In de praktijk geven de meeste melkveehouders om diverse redenen de voorkeur aan het direct scheiden van kalf en koe. Het vraagstuk van kalveren bij de koe roept veel sentiment op in de samenleving. Zo zou het onacceptabel zijn om de kalveren direct na de geboorte bij hun moeder weg te halen. Melkveehouders zijn verbaasd, omdat zij weggezet worden als ondernemers die niet het beste voorhebben met hun dieren.

De band tussen koe en kalf ontstaat al binnen enkele minuten na de geboorte. Het direct na de geboorte scheiden van koe en kalf lijkt minder stressvol. Dit is echter gebaseerd op een vergelijking met de situatie die optreedt als kalveren na een korte zoogperiode op acute wijze van hun moeder gescheiden worden. Bij acute scheiding treedt

stress op bij koe en kalf, in de vorm van onrust en veel loeien. Onderzoek en praktijkervaring leert dat in de verschillende zoogsystemen de stress van het spenen en scheiden beperkt blijven als dit geleidelijk gebeurt.

De huidige stalsystemen, die ontwikkeld en ingericht zijn op zo efficiënt mogelijk melk produceren, zijn niet altijd geschikt om kalveren bij de koeien te houden. Er zijn daarom belangrijke aspecten van de huisvesting waarop het huidige systeem (bedrijfsafhankelijk) aangepast zou kunnen worden. Voorbeelden zijn: voldoende ruimte voor afkalveren, aandacht voor doorlaatbare koevriendelijke vloeren, goede ventilatie, grotere maatvoering van ligboxen of de vrije loop in de stal en aandacht voor kuddegedrag.

Koeien met hoorns

In de melkveehouderij worden jaarlijks bijna alle kalveren die worden aangehouden voor melkproductie onthoord. Dit wordt gedaan om rangordeconflicten waarbij koeien elkaar kunnen verwonden te voorkomen. Dit soort conflicten komt met name voor in een staltype waar de koeien dicht op elkaar staan, er sprake is van doodlopende paden en hoeken die maar weinig uitwijkmogelijkheden of vluchtroutes bieden. De voerhekken in Nederland zijn vaak niet geschikt voor koeien met hoorns omdat zij hierin vast kunnen komen te zitten. Het is vaak gemakkelijker (en goedkoper) om de koe te onthoornen dan om een ander soort stal te bouwen. Maar de hoorns hebben een functie. De hoorns hebben invloed op de plaats van de koe in de ruimte en de kracht die het dier uitstraalt. Ook worden de hoorns gebruikt om signalen af te geven naar andere koeien. Daarnaast is er een samenhang met het verteringsproces en zijn de hoorns van belang voor de oriëntatie en het evenwicht van de koe. Het onthoornen brengt de individuele koe en de kudde als geheel dus zowel lichamelijk als geestelijk uit balans. Verschillende boeren merken op dat koeien lekkerder in hun vel zitten en minder afgestompt zijn wanneer zij niet onthoord zijn. Een andere oplossing die veehouders toepassen als zij niet in staat zijn om het staltype aan te passen, is kiezen voor een hoornloos ras.

Voorkomen is beter dan genezen

Om vee weerbaar te maken zodat er minder snel gezondheidsproblemen optreden en er dus minder antibiotica nodig is, is het raadzaam de dieren te weiden in percelen met een diversiteit aan plantensoorten, waaronder kruiden. In grote delen van de wereld zijn kruiden het enige medicinale middel dat ingezet wordt ter bevordering van

diergezondheid. Natuurinclusieve landbouw betekent natuurlijk ook dat er geen chemische stoffen en afval in de natuur en het milieu achterblijven als gevolg van de bedrijfsvoering. Over de effecten van kunstmest is hiervoor al gesproken. Door zoveel mogelijk te sturen in de bedrijfsvoering op een adaptief of weerbaar systeem wordt het gebruik van bestrijdingsmiddelen en antibiotica beperkt.

4.6 Maatregelen

Volledig natuurinclusieve landbouw is in principe grondgebonden, omdat een gezonde bodem de basis is. Grondgebonden betekent dat de productie en afzet van mest binnen het bedrijf of in de regio samen met de akkerbouw in evenwicht zijn en dat er alleen extra nutriënten aangevoerd worden als daar vanuit de bodem behoefte aan is. Een melkveehouder is vooral gebaat bij een gezonde bodem. Een dergelijke bodem is in staat voldoende water vast te houden en te leveren, draagt bij aan de levering en het beheer van nutriënten en vastlegging van koolstof en komt ten goede aan het onderhoud van het bodemleven. Van belang is te kijken naar de bodemsoort en welk type grasland hier van nature het beste op groeit, hoe landschapselementen versterkend kunnen werken en het type stal- en beheerssysteem. Ter inspiratie worden hier de belangrijkste mogelijke maatregelen op een rij gezet. Een paar van deze aanbevelingen zijn ook geformuleerd in het rapport *Maatregelen Natuurinclusieve landbouw*.

Mestkwaliteit en bemesting

Mest werkt via organische-stofaanvoer gunstig op de bodemkwaliteit. Voor de bodemkwaliteit is het essentieel dat hoogkwalitatieve mest wordt toegepast op een zodanige manier dat de bodemstructuur behouden blijft (ruige mest, lichte machines). In de mest moet de stikstof organisch gebonden zijn. Het vrije ammoniak in de mest gaat eerder verloren en dat is zonde van de stikstof en slecht voor het milieu. Ruige mest breng je zo vroeg mogelijk in het seizoen aan, zodat het is afgebroken voordat het gras gaat groeien en de mogelijkheid bestaat dat het met maaien weer in de kuil terechtkomt. Voor de voeding van het bodemleven zou het goed zijn om ruige mest ook in het najaar op het land aan te brengen. Via mest van kwaliteit kunnen specifieke bodemorganismen worden gestimuleerd met verschillende functies voor het landbouwbedrijf. Stro in ruige mest en ook de vezels in de dikke fractie van drijfmest stimuleren wormen.

Deze hebben op hun beurt een positief effect op de bodemstructuur in de bovenste bodemlaag en stimuleren daarmee waterinfiltratie. Strooisel in ruige mest dient als nestmateriaal voor weidevogels en de wormen zijn een belangrijke voedselbron voor weidevogels.

Stalsysteem

Een stalsysteem maakt een belangrijk deel uit van het melkveebedrijf. Potstallen of de Kwatrijnstal hebben belangrijke voordelen voor de mestkwaliteit in relatie tot de bodem. Ook de milieuprestaties kunnen beter zijn. Stalsystemen vervang je niet zomaar en hebben een levensduur van meer dan twintig jaar. Aanpassing van systemen wordt onderzocht om zo vroeg mogelijk de mest te scheiden of de feces en urine apart op te vangen. Dit beperkt de vorming van ammoniak en maakt gerichter bemesten mogelijk.

Grasland

Grondgebondenheid en een goede bodemkwaliteit zijn de basis voor de voervoorziening op natuurinclusieve melkveebedrijven. Wat betreft functionele agrobiodiversiteit op een melkveebedrijf heeft grasland in principe de voorkeur boven bouwland. Grasland bouwt onder andere organische stof op. Het organische-stofgehalte in de bodem heeft effect op de bodembiodiversiteit en functionele biodiversiteit. Hoe meer grasland in het bedrijfssysteem, hoe beter voor de organische stof en bodembiodiversiteit, en uiteindelijk voor functies als grasproductie (onder andere stikstof leverend vermogen), milieufuncties (onder andere waterregulatie), klimaat (CO₂-vastlegging) en biodiversiteit (onder andere weidevogels). Het aandeel grasland is daarmee een indicator voor meer functionele biodiversiteit op het melkveebedrijf.

Kruidenrijk grasland

Kruidenrijk grasland met de verschillende functionele groepen (grassen, vlinderbloemigen en kruiden) is een van de belangrijke onderdelen van functionele agrobiodiversiteit in een melkveebedrijf. Daarnaast is het uitermate belangrijk voor specifieke soorten zoals weidevogels. Momenteel wordt kruidenrijk grasland vooral gekoppeld aan weidevogeldoelstellingen in combinatie met een lagere bemesting en een uitgestelde maaidatum. Dat kruidenrijk grasland ook functioneel is voor de bedrijfsvoering wordt weliswaar nog weinig meegewogen, maar het draagt bij aan diergezondheid, droogtetolerantie en stabiliteit van de productie.



Kruidenrijke graslanden zijn oude graslanden. Hierbij blijkt: hoe ouder het grasland, hoe minder bodembewerking is toegepast, hoe meer het ecosysteem intact blijft, hoe meer kans voor diversiteit boven en onder de grond. Doordat er geen grondbewerking wordt uitgevoerd ontstaat er ondergronds een stabiel milieu met voldoende voeding en neemt de bodembiodiversiteit toe. De diversiteit van regenwormen, aaltjes, schimmels en bacteriën is hoger in de bodem onder oud grasland (ouder dan tien jaar) dan tijdelijk grasland. In ouder grasland loopt bovendien het organische-stofgehalte op. De bovengrondse botanische samenstelling hangt ook gedeeltelijk met de leeftijd van het grasland samen, maar wordt in belangrijke mate bepaald door het management (onder andere gebruikte grassoorten bij inzaai en bemesting) en de grondsoort.

Weidegang

Belangrijk voor functionele agrobiodiversiteit en specifieke soorten is niet alleen de beweidingduur, maar ook het oppervlak dat beweid wordt en de startdatum van weidegang. Weidegang heeft onder andere een positief effect op de botanische samenstelling (onder andere witte klaver), wat de functionaliteit van de natuurlijke stikstofbinding onder stikstofarme condities verhoogt. Weidegang heeft ook een positief effect op de ammoniakemissie. Daarnaast biedt koemest broedplaatsen voor wormen, die het strooisel verteren en de bodemstructuur in de bovenste bodemlaag verbeteren. Deze wormen zijn ook voedsel voor weidevogels en de insecten die op koemest afkomen zijn voedsel voor kuikens.

Daarnaast stimuleert het vroeg grazen het ontstaan van groeitrappen (oftewel: een mozaïek) en voorkomt het dat de eerste snede in zijn geheel wordt afgemaaid. De overwegend voordelige effecten zijn sterk afhankelijk van de manier waarop de beweiding plaatsvindt. Met name de intensiteit van de beweiding is daarom cruciaal.

Landschapselementen

Onderhoud van bestaande landschapselementen of aanleg van nieuw, in het landschap passende elementen kan het melkveebedrijf robuuster maken ten aanzien van klimaatverandering (bodemverbetering, organische stof), schaduwplekken creëren tegen de warmte en zorgen voor vezelrijk voer (voederbomen).

De functie van een gezonde bodem voor landbouw wordt ondersteund door landschapselementen die een dubbelfunctie hebben. Enerzijds vormen zij de basis voor functionele agrobiodiversiteit (denk aan bestuiving en plaagbestrijding). Anderzijds dienen zij het

landschap en de habitat voor de specifieke doelsoorten: soorten die de natuurkwaliteit van het agrarisch landschap vertegenwoordigen en afhankelijk zijn van bepaalde leefgebieden.

Om specifieke soorten te beschermen en te bevorderen zijn additionele maatregelen nodig, zoals het uitstellen van de maaidatum van gras of het gedogen van ganzen ten koste van de productie in het bedrijf. Ook de aanleg van bijvoorbeeld plas-drassystemen hoort hierbij.



NATUUR INCLUSIEVE LANDBOUW IN HET LANDSCHAP

In hoofdstuk 1 is de gedachtegang van het adaptatiemodel beschreven in de vorm van vier samenhangende elementen. De eerste twee, functionele agrobiodiversiteit en landschappelijke diversiteit, stonden centraal in de voorgaande hoofdstukken. Voor de boer vormen ze de kern van het natuurinclusieve ondernemen. Op regionaal niveau spelen het derde element, brongebieden en verbindingzones naar de natuur en omliggende bedrijven, en het vierde, specifieke soorten die om specifieke maatregelen vragen, een belangrijke rol binnen de natuurinclusieve landbouw. Sinds 1900 is 50 procent van de lijnvormige, cultuurhistorische elementen verdwenen, denk hierbij aan sloten, houtwallen, houtsingels en grafen. Bovendien is de kwaliteit van de resterende landschapselementen sterk afgenomen.

In dit hoofdstuk gaan we in op het belang van landschappelijke diversiteit in de regio en de groen-blauwe dooradering die van nature bestaat (zoals een riviertje of bosje) of kan ontstaan door samenwerking in de regio. Waarom zou een agrarische ondernemer zich inspannen voor een groene verbindingzone? En wat is het belang van een hogere biodiversiteit in een moerasje verderop? Behalve dat inspanningen voor meer natuur de ondernemer inkomen kan opleveren in de vorm van subsidie, kunnen ook maatschappelijke waardering en eigen behoeftevervulling een reden zijn. Daarnaast heeft

een hogere biodiversiteit op en rond het landbouwbedrijf waarde voor de landbouw, omdat de bijen en andere insecten weer de kans krijgen om hun bestuivingswerk te doen en de natuurlijke vijanden van plaagbeestjes zoals de sluipwespen, lieveheersbeestjes en de zweefvliegen het natuurlijk evenwicht helpen te herstellen. Ook de dieren hoger in het voedselweb zijn van belang. Denk aan uilen en andere roofvogels voor het beheersen van de muizenstand zodat er geen plagen optreden.

Maatregelen op landschapsniveau zijn ook belangrijk voor het behoud van specifieke soorten. Dat zijn soorten die specifieke eisen stellen aan hun leefomgeving en het voedselweb daarin. Onze natuurbescherming is (mede) daarop gericht, maar de landbouw kan hier een belangrijke bijdrage aan leveren. Denk aan het behoud van de boerenlandvogels, vissen, vleermuizen, kleine zoogdieren, amfibieën en reptielen, of ongewervelden als libellen en vlinders. En, minstens zo belangrijk, behoud van de flora. Al is de aanwezigheid van een bepaalde soort misschien niet direct van wezenlijke invloed op de functionele agrobiodiversiteit voor een specifiek boerenbedrijf, het is onderdeel van een groter natuurlijk evenwicht en een graadmeter van de mate van biodiversiteit. Een herstelde balans of bescherming van specifieke soorten maakt daarmee, zoals het woord al zegt, deel uit van natuurinclusieve landbouw. Een exemplarisch voorbeeld van soortenbescherming is de korenwolf. Om de relatie te laten zien tussen het leefgebied van de specifieke soorten en de landbouw beginnen we dit hoofdstuk met een terugblik op de ontwikkeling van dit beestje dat graag leeft op extensieve akkergronden (zie kader).

Tot slot zijn landschapselementen en diversiteit belangrijk voor de waardering en het maatschappelijke draagvlak van het landschap. Een divers landschap draagt bij aan de beleving en ontspanning van menig burger en verhoogt op die manier het welzijn van de mens. Een landschap dat gekoppeld is aan karakteristieke lokale kenmerken, draagt bij aan de behoefte in de samenleving aan streekeigenheid en cultuur.

5.1 Landschappen

Landschappen vormen de basis voor de cultuur en leefgemeenschappen die ervan afhankelijk zijn. Naast deze functie levert het landschap voedsel, ontspanning en recreatie. Voor de stedelingen

DE KORENWOLF

In het zuiden van het land leeft een Europese hamster, de korenwolf. De lössplateaus, leembodems en de daarbij behorende akkergronden in Zuid-Limburg bieden de hamster een geschikte leefomgeving, maar door de afname van akkerkruiden en graanakkers was in 1990 de korenwolfpopulatie in Nederland nagenoeg uitgestorven. Veel granen hebben plaatsgemaakt voor bieten, aardappelen en maïs, en zomergraan is veelal vervangen door wintergraan. Dit graan wordt vaak een maand eerder geoogst in vergelijking met het begin van de 20e eeuw.

Door het (bijna) verdwijnen heeft de hamster veel in de belangstelling gestaan en is er een groot heruitzettingsproject gestart. Meer dan 750 hamsters zijn tussen 2002 en 2009 uitgezet. Er is onderzoek gedaan naar wat de juiste leefomstandigheden van de korenwolf zijn. Op hamstervriendelijke akkers worden luzerne en graan (rogge, haver of tarwe) verbouwd, waarbij gestreefd wordt naar voldoende overstaand graan in het najaar voor de wintervoorraad van de hamsters en naar voldoende dekking tegen predatoren gedurende het hele jaar. De vegetatietypen die de hamster aantrekken zijn de akkerkruiden zoals echte kamille, gewoon varkensgras en melganzevoet, akkerviooltje en vogelmuur.

Dat betekende evenwel een forse aanpassing in de hedendaagse werkwijze van de Limburgse boeren waar, door intensief landgebruik, de hoeveelheid akkerkruiden niet hoog is. Daarnaast was door schaalvergroting van de akkerbouw de onderlinge samenhang van het landschap veranderd en raakten hamsterpopulaties van elkaar gescheiden. Een nieuwsbrief van de Korenwolf wereld uit januari 2019 laat zien dat actief beleid nodig is en blijft om het leefgebied van de korenwolf te behouden, en uit te breiden om de hamster uit de gevarenzone te houden; het aantal hamsterburchten neemt na een grote toename weer af sinds 2017.

Akkerbouwers en natuurbeheerders werken daartoe nauw samen met als resultaat dat er jaarlijks ruim 200 hectare hamsterbeheer met oogsten uitgevoerd wordt en rond 500 hectare zonder oogsten (350 hectare bij agrariërs en 150 hectare in reservaatgebied). Via een Limburgs experiment wordt een nieuwe machine ingezet (de arenstripper) waarbij alleen de tarwekorrels van de aar worden gehaald en de stengels, inclusief de aar, blijven staan. Deze nieuwe manier van oogsten biedt veel meer dekking voor de hamster en andere boerenlandsoorten, zoals de patrijs, dan oogsten met het laten staan van een hoge stoppel. De hamsters zijn een onderdeel in de voedselketen en trekken op hun beurt bepaalde vogels aan, waaronder de veldleeuwerik. Overigens wordt de korenwolf niet alleen bemind door natuurliefhebbers en betrokken akkerbouwers, maar door bierdrinkers in heel Nederland. Een bierbrouwerij uit het zuiden werkt samen met Limburgse akkerbouwers die milieuvriendelijk geteelde, natuurzuivere granen en hop aan de brouwerij leveren. Dit biedt akkerbouwers naast beheersvergoedingen voor aangepast beheer een meerprijs voor hun product.

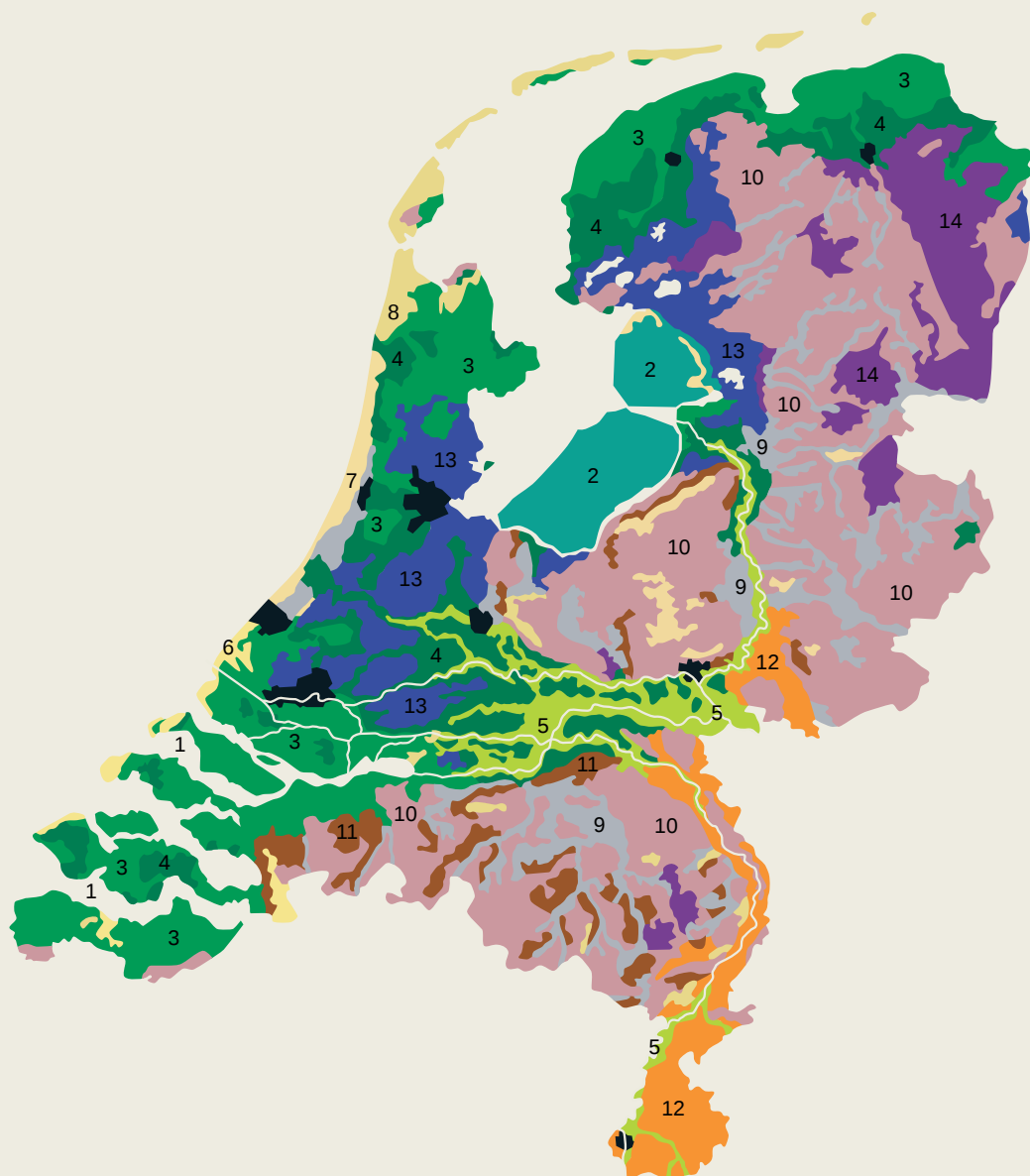


bieden de landschappen daarmee een bijdrage aan hun welzijn en gezondheid. Landschapstypen in Nederland zijn open, halfopen en gesloten agrarische gebieden, bos, heide, duin, strand en moeras. Open landschappen worden gekenmerkt door het ontbreken van omheiningen zoals houtwallen, het zicht reikt ver zoals bijvoorbeeld in noordelijk Friesland of Groningen. Een apart type landschap in Nederland zijn de veengebieden in het westen en het noorden. Dit zijn over het algemeen open landschappen. Een halfopen landschap daarentegen heeft perceelafscheidingsbossen, een afwisselend landschap zoals in Overijssel of Drenthe, maar ook bijvoorbeeld in het Maasheggebied (zie kader p.132). Onder gesloten agrarische gebieden vallen vooral gebieden met relatief veel opgaande landschapselementen als heggen en houtwallen en de gespecialiseerde land- en tuinbouwbedrijven. Bossen worden gevonden op de Veluwe, in Brabant en Overijssel. Ieder landschap heeft een karakteristieke biodiversiteit in de bodem en bovengronds, en wordt gekenmerkt door een groot aantal verschillende dieren, insecten en/of planten.

Figuur 15
Landschappen
in Nederland zijn
gevormd vanuit
de verschillende
bodemtypen,
hydrologie en
het klimaat

Het landschap van Nederland is historisch bepaald door natuurlijke en menselijke invloeden. (Half)natuurlijke landschapselementen kunnen netwerken vormen die versnipperde natuurgebieden met elkaar verbinden. Dit is een van de verantwoordelijkheden van het Nationaal Natuurnetwerk, voorheen Ecologische Hoofdstructuur. Zulke groene netwerken, ook wel groen-blauwe dooradering genoemd, zijn de laatste decennia sterk afgenomen, wat een negatieve impact op de specifieke soorten heeft; in landschappen met minder dan 10 procent bedekking van groen-blauwe dooradering lijkt het aantal soorten sterk af te nemen. Juist deze dooradering met zijn houtwallen, heggen, bosjes, bermen en waterkanten, die, anders dan de eenjarige gewassen op het veld, bestaat uit meerjarige vegetatie, is belangrijk voor bestuivende insecten en andere soorten waaronder kleine zoogdieren, vogels en vlinders. Een landschap met weinig landschapselementen is kwetsbaarder omdat er minder natuurlijke vijanden zijn en bij een uitbraak van muizen, plaaginsecten of virussen de verspreiding niet tegengehouden wordt. Door landschapselementen in stand te houden, wonen de helpers van de landbouw min of meer naast de deur.

Op deze gronden zijn landschappen gevormd en is in de loop der tijd door landgebruik, landbouw en landinrichting ons huidige landgebruik ontstaan. Daar waar eerst de randvoorwaarden vanuit de natuur de mogelijkheden tot landbouw bepaalden, is met de komst van technologie en middelen meer en andere typen landbouw



De 14 belangrijkste bodemtypen
in Nederland:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 Buitendijkse gronden | 8 Oude duingronden |
| 2 Flevopolders | 9 Zandgronden in beekdalen |
| 3 Zeekleigonden | 10 Heideontginningsgronden |
| 4 Zware kalkloze kleigronden | 11 Oude akkers |
| 5 Rivierkleigronden | 12 Löss en oude rivierklei |
| 6 Jonge duingronden | 13 Veengronden |
| 7 Midden oude duingronden | 14 Veenkoloniën |



Gekanaliseerde
beek in Drenthe



Akkerbouw en
grasland met
houtwallen

Natuurlijk Wieden:
veenweide met hoge
grondwaterstand



mogelijk geworden. Van oudsher zijn de gronden gebruikt voor landbouw, waarbij zoveel mogelijk van de kracht van de bodemvruchtbaarheid en functionele agrobiodiversiteit (boven- en ondergronds en in het landschap) is uitgegaan. Door de komst van ontwateringstechnieken (windmolens, sloten, kanalen), middelen (kunstmest, bestrijdingsmiddelen, antibiotica), machines, import en beleid (denk aan de graanwet, ruilverkaveling en Europees landbouwbeleid) is de landbouw gespecialiseerd, zijn landschapselementen verdwenen, is de natuurlijke afwatering sterk aangepast (door beregning, drainage, sloten, kanalen en het rechte trekken van rivieren) en werd het mogelijk om andere gewassen en intensiever te telen. Op 40 procent van de landbouwgrond wordt grasland beheerd waar beter akkerbouw kan plaatsvinden of andersom. Op 20 procent van de gronden is dat echt schadelijk voor de bodem. Natuurinclusiviteit gaat uit van het optimaal gebruik van de bodem; grasland beheren daar waar dat ook het beste past. Toch vormt de bodem-landschapsstructuur nog steeds de basis voor de productiegebieden: nog steeds domineert akkerbouw op de beter ontwaterde kleigronden in Friesland, Groningen en Zeeland, treffen we veeteelt aan in de natte veengebieden in Holland en een gemengd landgebruik met minder veeleisende gewassen in de zandgebieden.

5.2 Landschapselementen

Om de staat van de biodiversiteit in een bepaald landschapstype te bepalen, en daarmee ook de kwaliteit van het landschap als ecosysteem, is de aanwezigheid van specifieke soorten een bruikbare indicator. Onderzoek naar broedvogels toont bijvoorbeeld aan dat de biodiversiteit het laagst is bij gesloten agrarische gebieden. Binnen dit landschapstype is de biodiversiteit relatief hoger op plaatsen met veel opgaande landschapselementen als heggen en houtwallen. Dit is kleinschalige biodiversiteit op perceelniveau. En heel belangrijk, want vooral half-natuurlijke landschapselementen, zoals dijken, houtwallen, heggen, sloten en bloemrijke akkerranden bieden in intensief gebruikt agrarisch gebied geschikte leefgebieden aan wilde planten en dieren. Daarnaast kunnen deze elementen ook als buffer fungeren tussen percelen en watergangen, waardoor er minder gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen in het water terechtkomen. In de volgende paragrafen gaan we verder in op de landschapselementen in het bedrijf en geven we enkele voorbeelden van karakteristieke landschapselementen.

DE MAASHEGGEN: EEN EEUWENOUDE HEGGENLANDSCHAP

De Maasheggen is gevormd door een samenspel tussen de krachten van de natuur, de rivier en de inzet van mensen. De Maasheggen vormen het oudste cultuurlandschap van Nederland. Op een relatief klein gebied hebben zich duizenden jaren geschiedenis ontwikkeld. De Maasheggen heeft sinds 2018 de UNESCO mens- en biosfeerstatus.

Het is een gebied waar economie, landschap, landbouw, natuur, recreatie, ecologie en ondernemerschap hand in hand gaan. Het Maasheggengebied strekt zich aan de Brabantse kant uit van Vierlingsbeek tot het gebied westelijk van de Kraaijenbergse Plassen. Aan de Limburgse kant beslaat het de uiterwaarden in de gemeenten Mook en Middelaar, Genneep en Bergen. Het karakteristiekst voor het landschap zijn de gevlochten heggen, die een groot aantal weidepercelen omzomen. Dit mozaïek van heggen biedt samen met weides, drinkpoelen en oude knotbomen al eeuwen een veilige thuishaven aan een bijzondere verscheidenheid aan planten en dieren. Ooit beschikte Nederland over een totale oppervlakte van 15.000 hectare aan dit geweldige doolhof van heggen en weides. Nog 2.000 hectare is ervan bewaard gebleven, waaronder het Maasheggengebied, beheerd door Staatsbosbeheer.

De heggen bevatten een rijke flora en fauna. Het Maasheggengebied kent een verscheidenheid aan meidoornheggen. Naast de eenstijlige meidoorn kent het gebied ook de tweestijlige meidoorn en de sleedoorn. Maar De Maasheggen zijn nog veel rijker. Er groeit kardinaalsmuts, rode kornoelje, Gelderse roos, bostulp en lijsterbes. Ook vogels vinden hun habitat in de heggen. De winterkoning, roodborst, mezen, goudvinken, geelgorzen en de heggemus wonen er het hele jaar. In de gevallen gaten van knotbomen broedt de steenuil en de ransuil overwintert graag in de wirwar van doornige takken. Amfibieën vinden hun weg in de vele poelen in het gebied. Ten slotte is het gebied de bakermat van de das.



Maasheggen bij Cuijk: het oudste cultuurlandschap van Nederland

In het bedrijf

De meeste boeren zijn bekend met landschapselementen; op elk bedrijf zijn wel (half)natuurlijke vegetaties te vinden zoals houtwallen, bomenrijen, kleine bosjes, overhoeken met ruige vegetaties, slootkanten en natuurvriendelijke oevers. Ze zijn al decennialang aanwezig in het landschap en de dragers van regionale identiteit. In het verleden waren het praktische perceelbegrenzers, voorzagen ze het vee van voer en fungeerden ze als windbrekers, schaduwvoorzieners en schuilplaats voor plaagbestrijders en bestuivers. Door de schaalvergroting van de landbouw en het beschouwen van landschapselementen als een niet-productieve 'sta in de weg', zijn veel landschapselementen verdwenen. Ook wordt een landschapselement soms als een bron van plagen gezien, maar in een natuurinclusieve landbouw vormen landschapselementen juist een cruciale schakel vanwege hun diensten aan de functionele agrobiodiversiteit én omdat ze een leefomgeving vormen voor specifieke soorten als vogels en reptielen.

Het beheer van de landschapselementen varieert, maar is vaak een sluitpost in de bedrijfsvoering. Denk bijvoorbeeld aan het beheer van slootkanten (klepelen in plaats van maaien en afvoeren, de invloed van eutrofiëring en drift van bestrijdingsmiddelen). Terwijl het juist slim is voor een ondernemer om te investeren in landschapselementen vanwege het sterke effect op de groei van natuurlijke vijanden van plaaginsecten en andere dwarsliggers. In het voorjaar bloeien ruigtekruiden en houtige landschapselementen eerder dan de gewassen op de akkers en in de akkerranden. Dan leveren ze nectar en pollen voor natuurlijke vijanden zoals sluipwespen en zweefvliegen. Die kunnen daarmee in het vroege voorjaar hun populatie opbouwen. Wanneer het gewas begint te groeien op de akker, dan is er voldoende potentieel aan natuurlijke vijanden om plaagpopulaties te onderdrukken.

Over het algemeen geldt dat een investering in een landschapselement meer effect heeft op de (functionele) biodiversiteit als het element een onderdeel is van een netwerk en niet geïsoleerd voorkomt. Investering in landschapselementen is daarom voor een boer lucratiever als dit ingebed is in een goed regionaal plan.

Natuurvriendelijke oevers langs sloten

Nederland bestaat voor een groot deel uit ingepolderd land. Sloten zijn onmisbaar voor de ontwatering, zij vangen overtollig water op. Nederland kent een netwerk van maar liefst 330.000 kilometer sloot. Planten en dieren leven in en rond deze sloten en gebruiken ze als



verbindingsweg naar omliggende natuurgebieden. Aan de voor komende flora en fauna kun je de kwaliteit van het water aflezen. Er is veel diversiteit in vegetatie op de oevers langs sloten en water gangen. Dit vraagt om maatwerk in maaibeheer, baggeren en scho nen. In het algemeen betekent goed beheer niet te vaak maaaien (niet meer dan 1-2 keer per jaar en soms een jaar overslaan), niet te vaak baggeren (om de 4-8 jaar) én maaisel, slootvuil en bagger direct afvoeren. Door gefaseerd te maaaien of te baggeren en gebruik van juiste apparatuur (een maaikorf of maai-harkcombinatie) blijft er een stabiele leefomgeving voor planten en dieren over. De verplichte teeltvrije zones langs de sloten voorkomen dat bestrijdingsmiddelen of meststoffen in het water komen. Als deze zones worden ingezaaid met akkermengsels leveren ze een goede bijdrage aan de biodiversiteit en ondersteunen ze de plaagbestrijding. Zweefvliegen en lieveheersbeestjes zijn bijvoorbeeld dol op de luizen in het gewas.

Rand ter stimulering
van de functionele
agrobiodiversiteit

Wilgen langs het grasland

Wilgen zijn belangrijke voedingsbakens. Ze zijn bij uitstek geschikt als voederbomen voor het vee en belangrijk voor bijen. Al vroeg in het jaar begint de wilg te bloeien. Wilgenstuifmeel is van goede kwaliteit en bevat veel voedingsstoffen. Tevens zorgen wilgen voor aanvoer van micronutriënten in de bodem. Uit onderzoek is gebleken dat wilgen bij de opbouw van organische stof en stikstofmineralisatie helpen en dat het bodemleven gezonder en de biodiversiteit hoger is op wilgenplots dan op een gangbare akker. Wilgenbladeren breken snel af, dat trekt wormen aan en zorgt voor het hergebruik van nutriënten in de kringloop. Andere bomen met een relatief hoge afbraaksnelheid van het bladstrooisel zijn de iep, els, es, haagbeuk, esdoorn, linde en lijsterbes. Al deze bomen hebben een positieve invloed op bodem en biodiversiteit en zijn daarmee goed als landschapselement in te voeren.

Erfbeplanting

Erven rond boerderijen, huizen en schuren kunnen een robuust en functioneel onderdeel vormen van de groen-blauwe dooradering van het landschap en daarmee bijdragen aan de (functionele) biodiversiteit. Erfbeplanting is een beplanting op een met hekken of sloten omgeven stuk grond, behorend bij een huis, schuur of boerderij. Erven kunnen het verhaal van de streek vertellen en vertonen per landschapstype of streek een eigen karakter. Meer natuurlijke erfbeplantingen sluit aan bij het streven naar meer biodiversiteit. Met de keuze voor inheemse boom- en struiksoorten snijdt het mes aan twee

Sloot met bloemen





Houtwal van
meidoorn



Poel op erf van
biologische boer

kanten: inheemse planten groeien en bloeien precies op het juiste tijdstip voor bijen, vlinders of andere insecten die daarvan afhankelijk zijn én inheemse planten zorgen voor landschappelijke herkenbaarheid. De rode kornoelje en de tweestijlige meidoorn zijn bijvoorbeeld typerend voor de IJsselvallei en Twente. Bij oudere boerderijen is soms een walnoot bij de deur geplant; het zou de muggen weren, zo gaat het verhaal. Nestkasten zijn een welkome aanvulling op de natuurlijke schuilmogelijkheden voor vogels en vleermuizen.

Bij het ontwerp van de erfbeplanting is het belangrijk om te kijken wat je wilt bevorderen: meer vlinders, bijen of hommels vraagt om nectar en dus bloeiende planten. Wil je meer vogels, zorg dan voor nestgelegenheid en voedsel als zaden, bessen of voer voor insecten. Inheemse struiken zijn liguster, sleedoorn, hondsroos, Gelderse roos, inheemse vogelkers, hazelaar, rode kornoelje, gewone vlier en Spaanse aak. Wil je een combinatie waarbij je de ingrediënten ook in de keuken kunt gebruiken, zorg dan voor groenten, kruiden en/of fruit. Er is op regionaal niveau veel informatie te vinden over de passende (inheemse) soorten; walnoot, winterlinde, tamme kastanje en paardenkastanje zijn voorbeelden van geschikte inheemse bomen die ook voedsel leveren.

Erf met biotoop
voor een steenuil



Compensatie voor de boer

Als boeren investeren in landschapselementen hebben ze daar zelf voordeel van door een toename van functionele agrobiodiversiteit. Maar een deel van hun inspanning zal ten goede komen aan het versterken van het ecosysteem en de maatschappelijke wens tot meer biodiversiteit in het landelijk gebied en herstel van het landschap. Het is daarom logisch dat ze voor dat deel een vergoeding (zouden moeten) ontvangen, hetzij van de overheid, hetzij uit de markt.

5.3 Aandacht voor soorten

Er zijn veel dieren en planten in Nederland die in hun voortbestaan bedreigd worden. Paddenstoelen, mossen, steenvliegen, haften, libellen, vogels, vlinders en bijen zijn voorbeelden van de achttien bedreigde soortgroepen. Voor elke soortgroep geldt dat zeker een derde van hun soorten bedreigd is. Biologen en ecologen trekken aan de bel en er komt steeds meer aandacht voor deze geluiden. Niet alleen vanuit biologisch of ecologisch oogpunt verdient dit aandacht, ook vanuit agrarisch oogpunt. Door het verdwijnen van soorten worden kringlopen doorbroken en wordt de samenhang

verstoord. Hieronder staan we stil bij drie soorten die een rol spelen in de landbouw of die een grote landschappelijke waarde hebben: bijen, vlinders en boerenlandvogels.

Meer bijen en vlinders

Bijen en landbouw zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Vruchten, groenten, zaden en noten zijn veelal afhankelijk van bestuiving door bestuivende insecten, waaronder bijen. Een grote diversiteit aan bestuivers is gunstig omdat er dan in verschillende (weers)omstandigheden en perioden altijd wel een bestuiver actief is.

Er leven zo'n 350 soorten bijen in Nederland, elk met hun specifieke leefwijze en specifieke habitat. De honingbij is een soort die als landbouwhuisdier door imkers is gedomesticeerd en die in kolonies leeft. Wilde bijen zijn over het algemeen solitair levende bijen, zoals de metselbij of zandbij, maar ook de samenlevende hommels zijn wilde bijen. Voor telers is het belangrijk dat de natuurlijke bestuiving gebeurt door een divers gezelschap van bestuivers, omdat elke bestuiver specifieke eigenschappen heeft die bijdragen aan goede bestuiving. Zo blijkt uit onderzoek dat het gedrag van honingbijen verandert in de aanwezigheid van andere bijensoorten, waardoor bloembezoek vaker tot bevruchting en vruchtzetting leidt.

Het hoeft haast niet meer gezegd te worden: het gaat niet goed met de bijen. Ruim 50 procent staat op de Rode Lijst en is bedreigd of (bijna) uitgestorven. De grootste bedreiging waar de wilde bijen in Nederland mee te maken hebben, is het gebrek aan voedsel, nestgelegenheid en blootstelling aan chemische middelen. Bijen en andere bestuivers hebben bloemen (nectar en stuifmeel) nodig voor hun voedsel. Hoe groter het aanbod van bloemen in tijd en ruimte (dus verspreid over het land en de seizoenen) en variatie in plantensoorten, hoe meer voedselaanbod en hoe makkelijker we het voor ze maken. De honingbij vliegt op alle bloemen die stuifmeel of nectar geven, andere bijen zijn meestal veel kieskeuriger.

In het algemeen geldt dat wat goed is voor de bij, vaak ook goed is voor de andere bloembezoekers zoals vlinders, zweefvliegen, wespen en kevers – en daarmee goed voor de functionele biodiversiteit op het bedrijf en voor vogels die van insecten leven. Een belangrijke maatregel is daarom ook ervoor te zorgen dat er, ook na de bloei van de gewassen, andere bloeiers in het landschap te vinden zijn. Veel vlinders, net als bijen bestuivers, hebben een vaste relatie met een specifieke bloem; het zeldzame pimperlblauwtje kan niet overleven zonder de grote pimperl, een bloemsoort die groeit in blauw-

grasland. Hoewel niet iedere vlinder of bij zo kieskeurig is, is het wel goed te weten dat de actieradius van bijen en insecten niet zo groot is, soms maar enkele tientallen meters, en dus hun foeragegebied niet te versnipperd mag zijn. In die zin is het van belang om op dezelfde locatie zowel voor voedsel als nestelgelegenheid te zorgen. Van de wilde bijen soorten nestelt twee derde ondergronds en een derde bovengronds. Ondergronds nestelende soorten kun je helpen door een kale zanderige plek te creëren of door een zandhevel aan te leggen. Bovengronds nestelende bijen help je door dood hout (palen) te laten staan of bijenhôtels te plaatsen.

Voor de mens zijn vlinders nuttig omdat ze iets zeggen over de plek waar ze voorkomen. Sommige soorten zijn heel gevoelig voor veranderingen in de omgeving waarin ze leven en geven daarmee een indicatie over de kwaliteit van de natuur. Als een soort op een bepaalde plek voorkomt, dan kan dat een teken zijn dat het daar goed gaat met de natuur. Ook zijn de rupsen gebonden aan bepaalde planten als voedselplant, zodat het voorkomen van een soort vlinder ook iets zegt over het voorkomen van een plant. Sinds 1990 is de afname van vlinders in Nederland zo'n 50 procent, aldus De Vlinderstichting. De vlinderpopulatie is in de afgelopen 130 jaar zelfs met minstens 80 procent afgenomen. Vijftien soorten zijn volledig uit Nederland verdwenen. Per soort is er een groot verschil; enkele soorten laten ook een toename zien, maar de meeste soorten nemen af. Sinds 1992 zijn er 24 soorten dagvlinders achteruitgegaan, 11 stabiel gebleven en 15 vooruit gegaan. Eén soort is onzeker. De laatste tien jaar gingen 31 soorten achteruit, 8 waren stabiel en 8 gingen vooruit. Het aantal soorten dat achteruitgaat, neemt weer dus weer toe. Opvallend is dat daar nu ook soorten bij staan die lange tijd vooruit zijn gegaan, zoals het bont zandoogje.

De oorzaken van de afname van bijen en vlinders zijn verstedelijking, fragmentatie van leefgebieden, intensivering van de landbouw en een algemene afname van bloemrijkheid. Er zijn veel maatregelen die men zelf kan nemen in tuinen en stedelijk gebied. Hier zetten we de maatregelen die landbouwondernemers kunnen nemen voor vlinders, bijen en andere insecten nog eens op een rij:

- Erfbeplanting die rekening houdt met een grote spreiding in bloeitijden, beschutting en warme plekjes biedt;
- Bloemstroken op en langs het perceel zonder gebruik van insecticiden en pesticiden;
- Houtsingels, heggen en andere landschapselementen als kruidige overhoekjes laten staan;

Gentiaanblauwtje



Graafbij



Bijenheuvel



Grutto



Dagpauwoog



Geelgors



- Slootkanten en oevers bieden ruimte voor drachtplanten als watermunt, kattenstaart en koninginnenkruid;
- Bermen gefaseerd maaien;
- Meer bloeiende gewassen telen en meer kruidenrijk grasland;
- Creëren van een mozaïek of uitvoeren mozaïekbeheer;
- Onderzaaien met klavers en bloemen;
- Plaatsen van bijenhôtels;
- Aanleg van een zanderige plek of zandheuveld.

Maar wat natuurlijk echt helpt is een weerbare landbouw die bestaat uit diversiteit met zoveel mogelijk natuurlijke plaagbestrijding, zoals beschreven in de hoofdstukken hiervoor.

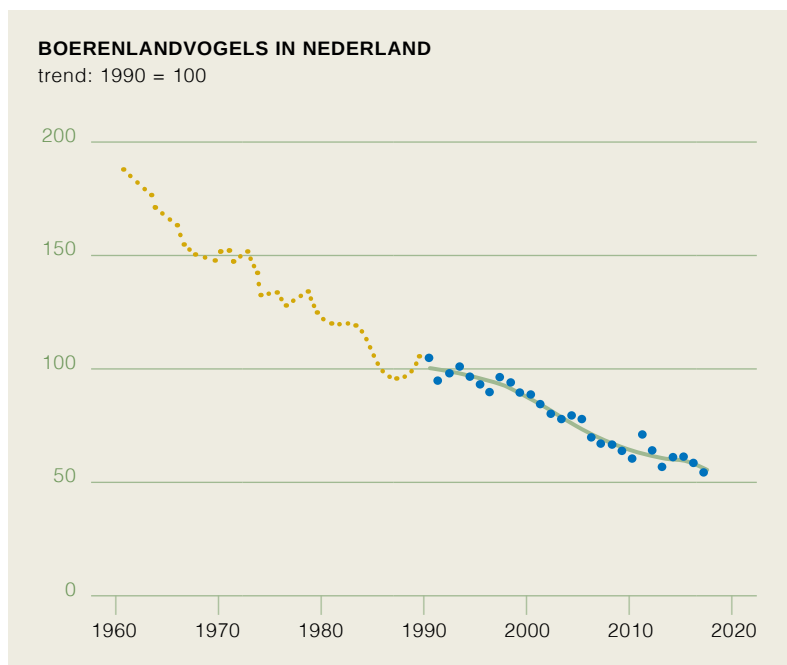
Meer boerenlandvogels

Als we spreken over boerenlandvogels dan hebben we het onder andere over de slobbeend, patrijs, grutto, tureluur, houtduif, zomertortel, veldleeuwerik, boerenzwaluw, huiszwaluw, graspieper, gele kwikstaart, grote lijster, spotvogel, spreeuw, ringmus, steenuil, kwartel, overzwaluw, grasmus, roek, scholekster, Kievit, wulp, geelgors, torenvalk, roodborsttapuit en putter. Soorten als de patrijs en de veldleeuwerik zijn sinds 1975 met 90 procent afgenomen. De boerenlandvogelindex die gepresenteerd wordt op het Compendium voor de Leefomgeving laat een afname van 30 procent zien sinds 1990 en 50 procent sinds 1960 (zie figuur 16). Er zijn ook vogelsoorten die sterk zijn toegenomen, zoals bijvoorbeeld de ganzen. Deze worden niet tot de karakteristieke boerenlandvogels gerekend en tellen niet mee in de index.

Een van de redenen waarom boerenlandvogels verdwijnen in Nederland ligt bij de toegenomen intensiviteit van de agrarische bedrijfsvoering. De toegenomen agrarische intensiteit loopt telkens parallel met een gebrek aan voedsel voor de vogels en een verstoorde natuurlijke habitat.

Maatregelen

Er is inmiddels veel kennis over geschikte maatregelen om het leefgebied van de boerenlandvogels te verbeteren. In het algemeen geldt dat de populaties boerenlandvogels een goede voedselvoorziening moeten hebben, naast schuilmogelijkheden en geschikte broedplaatsen. Uit evaluatiestudies blijkt dat de populaties het beste gedijen in reservaten en in gebieden waar intensief agrarisch natuurbeheer wordt toegepast. Bij reservaatbeheer worden landbouwactiviteiten alleen toegestaan als ze ten dienste staan van de boerenlandvogels. Bij intensieve vormen van agrarisch natuurbeheer voeren



Figuur 16
Boerenlandvogels in Nederland sinds 1960. Sinds 1990 is de 'boerenlandvogel indicator' met ongeveer 30 procent gedaald. Een historische reconstructie van populaties van boerenlandvogels laat zien dat de achteruitgang sinds 1960 zelfs meer dan de helft bedraagt (bron CLO)

boeren gerichte aanpassingen door, zoals aanpassingen in het maai-beheer, vermindering van kunstmest en chemische bestrijdingsmiddelen, verhoging van het grondwaterpeil, winterbedekking door stoppels of groenbemesters, en bescherming van legsels en kuikens tegen predatie. Iets meer dan 5 procent van het agrarische gebied heeft een overeenkomst voor Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer (ANLb) gericht op vogels.

Het behoud van weidevogels vraagt om andere maatregelen dan het behoud van akkervogels. Weidevogels zijn voornamelijk trekvogels die gebaat zijn bij open landschappen met hoge waterstanden en vochtige tot natte graslandgebieden die overwegend extensief tot matig intensief gebruikt worden door de landbouw. Zulk leefgebied in combinatie met kruidenrijk grasland, regelmatige beweiding en laat maaien, biedt weidevogels de beste garantie. In natuurreservaten is dit type beheer de norm. Voor effectief weidevogelbeheer in regulier boerenland is het belangrijk dat er grote(re) gebieden van diverse aaneengesloten percelen worden vrijgemaakt voor extensief beheer (bijvoorbeeld plas-dras). De jonge aanwas van weidevogels is bij agrarisch mozaïekbeheer hoger naarmate het kuikenland meer aaneengesloten ligt, met een minimum aaneengesloten oppervlakte van 10 hectare.

DE TERUGKEER VAN DE PATRIJS

De patrijs, vroeger een doodgewone boeren-vogel, is tegenwoordig een bedreigde soort. Sinds de jaren zeventig is de populatie met 95 procent afgenomen. Leefden er in 1975 nog 100.000 patrijzenpaartjes in Nederland, in 2018 waren dat er nog zo'n 5.000. Ook elders in Europa is de patrijzenstand sterk teruggelopen. Oorzaken zijn het intensieve gebruik van akkerland en het gebruik van pesticiden. Ruig begroeide, beschutte plekjes waar de patrijs graag haar nesten bouwt, zijn vrijwel verdwenen. De kuikens hebben insecten als voedsel nodig, en voor volwassen patrijzen is er onvoldoende voedsel om de winter door te komen.

Het Europese PARTRIDGE project is erop gericht om de patrijso populatie te herstellen en heeft verschillende voorbeeldgebieden aangewezen, verspreid over verschillende deelnemende landen, waar de ideale leefomgeving voor de patrijs wordt gecreëerd. Patrijzen leven het hele jaar door in hetzelfde gebied, het liefst in de buurt van akkers en kunnen alleen overleven als de omstandigheden tijdens alle seizoenen goed zijn. Ideale maatregelen om in acht te nemen voor de patrijs zijn winterstoppels, keverbanken, bloemenblokken, wintervoeding, patrijzenhagen en insectenrijk grasland. Het project ging in 2016 van start en is onlangs verlengd tot 2023.



Patrijskoppel in
een bietenveld

Voor akkervogels zijn akkerranden en landschapselementen, overhoekjes, bodembedekking (vooral in de winter), nestbescherming en goede vruchtwisseling van belang. Er moeten voldoende insecten of zaden zijn waarmee ze zich kunnen voeden en er moeten voldoende schuilmogelijkheden zijn tegen predatoren.

Algemene maatregelen die bijdragen aan het behoud van vogels als bijvoorbeeld de veldleeuwerik, roodborsttapuit of kneu in het agrarische gebied zijn:

- Zorg voor kleinschalige landschapselementen;
- Plan meer gewasvariatie in, bijvoorbeeld met strokenteelt;
- Gebruik meer dierlijke en minder kunstmest. Kunstmest verschaalt het bodemleven en daarmee ook het voedselaanbod;
- Zorg voor minder intensieve bemesting. Gewassen groeien hierdoor wat langzamer en worden later geoogst. Nestjes van vogels die nog in het broedseizoen zitten, worden hierdoor niet vernietigd;
- Gebruik geen bestrijdingsmiddelen;
- Verander het monocultuur grasland in kruidenrijk grasland;
- Zorg voor voedsel in de winter door oogstresten te laten liggen of creëer wintervoedselveldjes.
- Algemene maatregelen voor het behoud van weidevogels zijn:
- Zorg voor percelen met extensief beheer of plas-dras;
- Stel de maaidatum uit tot na het broedseizoen;
- Zorg voor een goede bodemkwaliteit met bodemleven (zie hoofdstuk 2).
- Zorg voor voldoende kruidenrijkheid en daarbij aangepaste bemesting (zie hoofdstuk 4);
- Zorg dat het grasland niet te aaneengesloten (dicht) is;
- Zorg voor voldoende openheid van het landschap;
- Zorg voor afstemming met burens over grootschalige extensief beheerde aaneengesloten percelen.

Drie maatregelen (vogelakker, plas-dras en variatie in grasland) lichten we toe. Het toepassen van deze maatregelen op een juiste wijze leidt tot het bevorderen van de soorten, maar van belang is dat er ook op populatieniveau herstel optreedt. Het gaat dan om een veel breder en geïntegreerd pakket van maatregelen voor het creëren van voldoende goede omstandigheden vanaf de paring tot de trek naar het zuiden en dat vergt meer dan bijvoorbeeld de aanleg van een plas-dras. Deze maatregelen moeten ook passen in een economisch rendabele bedrijfsvoering. Over het belang van kruidenrijk en extensief beheerd grasland is ook geschreven in hoofdstuk 4.

Vogelakker

Het Kenniscentrum Akkervogels (voorheen Stichting Werkgroep Grauwe Kiekendief) ontwikkelde het concept Vogelakkers. Een vogelakker is een volveldse combinatie van meerjarige eiwitgewassen (luzerne op de kleigronden, rode klaver op de zandgronden) met zogenaamde natuurbraakstroken waarin een mengsel van grassen, granen en kruiden is ingezaaid: groenvoedergewas beslaat 70 procent en natuurbraak 30 procent van de oppervlakte. De stroken met groenvoedergewas worden maximaal 3 tot 4 keer per seizoen gemaaid en het maaisel wordt – al dan niet na droging in een grasdrogerij – benut als groenvoer in de veehouderij. Het primaire doel van een vogelakker is verbetering van de roofvogelhabitat. De specifieke strokenteelt van groenvoedergewas en natuurbraak trekt (woel)muizen aan die als voedsel dienen voor de roofvogels, die op hun beurt de muizenstand in balans houden. Secundair leveren vogelakkers een bijdrage aan de ecologische opwaardering van het akkerlandschap. Er worden omstandigheden gecreëerd waarin bodemleven, insecten en karakteristieke akkervogels als de veldleeuwerik kunnen floreren, aldus een onderzoek van de Vogelbescherming.

Vogelakkers zijn zowel in de zomer als in de winter foerageerplekken voor roofvogels, uilen en zangvogels. Het is een doeltreffende maatregel voor zeldzame en bedreigde soorten als de veldleeuwerik, velduil, grauwe en blauwe kiekendief en andere karakteristieke soorten op de open akkergebieden. Onderzoek heeft aangetoond dat veldleeuweriken, gele kwikstaarten en graspiepers daadwerkelijk meer worden aangetroffen in vogelakkers dan in de gebieden ernaast en 's winters is het aantal vogels in vogelakkers veel hoger dan in de omliggende percelen. De meest voorkomende vogels in de winter zijn zaadeters, ganzen, insecteneters en roofvogels. Ook is er op vogelakkers een duidelijk – positief – verschil in insecten en bodemleven te constateren.

De praktijk vraagt nog wel om verbetering op het punt van landbouwkundig rendement. Veronkruiding van de natuurbraakstroken lijkt een probleem, binnen één jaar kan een groot deel van de oppervlakte van de natuurbraakstroken al bedekt zijn door spontaan opgekomen grassen en onkruiden; soorten die niet uit het ingezaaide zaadmengsel afkomstig zijn. De veronkruiding van natuurbraakstroken hoeft geen nadelige effecten te hebben op ecologische doelen, maar bemoeilijkt de landbouwkundige inpassing.

Het driejarige karakter van de vogelakker maakt het concept lastig inpasbaar op akkerbouwbedrijven die vooral eenjarige gewassen

Verskillende studies duiden erop dat de vogelsoortenrijkdom op biologische landbouwbedrijven groter is dan op gangbare bedrijven. Steven Kragten onderzocht op veertig akkerbouwbedrijven welke oorzaken ten grondslag liggen aan deze verschillen en promoveerde daarop in 2009 aan de Universiteit van Leiden. Het onderzoek werd uitgevoerd op twintig biologische en twintig gangbare landbouwbedrijven in Oostelijk Flevoland en de Noordoostpolder. Hij hanteerde een zogenaamde gepaarde opzet, waarbij een biologisch en een gangbaar akkerbouwbedrijf werden gecombineerd op grond van de landschapkenmerken in hun directe omgeving. Daarmee werd deze variabele uitgeschakeld, evenals de factoren weersverschillen en bodemtype.

Op basis van tellingen in 2004 en 2005 werden de territoriumdichtheden van grondbroedende vogels vergeleken. Daarbij kwamen vrijwel geen verschillen aan het licht. Alleen de veldleeuwerik kwam in beide jaren in hogere dichtheden voor op de biologische bedrijven. Het aantal veldleeuwerikterritoria bleek maar liefst viermaal hoger op biologische dan op gangbare bedrijven. Het aantal gevonden nesten was zevenmaal hoger. Op biologische bedrijven werden verder in het hele broedseizoen legfels gevonden. Op gangbare bedrijven vonden geen vervolglegels plaats.

Veldleeuweriken moeten ten minste twee en bij voorkeur drie nesten per jaar groot krijgen om voor voldoende aanwas te zorgen. De hogere dichtheden aan veldleeuweriken bleken terug te voeren op het soort en de variatie aan gewassen. Op biologische bedrijven worden meer verschillende soorten gewassen verbouwd. Ook verbouwen biologische boeren meer zomergranen zoals haver, zomergerst en zomertarwe. Dit in tegenstelling tot de overheersende teelt van wintertarwe op gangbare bedrijven. In Nederland broeden de veldleeuweriken alleen met hun eerste legfels in wintertarwe. Zomergranen groeien wat trager en zijn daardoor ook een



geschikt broedgebied voor het tweede en soms derde legsel. Ook luzerne, een klaverachtige groenbemester, is voor leeuweriken een aantrekkelijk gewas, dat op gangbare bedrijven niet wordt geteeld.

Helaas gingen veel nesten verloren door de mechanische onkruidbestrijding op de biologische bedrijven – er mag nou eenmaal niet gespoten worden. Het netto-effect was daarmee dat ondanks een groter aantal territoria er op biologische akkerbouwbedrijven niet meer veldleeuweriken en kieviten grootgebracht worden dan op gangbare bedrijven.

Meer biologische landbouw gaat de akkervogelstand dus niet zomaar redden. Het onderzoek toont aan dat op gangbare én biologische akkerbouwbedrijven het nodige kan worden gedaan om de dichtheden en het broedsucces van kieviten en veldleeuweriken te verbeteren. Op biologische bedrijven zou de mechanische onkruidbestrijding beter afgestemd kunnen worden op de eisen van grondbroedende vogels. Op gangbare bedrijven kan meer geschikt broedhabitat gecreëerd worden, bijvoorbeeld door een grotere variatie in de gewaskeuze en de teelt van zomer- in plaats van wintergraan. Op beide bedrijfstypen zal het akkerrandenbeheer met een minimale breedte van 9 meter een impuls zijn voor de akkervogels die positioneel werkt op de voedselhoeveelheid en op het aantal vierkante meters goed en veilig broedgebied. Daarnaast mag de wintersituatie niet uit het oog worden verloren: bedekking van de grond, stoppels en ander wintervoedsel is net zozeer van belang.



Vogelakker met rode klaver op Texel

telen. Het meerjarige karakter van een vogelakker brengt met zich mee dat het vogelakkerperceel niet mee kan draaien in de vruchtwisseling. Afhankelijk van bedrijfsspecifieke omstandigheden (het bouwplan, de rotatie-eisen, verkaveling) kan dat op reguliere akkerbouwbedrijven lastig zijn. Op gemengde en grondgebonden veehouderijbedrijven is de inpassing eenvoudiger. Hier komen immers andere meerjarige gewassen voor, zoals gras. Ook kan het maaisel direct in het eigen bedrijf worden benut als veevoer en is tussenkomst van een drogerij niet nodig.

Plas-dras

Met de intensivering van de landbouw wordt het grondwaterpeil vaak kunstmatig laag gehouden. Dit heeft een negatieve invloed op de leefomgeving voor verschillende vogelsoorten. Plas-dras gebieden, greppels of akkers met een hoge grondwaterstand, zijn waardevol als foerageerhabitat, slaap- en rustplaats voor met name de tureluur, Kievit en grutto. Plas-dras kwam in het verleden veel voor door mindere afwatering van de percelen. Nadelig voor de boer, maar aantrekkelijk voor de weidevogels. Wormen en emelten komen niet alleen dicht bij het oppervlak en kunnen zo gemakkelijker worden opgegeten door de weidevogels, ook is in een vochtige bodem makkelijker te pikken door de tastende grutto's, tureluurs en scholteksters. Verder leven er aanzienlijk meer insecten, grote en kleine, op percelen met plas-dras dan op droge percelen. Insecten vormen een belangrijk onderdeel van het menu van de vogels en hun kuikens. Naast weidevogels zijn er ook eenden en steltlopers als de kluut en plevier te vinden op het ondergelopen land.

Nu door de lage grondwaterstand en de goede drainage mogelijkheden plas-dras van nature weinig meer voorkomt, kan de boer met een (zonnecollector)pomp zijn land van half februari tot in mei voor een deel onder water zetten. Na de broedperiode kan het land weer gewoon gebruikt worden.

Variatie in het grasland

Uit het Sovon Vogelonderzoek Nederland blijkt de lage overleving van kuikens de voornaamste reden van de achteruitgang van de weidevogel. Het ontbreken van bescherming, hoge predatie door vossen en (roof)vogels en een slechte voedselbeschikbaarheid (door een tekort aan insecten) zijn hier onder andere debet aan. Niet elke weidevogel vertoont hetzelfde foerageergedrag. Grote vliegende insecten en snuitkevers zijn belangrijk voedsel voor de kuikens van de grutto en de tureluur en komen meer voor in slootranden. Ongemaaide

slootranden zijn daarmee een interessant foerageergebied voor deze kuikens. Loop- en korstschildekevers komen meer voor op het midden van het perceel en worden gegeten door kievitkuikens. Kieviten zie je dan ook eerder midden op het land. Ook de voorkeur voor graslandlengte lijkt te verschillen. Gruttokuikens hebben een voorkeur voor grasland met een open structuur en een hoogte van 15-30 centimeter. Kievitkuikens daarentegen, met hun voorkeur voor de kevers die op de bodem leven, vertoeven graag op percelen met een korte vegetatie. Met al deze verschillen in foerageergedrag kan de boer een bijdrage leveren aan het herstel van de weidevogels door ook variatie toe te passen in zijn graslandbeheer; op verschillende momenten al dan niet te maaien en het maaien per perceel te verdelen (mozaïekbeheer).

Gefaseerd maaien
in weidevogelgebied
Eempolder

5.4 Landschappen maak je samen

Een landschap wordt gevormd door meerdere elementen, zoals de bodem, landschapselementen, de flora en fauna en natuurlijk de mens. Zeker in Nederland is er geen landschap meer te vinden dat niet door de mens is ontwikkeld of wordt beheerd. Zelfs de oudste natuurgebieden in Nederland zijn door de mens veranderd. Op directe wijze door ingrepen als kappen en planten, door de landbouw en bebouwing, maar ook indirect door klimaatverandering en bijvoorbeeld de stikstofdepositie die zorgt voor verruiging en verarming.

De bodem onder het landschap en weerbare landbouw

De landbouw heeft een speciale plek in het beheer en gebruik van het landschap, aangezien 70 procent van ons landoppervlak een agrarische bestemming heeft. Wat een landbouwbedrijf aan biodiversiteit en landschapsbeheer kan bijdragen is in de vorige hoofdstukken beschreven. Het is de combinatie van boerenbedrijven, infrastructuur (wegen, elektriciteit, kanalen, sloten en rivieren) en natuur die het landschap vormen. Individuele bedrijven hebben wel grote invloed op het landschap door erfbeplanting, schuren en landschapselementen. Door verbindingen te maken tussen de agrarische bedrijven en natuur via bijvoorbeeld het Natuurnetwerk Nederland (zie p. 152) kunnen grotere leefgebieden voor soorten gemaakt worden. Dit is de groene infrastructuur.

De bodem is de fysieke basis van deze groene infrastructuur. De eigenschappen van de bodem zijn van oudsher bepalend voor het

Plas-drassystemen in
weidelandschappen
dragen bij aan de
weidevogelstand.
Plas-dras kan op peil
gehouden worden met
behulp van zonne-
energie





Plas-dras voor
weidevogels

landschap en dus voor de activiteiten op en met de bodem, maar ook voor de flora en fauna die er voorkomen. Op die manier zijn ecosystemen ontstaan met sterk ontwikkelde interacties (basis voor biodiversiteit). Ecosystemen zijn te karakteriseren systemen met als basis de bodem, landschap en klimaat (inclusief hydrologie). De bodem bepaalt in grote mate de ontwikkelingsmogelijkheden voor de natuur en voor de landbouw. Zo is vruchtbare grond veel belangrijker voor de landbouw dan schrale grond, die op haar beurt weer belangrijker is voor natuur. Met inzet van middelen wordt de schrale grond vruchtbaar gemaakt voor landbouw en dat leidt tot verlies van die middelen naar het milieu. Door de bodem te gebruiken waar deze het meest geschikt voor is, kan meer CO₂ worden vastgelegd en wordt biodiversiteit bewaard en bevorderd. Dit vergt wel inzet van beleid op het vlak van ruimtelijke ordening in combinatie met goed bodembeheer. Uiteindelijk ontstaat er dan een klimaatadaptieër landschap met een weerbaarder landbouwsysteem. Zo'n weerbaar systeem is veel minder afhankelijk van externe bronnen en draagt veel meer bij aan de biodiversiteit. Het is ook minder gevoelig voor weersextremen en andere stress. Dit is de kern van natuurinclusieve landbouw.

Landgoed Twickel

Landgoederen

Landgoederen nemen een aparte plek in in het Nederlandse landschap. De landgoederen in particulier grondbezit beslaan bijna 20.000 hectare verdeeld over 43 landgoederen. Activiteiten als bosbouw, landbouw en recreatie kunnen een inkomstenbron voor de eigenaar vormen. Landgoederen zijn van belang in het landschap omdat het grotere aaneengesloten gebieden zijn met een relatief hoge biodiversiteit waar naburige landbouwgebieden baat bij kunnen hebben. Landgoederen hebben evenwel moeite om deze standaard financieel overeind te houden, maar verwerven door bijvoorbeeld landbouwinkomsten en het vermarkten van deze producten tegen hogere prijs middelen om zichzelf in stand te houden. Landgoederen zijn belangrijke gebieden die bescherming verdienen in het Nederlandse landschap.

Twickel

Twickel is het grootste particuliere landgoed van Nederland, met een oppervlakte van in totaal circa 6.700 hectare, waarvan globaal de helft bos en natuur, en de helft landbouwgrond is. Stichting Twickel heeft als doel het in stand houden van Twickel als natuurreservaat en cultuurmonument voor wandelaars, natuurvrienden





NATUURNETWERK NEDERLAND

Natuurnetwerk Nederland (NNN) is een netwerk van bestaande en nieuw aan te leggen natuurgebieden en werd in 1990 als Ecologische Hoofdstructuur (EHS) opgenomen in het Natuurbeleidsplan van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Doel van het NNN is de achteruitgang van het areaal aan natuur en van de biodiversiteit te stoppen door een samenhangend netwerk van natuurgebieden te creëren. Natuurorganisaties als Natuurmonumenten en de provinciale landschappen verbinden natuurgebieden, zodat op een slimme manier leefgebieden van dieren en planten vergroot worden. Waar mogelijk wordt door deze organisaties (medegefinancierd door de provincies) grond aangekocht en omgevormd tot natuurgebieden met het Natuurnetwerk als richtsnoer. De provincies zijn uiteindelijk verantwoordelijk om dit Natuurnetwerk te realiseren.

Onder het NNN vallen de Natura 2000-gebieden die onderdeel uitmaken van een netwerk van natuurgebieden in de Europese Unie die worden beschermd op grond van de Vogelrichtlijn (1979) en de Habitatrichtlijn (1992). Deze richtlijnen geven aan welke typen natuur (habitat-typen) en welke soorten moeten worden beschermd. Nederland is verplicht de soorten en habitattypen in een gunstige staat van instandhouding te houden of te brengen.

De lidstaten wijzen daarvoor speciale beschermingszones aan en moeten instandhoudingsmaatregelen nemen om deze Natura 2000-gebieden te beschermen. Nederland kent 160 Natura 2000-gebieden, verspreid over heel Nederland. Nederland heeft moeite om de kwaliteit van deze gebieden te waarborgen, daarvan getuigt de uitspraak van de Raad van State in mei 2019 over de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS). Doordat de PAS niet als voldoende adequaat werd bestempeld om de natuurkwaliteit te waarborgen, werd iedere activiteit die meer stikstof in de lucht zou brengen, denk aan uitbreiding van een veebedrijf of woningbouwproject, stilgelegd, met behoorlijke consequenties voor de economie.

Figuur 17
Ecologische Hoofd-
structuur (EHS)
(bron ministerie
van LNV)

■ land
■ water



en kunstminnenden, en wil daarmee zijn historische betekenis bestendigen. Landbouw en landgoed zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden: het typische landschap is mede ontstaan door de agrarische activiteit, de pacht is een belangrijke inkomstenbron voor het landgoed (circa 40 procent) en de pachters nemen een belangrijk deel van de beheers- en onderhoudswerkzaamheden van de gronden voor hun rekening. Hoewel minder dan in de omringende omgeving, zijn ook op de gronden van Twickel veel houtwallen verdwenen, is micro-reliëf geëgaliseerd en is de rijkdom aan vogels, insecten, kruiden en amfibieën kleiner dan enkele decennia geleden. Door goed rentmeesterschap en de nog aanwezige natuurwaarden te koesteren, kan een landgoed als Twickel zijn agrarische producten met een meerwaarde vermarkten.

Hoe een landschap kan veranderen is goed zichtbaar op het eiland Tiengemeten. Van landbouw werd het in 1997 omgezet naar natuur. Tiengemeten dankt zijn naam aan de 'gemet', een oude Hollandse oppervlaktemaat ter grootte van ongeveer een halve hectare. Tegenwoordig is Tiengemeten in beheer van Natuurmonumenten. Er werd een natuurplan ontwikkeld waarbij de dijken zijn doorgestoken en er kreken werden gegraven waar het Haringvlietwater weer vrij in en uit kan stromen. De voormalige akkers werden drassig en staan soms helemaal onder water. Ze veranderden in slikken, riet- en biezenvelden, nat grasland, ooibossen en ruigten. Daarmee ligt er een natuurparel midden in de machtige delta van Zuidwest-Nederland, waar Rijn, Maas en Schelde uitmonden in zee. Talrijke bijzondere plant- en diersoorten keerden inmiddels terug naar het eiland.

Samenwerking

Om resultaten te boeken voor biodiversiteit én landbouw is samenwerking in een gebied essentieel. Deze samenwerking kan gevormd worden door een branchegebonden samenwerking van alleen agrarische ondernemers of bestaan uit een diversiteit van verschillende deelnemers zoals agrarisch ondernemers, natuurbeheerders, provincie, waterschappen en burgers. Een voorbeeld van een branchegebonden samenwerking is de koepelorganisatie BoerenNatuur, dat met veertig leden bestaat uit veertig agrarische collectieven. In totaal zijn via deze collectieven negenduizend boeren aangesloten (zo'n 8 procent van alle boeren). BoerenNatuur ziet 'natuurinclusieve landbouw als een instrument in de transitie van de landbouw, op weg naar een landbouw die op alle fronten beter rekening houdt met de natuur' en zet zich hiervoor in.

Daarnaast zijn er diverse samenwerkingsvormen tussen verschillende stakeholders die belangen uit verschillende disciplines verenigen. Ter inspiratie noemen we hier enkele voorbeelden. Ze sluiten naadloos op elkaar aan en ze weerspiegelen de tijdsgeest en het gedrongen besef dat de landbouw anders moet en anders kan.

Een voorbeeld is de gebiedscoöperatie **Buijtenland van Rhoon**, waar in een poldergebied van 600 hectare onder Rotterdam landbouw-, natuur- en recreatiebelangen worden verenigd. Deze drie sectoren hebben baat bij een natuurinclusieve benadering. Doordat de drie sectoren bij elkaar aan tafel zitten, kunnen alle elementen in samenhang ontworpen worden en de belangen elkaar versterken.

Een ander voorbeeld van een gebiedsinitiatief is **Vruchtbare Kringloop Achterhoek**. Dit is begonnen als een project van melkveehouders, ketenpartijen en waterschappen om samen te werken aan kringlooplandbouw en duurzaam water- en bodembeheer. Door alle landelijke en provinciale beleidsplannen te vertalen naar de regio en om te zetten in concrete acties voor de betrokken ondernemers en waterschappen, wil men de regio verduurzamen. Inmiddels is een vereniging opgericht om zelfstandig verder te gaan.

Ook **Living Lab Fryslân**, het 'living lab' voor natuurinclusieve landbouw in Friesland, is een mooi voorbeeld van hoe men in een regio het voortouw neemt. Living Lab Fryslân is gestart als spin-off van burgerinitiatief Kening fan e Greide, met medewerking van verschillende organisaties en boeren. Het living lab helpt (groepen van) boeren en anderen om de bedrijfsvoering zo in te richten dat deze bijdraagt aan een rijke biodiversiteit en een goede boterham.

Stichting Landschap Amstelland wil met behulp van een landschapsfonds het Amstelland als open en toegankelijk gebied behouden waarin plek is voor natuur, agrariërs en recreatie.

Voor een succesvol integraal initiatief is het van groot belang dat alle betrokkenen, met ieder hun eigen kennis en kunde, op basis van vertrouwen met elkaar samenwerken, gericht op het realiseren van een aantrekkelijk landschap, een goede economie voor de bedrijven en een rijkdom aan biodiversiteit.

Naast de noodzakelijke transitie van de landbouw staat het platteland ook nog voor andere grote maatschappelijke opgaven: klimaatverandering, de wateropgave, energietransitie, bouwen in het groen,

vergrijzing en bevolkingsafname. Dit alles vraagt om verregaande aanpassing van de inrichting en organisatie van het landelijk gebied. Het College van Rijksadviseurs adviseerde in 2019 'Panorama Nederland'. Hierin worden suggesties voor de transitie gegeven middels een New Deal tussen boer en maatschappij waarbij het landschap centraal staat. In het volgende hoofdstuk gaan we dieper in op hoe wij de transitie zien.



EEN BIODIVERSE AANPAK VOOR DE HELE KETEN

De landbouw in Nederland is gegroeid naar een specialistische en economische sector. Daarbij hebben de ecologie, het milieu en het klimaat te weinig aandacht gekregen en de roep vanuit de maatschappij om hier verandering in aan te brengen is groot. Dat is niet eenvoudig, omdat we met elkaar afgelopen decennia het voedselsysteem hebben opgebouwd rondom het controlemodel met focus op de wereldmarkt. Om diverse redenen is verandering naar een nieuw model lastig en vergt het een lange adem. Het rapport *From Uniformity to Diversity* (2016) van het International Panel of Experts on Sustainable Food Systems (IPES FOOD) geeft een aantal belemmeringen voor een ander voedselsysteem weer. In dit hoofdstuk bespreken we deze belemmeringen geplaatst in de Nederlandse context. Natuurinclusieve landbouw kan een oplossing zijn, al zijn ook andere richtingen mogelijk. Hier richten we ons op het natuurinclusieve spoor. De natuur en biodiversiteit vormen het kapitaal van grondgebonden bedrijven. Maar is dit voldoende om een verdienmodel op te baseren? Er zijn, behalve belemmeringen, óók ontwikkelingen die de overgang naar een meer natuurinclusieve landbouw stimuleren. Zoals een toenemend aantal consumenten dat duurzaam geproduceerd voedsel koopt en de zorg bij de burger om verlies van biodiversiteit. Het is daarom van belang om naar verdienmodellen te zoeken die de overgang naar natuurinclusieve landbouw mogelijk maken en bestendigen.

In dit hoofdstuk zoomen we in op de achtergronden van de landbouweconomie en doen we suggesties om de omslag naar natuurinclusieve landbouw te maken.

6.1 Waarom een natuurinclusieve keuze lastig is

De wijze waarop we het voedselproductiesysteem hebben ingericht, kent een aantal kenmerken waardoor systeemverandering lastig is. In hoofdstuk 1 is de ontwikkeling naar het zogenoemde controle-model beschreven. Om als ondernemer de stap te zetten naar het adaptatiemodel en als maatschappij naar een meer integrale, natuurinclusieve landbouw, worden we in meer of mindere mate geconfronteerd met een aantal belemmeringen omdat we met elkaar in het systeem gevangen zitten. Voorbeelden van deze lock-ins, zoals ze in het IPES FOOD-rapport worden genoemd, zijn:

- Focus op export en wereldmarkt;
- Padafhankelijkheid: het beleid met wet- en regelgeving, subsidie-structuur, kennis en onderwijs zijn alle gericht op intensivering van de landbouw;
- Concentratie van macht binnen de agribusiness;
- Kortetermijndenken en denken vanuit specialisatie door overheid, wetenschap, adviseurs en bedrijfsleven;
- De consument is gewend geraakt aan goedkoop voedsel;
- De stellingname dat ‘wij de wereld moeten voeden’;
- De wijze waarop wij succes meten (bijvoorbeeld in exportvolumes en niet in zorg voor het landschap).

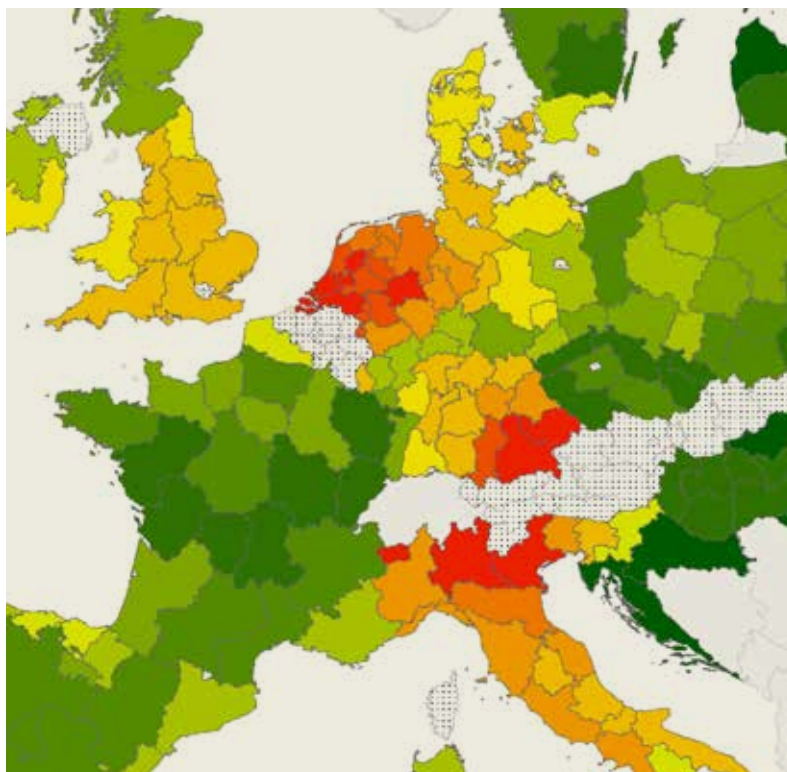
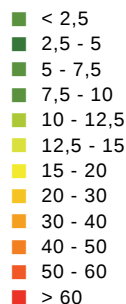
Voordat we een aantal van deze lock-ins behandelen, bespreken we een kenmerk van de Nederlandse landbouw die van grote invloed is; de grondprijs in Nederland.

Grondprijs

Nederland is een relatief dichtbevolkt land waar de druk op het gebruik van de grond hoog is: er is behoefte aan grond voor woningbouw, bedrijventerreinen, energieopwekking, infrastructuur waaronder wegen en transport, water, natuur, recreatie en sport. Daarnaast heeft Nederland de vruchtbaarste gronden in de wereld vanwege de ligging in een rivierendelta waar eeuwenlang vruchtbare klei is afgezet. Ook de handelsbetrekkingen en mogelijkheden tot export zijn goed. Hierdoor zijn de opbrengsten hoog en daarom willen boeren er ook een goede prijs voor betalen. De schaarste aan

Figuur 18
Grondprijzen
in Europa

x € 1000,-



grond voor landbouw helpt de prijs van grond te verhogen. De grondprijs in Nederland is het hoogste van alle Europese landen en zelfs nog een factor 2 hoger dan het tweede landbouwland, Denemarken. De hectareprijs was in 2019 gemiddeld zo'n 60.000 euro, en in de Flevopolder betaal je al meer dan 100.000 euro. De hoge grondprijs is gekoppeld aan de hoge productiviteit van de grond. Maar wanneer je op dezelfde markten opereert als landen waar de grondprijs veel lager is, sta je op achterstand door een veel hogere kostprijs. Lange tijd kon die worden gecompenseerd door de hoge opbrengsten van de grond en de kennisvoorsprong die daarbij werd ingezet.

Bedrijfsopvolging binnen familie of overname van een boerenbedrijf door derden wordt door de hoge grondprijs belemmerd; het vergt een torenhoge financiering die terug moet worden verdiend. Dus wordt er gestuurd op een zo hoog mogelijke productie tegen zo laag mogelijke kosten om naast de lasten nog een klein inkomen over te houden. De bank zet druk op de boer vanwege de hoge financiering en al zou die boer anders willen werken, dan zit hier weinig speelruimte. Vele boeren zijn dankzij hun eigen grond miljonair, maar door de hoge financieringslasten hebben ze ondanks een hoge

omzet maar een zeer beperkt inkomen. Oud-directeur Johan van de Gronden van het Wereld Natuur Fonds rekende in 2017 voor dat een gemiddeld melkveebedrijf 3 miljoen euro waard is, de jaarlijkse omzet 300.000 euro bedraagt en het inkomen slechts 30.000 euro voor het hele gezin is. Dit is lager is dan het modale inkomen van één persoon. De afgelopen jaren zijn de inkomens in Nederland fors gestegen, maar die van de boeren bleven gemiddeld zonder netto stijging.

Dagelijks sluiten zes boeren hun bedrijfsdeur. Veel van die bedrijven worden opgekocht door andere bedrijven die daarmee groter worden. Ondanks het sterk teruggelopen aantal bedrijven is de landbouwproductie steeds verder verhoogd door steeds grotere bedrijven. Naast het opkopen van landbouwgrond door andere boerenbedrijven wordt grond ook gekocht door pensioenfondsen, verzekeringsmaatschappijen, bedrijven en particulieren. Grond blijkt een uitstekende belegging. Soms wordt de aangekochte grond weer verpacht aan boeren zodat het beleggingsobject ook rendeert.

Naast grondeigendom is er een pachtstelsel in Nederland. Grootweg 30 procent van de grond is in publiek bezit (rijk, provincies en gemeenten), 15 procent is in eigendom van terreinbeherende organisaties (TBO's), 10 procent is van bedrijven en 45 procent is particulier. De overheid en de TBO's verpachten een deel van de grond. De huidige pachtregulering stimuleert dat er vrijwel uitsluitend kortdurende contracten worden afgesloten. Er is verschil tussen de relatief lage wettelijke maximumpachtprijzen bij de reguliere pacht en de veelal hogere marktprijzen voor de liberale pacht. De huidige kortlopende liberale pacht kent vrije prijsvorming. Dit leidt niet tot goed bodemgebruik. De minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) heeft in 2019 aangekondigd om de pachtwetgeving te herzien, vanuit het doel dat in 2030 alle landbouwbodems duurzaam beheerd worden. Het is duidelijk dat er de komende jaren veel gaat veranderen ten aanzien van grondbezit, pacht en bodembeheer.

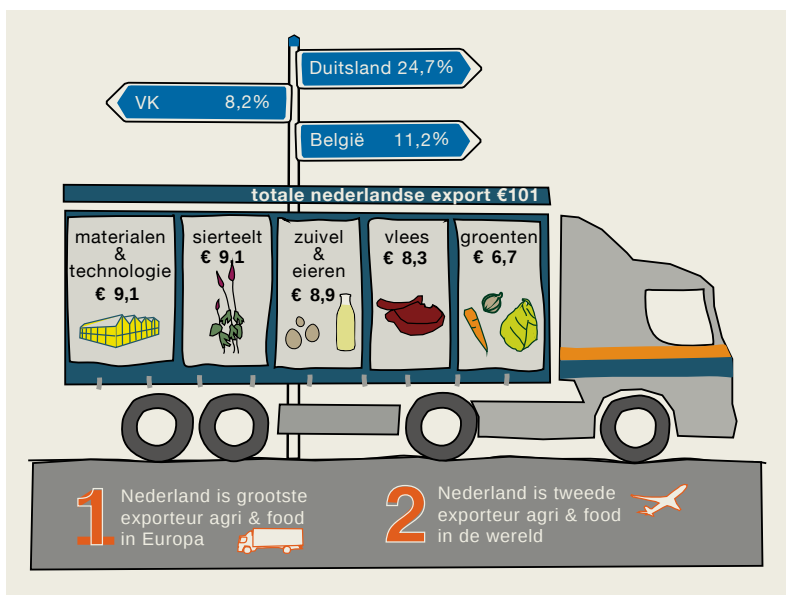
Veel natuurbeheerders hebben via pachtconstructies een een-op-een samenwerking met een boer. Organisaties als Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten en Provinciale Landschappen hebben natuurgronden in bezit waarbij landbouw een nevenfunctie is (bijvoorbeeld begrazing) en landbouw kan helpen bij de realisatie van de natuurdoelen. Deels beheren zij die grond zelf en kunnen boeren gebruikmaken van de grond voor hun (jong)vee, deels wordt deze grond volledig verpacht voor een landbouwfunctie aan een boer. Bij verpachting legt de organisatie de boer beheereisen of randvoorwaar-

den op. Meestal is dat het verbod op gebruik van kunstmest en chemische bestrijdingsmiddelen in combinatie met extensief beheer: bemesting met vaste mest, een verlate maaidatum en extensieve beweiding. Staatsbosbeheer is een experiment begonnen waarbij de boeren aanpalend land mogen pachten mits zij zelf hun hele bedrijf natuurinclusief maken. De grondwaarde wordt afgewaardeerd waardoor de pachtprijs relatief laag kan blijven en de grond dus geen topopbrengsten hoeft op te leveren. Met het specifieke doel om landbouwgrond aan te kopen en te verpachten is Stichting Grondbeheer opgericht. Pachters die pachten van Stichting Grondbeheer verplichten zich tot biodynamische landbouw.

Focus op export als parameter voor succes

In Nederland wordt de voedselproductie benaderd als economische productie en exportproduct. Dit terwijl bijna alle andere landen gericht zijn op de productie van voldoende voedsel voor de bevolking. We hebben in ons land een landbouwsysteem laten ontstaan, en zelfs met beleid gestimuleerd, dat gericht is op de wereldmarkt. Dit beleid is vanuit dat oogpunt zeer succesvol geweest en de cijfers liegen er niet om. De Nederlandse landbouwexport ligt rond de 100 miljard euro en Nederland is daarmee na de Verenigde Staten de grootste exporteur van agri&food. De meeste export gaat naar ons omringende landen, Duitsland, België en het Verenigd Koninkrijk.

Dit succes is echter maar een deel van het totale verhaal, omdat andere maatstaven zoals bijdrage aan het ecosysteem, weerbaarheid tegen droogte of ziekten en voedselkwaliteit buiten beschouwing blijven. Hiermee is ook voorbijgegaan aan de kwaliteit van de natuur en de leefomgeving. De verliezen van nutriënten, de emissies van broeikasgassen en het verdwijnen van de biodiversiteit zijn voorbeelden waar de landbouw buiten haar grenzen is getreden. De milieukosten verbonden aan de geïntensiveerde landbouw zijn door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) in 2018 berekend op 6,5 miljard euro per jaar voor de Nederlandse samenleving. Deze worden onder andere veroorzaakt door aantasting van de bodem-, lucht- en waterkwaliteit, achteruitgang van de natuurkwaliteit en biodiversiteit en klimaatverandering. Het grootste deel van de kosten wordt gemaakt door de veehouderij: 4,5 miljard euro. Deze kosten betalen wij nu via belastingen en worden niet verrekend via de kostprijs van het product en dus ook niet via de afnemers en consumenten elders in de wereld. Zouden deze milieukosten wel verrekend worden in de producten, dan zou de concurrentiepositie van Nederland op de wereldmarkt enorm verslechteren.



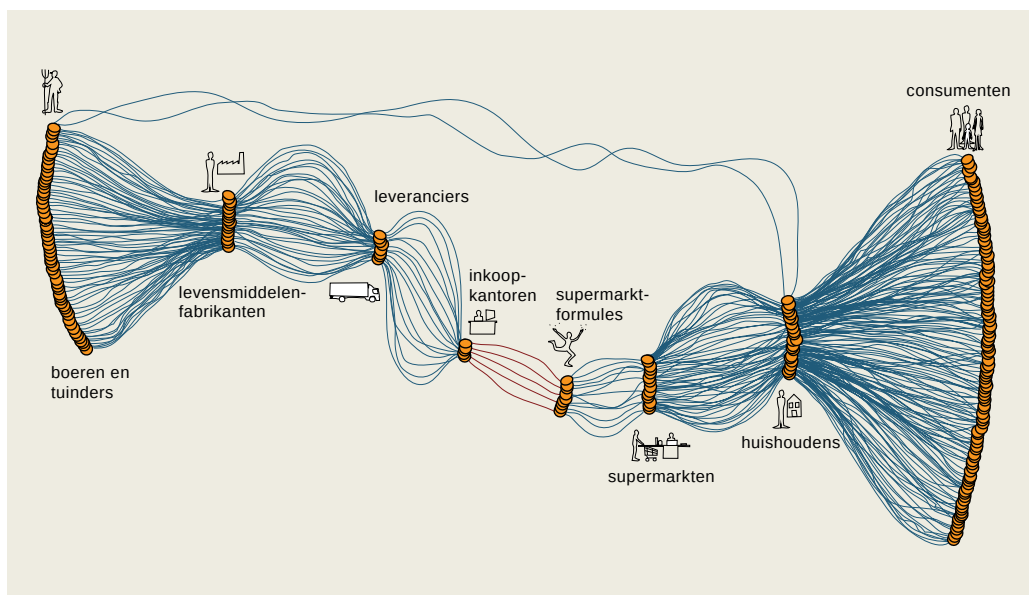
Figuur 19
Exportcijfers
Nederlandse
landbouw in
2017 (bron
rijksoverheid.nl)

Bedragen in
miljarden euro

De consument van het voedsel dat in Nederland geproduceerd wordt, woont over het algemeen niet in Nederland. 70-80 procent van wat wij produceren gaat naar West-Europese landen, maar ook naar andere continenten. Neem melk. We produceren zo'n 14 miljard liter per jaar in Nederland. Daarvan wordt 2 miljard gebruikt om babyvoeding te maken, voornamelijk voor de Chinese markt. Van 5 miljard liter wordt kaas gemaakt met eiwitrijke bijproducten. De kaas wordt voornamelijk naar het buitenland geëxporteerd. De resterende 7 miljard liter wordt als versproducten afgezet in ons land en in Noordwest-Europa.

Padafhankelijkheid

Iedere boer maakt zijn of haar eigen keuzes, maar de vraag is of de keuzes wel geheel onafhankelijk zijn of dat de partijen eromheen en de ingeslagen weg van schaalvergroting, kostenbeperking en specialisering eigenlijk al heel veel vastleggen. De bank, het beleid, de adviseurs (erfbetreders), de kennisinstituten, de toeleverende bedrijven en alle anderen zijn allemaal dezelfde weg op gegaan. Wanneer een boer keuzes maakt die passen binnen die ontwikkeling en wet- en regelgeving, dan is er geen probleem. Maar als het afwijkt, ontbreekt het vaak aan mogelijkheden of voorzieningen en staan regels in de weg. Afgelopen decennia is bijvoorbeeld de kennis- en technologieontwikkeling grotendeels gestoeld op de productieverhoging per hectare of per dier, en op kostenverlaging. Een onder-



Figuur 20
De 17 miljoen consumenten worden met de 70.000 landbouw-productiebedrijven bij elkaar gebracht door slechts 5 inkoopkantoren en een beperkt aantal supermarkt-formules
(bron PBL)

nemer die natuurinclusiever wil werken, moet veel moeite doen om kennis te vergaren en vaak zelf het wiel uitvinden omdat de omgeving een andere vaste koers vaart. Sinds kort lijkt hier verandering in te komen en wordt ook het pad naar natuurinclusieve landbouw breder en toegankelijker gemaakt.

Het EU-beleid speelt een grote rol in hoe de ondernemer zijn bedrijf inricht en hoe het inkomen tot stand komt. Het Europese Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) is de belangrijkste begrotingspost van de EU-begroting. Bijna 40 procent van het budget van de EU gaat naar de landbouw in de vorm van subsidies. Het huidige landbouwbeleid richt zich op inkomenssteun voor boeren, marktregulering en plattelandontwikkeling. In 2018 bedroeg het Nederlandse GLB-budget ongeveer 730 miljoen euro. De Wageningen Universiteit heeft berekend dat deze steun zo'n 400 euro per hectare voor de boer oplevert, rond de 25.000 euro per bedrijf. Gemiddeld voor alle land- en tuinbouwbedrijven was de inkomenssteun vanuit het GLB zo'n 33 procent, met grote verschillen tussen de melkveehouderij (93 procent) en akkerbouw (39 procent). Het GLB is daarmee een belangrijk 'verdienmodel' voor de boeren. Toch blijkt dat boeren liever een goede marktprijs voor hun producten krijgen dan een vergoeding vanuit subsidies. Aangezien het GLB zo belangrijk is, zou het veel helpen als het ook meer gericht zou worden op concrete groene resultaten en bijdragen aan klimaatadaptatie, het versterken van bodemkwaliteit en biodiversiteit.

Concentratie van macht

De economische macht heeft zich rond een aantal grote spelers geconcentreerd in zowel de toeleverende schakels (denk aan zaad-bedrijven en chemische bedrijven die kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen produceren) als de dienstverlenende schakels (denk aan banken, adviseurs, maar ook bedrijven die zich bezighouden met onder andere dierlijk genetisch onderzoek) en de afnemende partijen (internationale bedrijven als Nestlé, Unilever en de Nederlandse supermarktketens die slechts via vijf inkoopkantoren het voedsel inkopen). Door deze machtsconcentratie die buiten de boer om gaat, bepalen vooral anderen zijn bedrijfsstrategie en prijs.

Een ander belangrijk knelpunt van de machtsverdeling in de keten wordt veroorzaakt door de verdienmodellen van het toeleverend bedrijfsleven en de bedrijven in de agrifood-keten. Deze zijn ingesteld op de groei van hun omzet en daarmee indirect op productieverhoging en intensivering van het primaire bedrijf. Als de boer meer produceert, verdient al het toeleverend en ander bedrijfsleven om de boer heen meer. Dit is een moeilijk te veranderen systeem en de lobby om dit in stand te houden is groot. Op diverse manieren bieden de agrarische ondernemers echter tegenwicht. Van oudsher zijn dat de boeren die gekozen hebben voor biodynamische landbouw en biologische landbouw, maar er zijn daarnaast ook steeds meer andere initiatieven. In paragraaf 6.4 gaan we hier verder op in.

Korte termijn en specialistisch denken

In ons economisch bestel is het vrijemarktprincipe leidend voor de afzet en de productie. De kostenbeperking en de risico-inperking, en de daarmee gepaard gaande efficiëntieverhoging, hebben geleid tot een hoge mate van specialisatie. Het economisch ordeningsprincipe van de vrije markt kan leiden tot een grote mate van efficiëntie of winstmaximalisatie, omdat de productie daar plaats zal hebben waar de kosten het laagst zijn en het rendement het hoogst is.

Winstmaximalisatie is gericht op de korte termijn, terwijl landbouw gebaat is bij een langetermijnbeleid. Alleen een langetermijnvisie creëert ruimte voor duurzame landbouw. Neem alleen al de bodemkwaliteit: het vergt zeker tien jaar goed beheer wil verbetering echt zichtbaar en merkbaar zijn en zulke tijdsspannen moeten in het beleid ingebouwd kunnen worden.

De landbouw zelf is inmiddels opgedeeld in een groot aantal bedrijfstakken, waaronder glastuinbouw, sierteelt, akkerbouw, intensieve veehouderij en grondgebonden veehouderij. Met daarbinnen verdere specialisatie naar gewas of dier en daarbinnen weer naar een

specifiek onderdeel. De agro&food-keten bestaat uit vele schakels die elk bijdragen aan de gehele keten. Deze schakels zijn gespecialiseerd en geoptimaliseerd binnen de keten. Interessant voorbeeld is de kipfilet. De Wetenschappelijke Raad voor Integrale Duurzame Landbouw en Voeding heeft in 2013 de complexe keten achter de kipfilet in kaart gebracht. Om een indruk te geven: er dragen zeker veertig zeer gespecialiseerde spelers bij aan het product: sojatelers in Brazilië, mengvoerbedrijven in Nederland, topfokbedrijven, pluimveehouders, vangploegen, transporteurs, slachterijen, veeartsen, stallenbouwers, fabrikanten van slachtmachines, farmaceutische bedrijven, mestverwerkers en groothandels. Met de marktwerking op het vlak van technische innovatie en specialisatie als stimulans, is de kipfilet een voor iedereen betaalbaar product geworden.

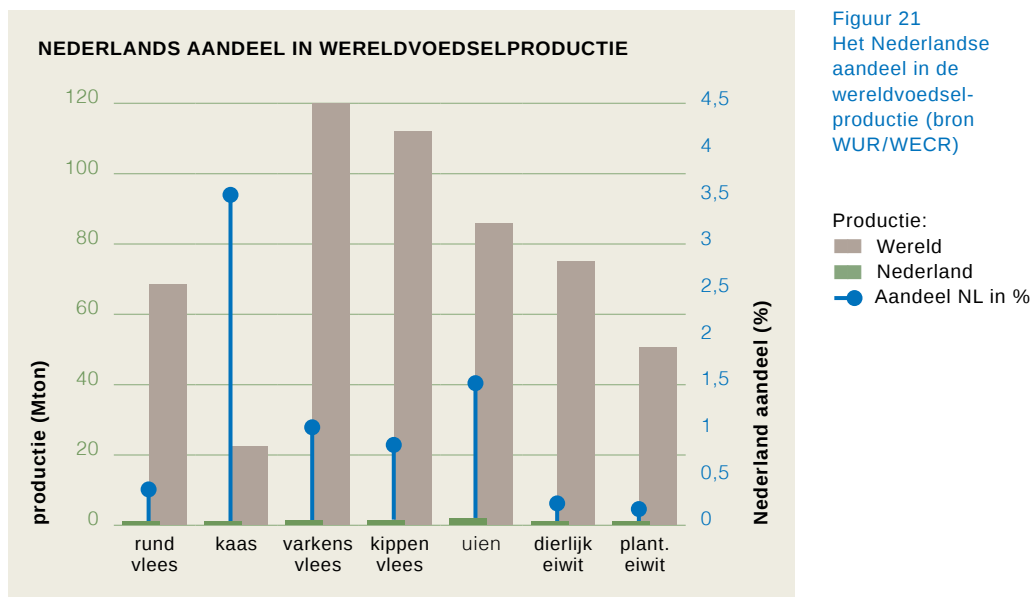
Dat klinkt als een gewenste situatie; efficiënte schakels met in iedere schakel oog voor verduurzaming binnen de grenzen van het vermogen. Echter, elke schakel heeft ook als doelstelling om meer product tegen een lagere kostprijs te leveren en als geheel heeft de keten geen oog voor de impact op de publieke waarden zoals biodiversiteit, kwaliteit van het landschap, dierenwelzijn, de kringloop of voedselkwaliteit. Er is geen partij die de hele keten optimaliseert vanuit deze waarden.

Goedkoop voedsel voor de consument

De consument heeft vaak geen idee waar de ingrediënten van voedsel vandaan komen of wat de productiewijze is. De consument in Nederland is eraan gewend geraakt dat voedsel altijd verkrijgbaar is; het hele jaar rond tegen lage prijzen. De voedselprijzen zijn sinds de jaren zestig van de vorige eeuw fors gedaald, gezien het percentage van ons inkomen dat we spenderen aan voedsel: in 1960 was dit nog 40 procent, inmiddels is dat gezakt naar 10 procent. Voor de consument mag dat een positieve ontwikkeling zijn, het gaat, zoals wel duidelijk is inmiddels, wel ten koste van aantal andere waarden.

De afstand tussen de consument en de boer is groot door zowel de fysieke afstand als de lengte van de keten. Zoals hierboven beschreven, wonen veel consumenten van de Nederlandse voedselproductie niet in Nederland en zal bijvoorbeeld de consument van melkpoeder in China zich niet direct zorgen maken over het effect van onze melkveehouderij op het aantal weidevogels in Nederland – dat is al een hele opgave voor de Nederlandse consument.

Daarnaast produceren veel boeren basisvoedselproducten die na (uitgebreide) bewerking in voedselproducten terechtkomen. Het landbouwproduct wordt ingekocht als grondstof en de fabrikant



Figuur 21
Het Nederlandse
aandeel in de
wereldvoedsel-
productie (bron
WUR/WECEP)

van voeding voegt er smaak, gemak, variatie, verleiding en marketing aan toe. Gezonde voeding speelt geen of een minder belangrijke rol in deze producten. Inmiddels consumeren wij volgens het Voedingscentrum meer zogenaamde ‘ultra-processed foods’ dan versproducten. Ultra-processed foods zijn industriële producten die samengesteld zijn uit combinaties van voedingsstoffen en geen hele (herkenbare) voedingsmiddelen meer bevatten. Vanuit gezondheidsoptiek, maar zeker ook vanuit het verminderen van de gezondheidskosten, zou de consumptie van ultra-processed foods sterk vermindert moeten worden. Het aantal diabetes-II-patiënten neemt per week toe en het blijkt dat wanneer deze patiënten regelmatig, vers en niet-bewerkt voedsel eten, het medicijngebruik snel verminderd kan worden.

Het verhaal van de wereld voeden

Een veelgehoord argument voor het volhouden en zelfs nog verder vergroten van de topproductie in Nederland is dat de wereldbevolking groeit en al deze mensen gevoed moeten worden. Om de wereldbevolking te voeden, juist ook op langere termijn, is het echter belangrijk dat voedsel lokaal wordt geproduceerd, daar waar het wordt geconsumeerd. Nederland draagt maar zeer beperkt bij aan de wereldvoedselvoorziening, nog geen 1 procent (zie figuur 21). Alleen kaas (3,5 procent van de wereldproductie wordt door Nederland gemaakt) en uien (1,5 procent) springen eruit.

Er is een onevenwichtige verdeling van de voedselproductie. Minder intensieve landbouw in het Westen spaart het milieu en intensivering van de (zeer) extensieve landbouw in grote delen van de wereld – uiteraard binnen de milieugrenzen – levert netto veel meer voedsel op. Zelf meer voedsel produceren voor binnenlandse consumptie maakt de kleinschalige boeren en inwoners minder afhankelijk van kwetsbare aanvoerlijnen en prijsschommelingen op de wereldvoedselmarkt. Simpel gezegd, als ‘wij’ onze landbouw extensiveren en ‘zij’ hun landbouw intensiveren, beiden onder agro-ecologische condities, ontstaat er een gezond landbouwsysteem dat de bodem en het ecosysteem versterkt in plaats van uitput en voldoende kan produceren voor de stijgende vraag naar voedsel. Landen die nu geconfronteerd worden met voedseltekorten zijn meer gebaat bij kennis over goede agro-ecologische landbouwsystemen dan (te) goedkoop voedsel vanuit exporterende landen.

6.2 De rol van de consument en burger: keuze voor voedselkwaliteit, zorg om leefomgeving

Voedsel draagt bij aan de gezondheid van de mens, het welbevinden en de sociaal-culturele interactie. De laatste twee aspecten zijn in de loop der tijd steeds belangrijker geworden naarmate de economie groeide. Overal in de wereld zie je dat als de economie groeit en het besteedbaar inkomen omhoog gaat, ook de vleesconsumptie toeneemt. Nog verder in de ontwikkeling wordt ook het aandeel luxe consumptiegoederen steeds groter (hierboven ultra-processed foods genoemd). Hoewel de consument de vragende en betalende partij voor voedsel is, is deze consument tevens burger en heeft vanuit die optiek ook een mening over hoe zijn eetpatroon direct van invloed is op de productiemethode, op de biodiversiteit en het gebruik van het landschap. Hoewel dat landschap in private handen (van de boer) is, kunnen waarden van het landschap, biodiversiteit en beleving wel beschouwd worden als publiek goed. De burger, tevens consument, heeft dus een keuze, zeker in het rijke West-Europa waar het aanbod aan voedsel ruim genoeg is. In deze paragraaf gaan we dieper in op de drijfveren voor voedsel, zoals voedselveiligheid, -kwaliteit en het gebruik van bestrijdingsmiddelen.

Voedselveiligheid

In Nederland wordt voedsel gecontroleerd via de landbouwkwaliteitswet en door de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Dit garan-

deert dat je als consument geen voedsel koopt dat besmet is met ziekmakers of schadelijke stoffen en productvreemde materialen bevat. Maar goed en gezond voedsel houdt meer in dan 'vrij van schadelijke stoffen'. Het moet lekker zijn en goede inhoudsstoffen bevatten. De consument gaat ervan uit dat gezond voedsel leidt tot een betere gezondheid van de mens. Dit is een logische redenering en tot op zekere hoogte waar, maar doet geen recht aan de complexiteit van voeding en de menselijke gezondheid. Daar gaan we in hier niet verder op in, hoewel de toenemende belangstelling voor de relatie tussen voeding en gezondheid een goede ontwikkeling is. Wel kijken we naar de kwaliteit van biologische producten en het effect van bestrijdingsmiddelen en de zorg om inhoudsstoffen. Hier valt vanuit de wetenschap ook nog veel meer over te zeggen, maar we beperken ons tot een aantal maatschappelijke discussiepunten die samenhangen met het landbouwsysteem.

Biologisch voedsel

Eten uit de natuur is een heel oude gewoonte van onze voorouders en heeft momenteel in ons land de aandacht, en is in een relatief nieuw jasje gestoken. Er zijn voedselpaden, smulbossen, kookboeken met recepten over brandnetels, grote klis en paardenbloemblad. Deze trend appelleert aan de beleving van mensen dat eten uit de natuur lekkerder en gezonder is. 'Zoals de natuur het bedoeld heeft' is niet voor niets een reclameslogan. Is er een verschil in kwaliteit tussen voedsel rechtstreeks uit de natuur of geproduceerd door de landbouw en maakt het dan uit in welk landbouwsysteem?

De verkoop en consumptie van biologisch voedsel zit al jaren in de lift. De omzet van biologische producten was in 2017 in Nederland 1,5 miljard euro. Ons land blijft daarmee wel achter bij de buurlanden waar het aandeel biologisch hoger is. Steeds meer producten worden via de supermarkten verkocht en daar zit ook de groei. De motivatie van mensen om te kiezen voor een biologische wortel of aardappel is vooral de zorg om het klimaat en de biodiversiteit maar ook het idee dat deze producten gezonder en lekkerder zijn dan niet-biologisch geteelde groenten. Het spreekt mensen aan dat er geteeld wordt zonder kunstmest of synthetische bestrijdingsmiddelen, al worden er in de biologische landbouw ook zogenaamde 'natuurlijke middelen' gebruikt. Als het gaat om eieren, vlees en zuivel zijn ook een diervriendelijker productiewijze en geen gebruik van antibiotica redenen voor aankoop. In de media wordt nogal eens benadrukt dat biologisch voedsel niet gezonder zou zijn. Echter, alle wetenschappelijke artikelen als ook een uitgebreide literatuurstudie uit 2012 van 237 onderzoeken beschrij-

ven dat er eigenlijk te weinig gedegen onderzoek is verricht naar de gezondheidsaspecten om deze vraag te kunnen beantwoorden. Wel is er door de universiteit Maastricht en het Louis Bolk Instituut na tien jaar kinderen volgen die wel of geen biologische zuivel consumeerden een wetenschappelijk verband gelegd tussen het positieve effect van biologische zuivel op eczeem bij jonge kinderen – tot 30 procent minder eczeem. Gezondheidsonderzoek is echter heel complex en tijdrovend vanwege de hoeveelheid factoren die een rol spelen.

Maar als we in de praktijk kijken en de ons bekende inhoudsstoffen in biologisch voedsel vergelijken met niet-biologisch voedsel, komen hier positieve aanwijzingen uit. Zo bevatten biologische groenten en fruit gemiddeld meer bioactieve stoffen zoals antioxidanten en gemiddeld een hoger gehalte aan vitamine C en mineralen. Dat is niet onlogisch: planten die op een gezonde voedingsrijke bodem staan zonder chemische toevoegingen kunnen ook meer gezonde inhoudsstoffen opnemen. Daarnaast maken de planten deze stoffen zelf aan als afweer tegen ziekten en plagen of met een signaalfunctie. Inhoudsstoffen worden van belang geacht voor de gezondheid van mensen. Echter, veel meer factoren dan alleen het verschil in productiewijze (biologisch of gangbaar) hebben invloed op de samenstelling van voedselproducten. Denk bijvoorbeeld aan grondtype, klimatologische omstandigheden, gebruikt ras, mate van bemesting en oogsttijdstip.

Kiezen voor inhoud

Een plant kent grofweg twee soorten metabolisme. Het primaire metabolisme zorgt voor de fysieke groei van de plant en leidt tot hoge opbrengsten. Het secundaire metabolisme is actief onder ‘stressvolle omstandigheden’ en leidt tot de productie van secundaire metabolieten ter bescherming van de plant. Deze secundaire metabolieten vertegenwoordigen de kleur-, geur- en smaakstoffen, en zijn de plantinhoudsstoffen die vanuit gezondheidsperspectief (voeding) interessant zijn. Kort gezegd levert het primaire metabolisme kwantiteit op en het secundaire metabolisme kwaliteit. En niet alleen dat: de secundaire metabolieten vertegenwoordigen ook het natuurlijke afweersysteem van een plant. Gezien het overheersende controlemodel als landbouwsysteem in de afgelopen decennia met zijn focus op steeds hogere opbrengsten, is de aandacht vooral uitgegaan naar het primaire metabolisme. De selectie van rassen, de veredeling en het bemestingsbeleid van het landbouwsysteem waren hierop gericht. Het gevolg is dat inhoudsstoffen als basische kationen, zoals calcium en magnesium en vitaminen, sterk zijn

afgenomen de afgelopen tientallen jaren, zoals blijkt uit onderzoek in de US, UK en Zwitserland.

De uitdaging bestaat er nu in om de juiste rassen te selecteren, ondersteund door veredelings technieken, en om de juiste teeltomstandigheden te creëren zodat het secundaire metabolisme gestimuleerd wordt. Natuurinclusieve landbouw waarbij een gezonde bodem de basis is, de diversiteit centraal staat en een weerbare landbouw wordt nagestreefd, zal hierbij helpen.

Onbespoten groenten en fruit

Bestrijdingsmiddelen die gebruikt worden op groenten en fruit om gewassen te beschermen tegen ziekten, plagen en onkruid, komen via ons voedsel in heel kleine hoeveelheden ons lichaam binnen. Deze residuen van bestrijdingsmiddelen zijn vrijwel altijd onder de wettelijke norm en worden daarmee als ongevaarlijk voor onze gezondheid beschouwd. Het zogenoemde stapeleffect wordt hierbij echter buiten beschouwing gelaten. Er wordt alleen gekeken of individuele stoffen onder de wettelijke norm blijven, maar niet naar het effect van mengsels van bestrijdingsmiddelen of het dagelijkse consumptiepatroon. Inmiddels werkt het RIVM aan de ontwikkeling van een methode waarmee de risico's van gelijktijdige blootstelling aan meerdere gewasbeschermingsmiddelen meetbaar is. Van het langetermijneffect op de gezondheid is nu dus nog weinig bekend. Dit geldt ook voor het effect van gewasbeschermingsmiddelen op mensen die met de middelen (moeten) werken of op omwonenden van landbouwpercelen waar middelen gebruikt worden. Omdat er onder deze mensen zorgen over bestaan, zijn inmiddels meerdere onderzoeken gestart. Voor telers die met bestrijdingsmiddelen werken, kunnen gezondheidsklachten een reden zijn om over te stappen naar biologische landbouw.

Als je weet dat er in de Nederlandse landbouw nog steeds ruim tweehonderd verschillende bestrijdingsmiddelen zijn toegestaan, waarvan meer dan de helft erg giftig is voor het leven in de bodem, in het water en voor bijen, hommels en vogels, is het ook vanuit dat oogpunt erg belangrijk dat gezocht moet worden naar andere methoden van plaagbestrijding. In de biologische en de biologisch dynamische landbouw wordt gebruik gemaakt van biologische bestrijdingsmiddelen die vaak veel minder of niet giftig zijn en minder lang in de plant of bodem achterblijven. Bij de natuurinclusieve landbouw proberen we zodanig invulling te geven aan het landbouwsysteem vanuit de natuur/ecologie, dat het systeem weerbaar is en middelen alleen curatief en in het uiterste geval nodig zijn.

Genetische modificatie

Vanuit de doelstelling om gebruik te maken van natuurlijke processen is er in de natuurinclusieve landbouw ook geen ruimte voor technologieën als GMO en Crispr-Cas, die tot op heden nog niet hun maatschappelijk nut bewezen hebben en vooral ingezet worden voor commerciële doeleinden – wat logisch is omdat de toepassing nog duur is en dus terugverdiend moet worden. Er zijn nog ruim voldoende natuurlijke alternatieven voorhanden, zoals ook in dit boek weergegeven.

6.3 Transitie naar natuurinclusieve landbouw

Het kan dus anders. In dit boek hebben we voorbeelden gegeven van hoe de agrarisch ondernemer dat kan doen. We horen het de boeren vaak zeggen: we willen wel stappen zetten, maar er moet ook brood op de plank. Het is dus uitermate belangrijk om ook een passende beloning aan de ondernemer te geven, anders wordt natuurinclusieve landbouw niet grootschalig toegepast. Eerder hebben we al de vier samenhangende pijlers van natuurinclusieve landbouw beschreven. Deze pijlers vormen de basis, maar kunnen met verschillende niveaus van ambitie worden toegepast.

Voor de uitvoering van natuurinclusieve landbouw heeft het Louis Bolk Instituut samen met de Wageningen Universiteit het rapport *Maatregelen voor Natuurinclusieve Landbouw* geschreven, waarin ze verschillende ambitieniveaus beschrijven die gebruikt kunnen worden voor een geleidelijke invulling van natuurinclusieve landbouw, inclusief de wijze van beloning.

- 0** Bij het basisniveau wordt er alleen aan wettelijke verplichtingen voldaan. Daarnaast is er ruimte voor erfbeplanting voor biodiversiteit. In de bedrijfsvoering is dan nog geen sprake van natuurinclusiviteit.
- 1** Bij het eerste niveau wordt agrarisch natuurbeheer toegepast via subsidie-regelingen, of er worden maatregelen voor specifieke soorten genomen door bijvoorbeeld later te maaien of te maaien met nestbeschermers. Zo kan de biodiversiteit wel worden bevorderd, al is er nog steeds geen sprake van een structurele aanpassing van de bedrijfsvoering naar meer natuurinclusiviteit.
- 2** Op het tweede niveau wordt er door structurele aanpassing van de bedrijfsvoering beter gebruik gemaakt van functionele agrobiodiversiteit

in en boven de grond. Denk hierbij aan bijvoorbeeld plaagbestrijding en bodemvruchtbaarheid. Daarbij horen onder andere optimalisering van kringlopen op het bedrijf, meer ruimte voor het natuurlijk gedrag van dieren, als ook het beheer van landschapselementen als ondersteuning voor de functionele agrobiodiversiteit en maatregelen voor specifieke soorten.

- 3** Op het derde niveau is er sprake van een natuurinclusief bedrijf, waarin het conceptueel kader volledig wordt toegepast en het optimaal functioneert in en met de natuurlijke omgeving. Kringlopen zijn geoptimaliseerd en de geteelde gewassen en gehouden veerassen passen bij de kenmerken van de bodem en omgeving. Aanleg en onderhoud van landschapselementen en maatregelen voor specifieke soorten zijn integraal onderdeel van de bedrijfsvoering. Het bedrijf vormt één systeem met het omliggende landschap en met bedrijven in de buurt.

Een belangrijke randvoorwaarde voor de omschakeling is dus de betaalbaarheid van deze stappen door de boer. Dit is nog niet zo makkelijk realiseerbaar, maar er zijn kansen en mogelijkheden door het controlemodel te verlaten en de omslag te maken naar een landbouw in evenwicht met de omgeving en met een goed verdienmodel.

Mogelijkheden om natuurinclusieve landbouw te realiseren

Natuurinclusieve landbouw zet naast het economisch rendement en de productie van voedsel ook behoud van de kwaliteit van de publieke waarden centraal. Daarmee is het een langetermijnbenadering die veel minder gericht is op kortetermijngewin. Een algemeen uitgangspunt in dit boek is dat diversiteit goed is voor de (economische) weerbaarheid van het boerenbedrijf; een landbouw(economie) die gericht is op de kwaliteit van de productiemiddelen als bodem en biodiversiteit, met als resultante een bepaald niveau van productie – en niet andersom. Kernbegrippen zijn hierbij de eerlijke en echte prijs, nieuwe vormen van gemengde bedrijven, kortere ketens, diversiteit in producten, van bulkproducten na verwerking tot kwaliteitsproducten, belonen van maatschappelijke diensten en boeren met eigen bronnen. De mogelijkheden hiertoe laten we in deze paragraaf de revue passeren. Veel van deze mogelijkheden zijn nog in ontwikkeling en worden hopelijk in de nabije toekomst gerealiseerd. We zien dat boeren die nu beloond willen worden voor hun inspanning, kiezen voor een model met een korte keten naar de consument of zelfs een ‘consument-inclusief’ model, of voor boeren met eigen bronnen. We gaan hier verder op in en geven aan dat een groter plan nodig is om een omslag naar natuurinclusief te boeren te bereiken.

De eerlijke en echte prijs van voedsel

De afgelopen decennia is de prijs van voedsel (gecorrigeerd voor de inflatie) gedaald en besteden we in Nederland gemiddeld nog maar 10 procent van ons inkomen aan voedsel. De externe kosten die bijvoorbeeld gepaard gaan met vleesproductie, zoals kosten voor milieu, gezondheidsschade en natuur, zijn niet bij de prijs inbegrepen. De echte prijs van voedsel (*true costs*) is wat consumenten zouden moeten betalen wanneer deze maatschappelijke kosten in de prijs van het product verwerkt zouden zijn. Het is niet voor niets dat de prijs van biologische en biodynamische producten hoger liggen – daar worden deze kosten meegenomen in de prijs.

Nature & More, een initiatief van het internationale biologische fruitbedrijf EOSTA, is gestart met een systeem om de echte prijs van voedsel te berekenen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van rekenmodellen gebaseerd op internationale standaarden ten aanzien van bodemdegradatie, klimaatverandering, watervervuiling en gezondheidsschade. Nature & More berekent de verborgen maatschappelijke kosten (per hectare per jaar) en maakt een kostenvergelijking tussen gangbare en biologische landbouw. De verborgen kosten per hectare per jaar voor de gangbare landbouw blijken hoger te liggen, waardoor de echte prijs van gangbare producten vergelijkbaar wordt met die van biologische. De methodiek is nog in ontwikkeling. Als de maatschappelijke kosten per product in de consumentenprijs worden opgenomen, kan dat een verschuiving betekenen naar meer aankopen van duurzaam geproduceerd voedsel. Die producten worden door de ‘eerlijkere’ prijzen relatief goedkoper.

Adviesbureau CE Delft heeft deze ‘true costs’ berekend voor een kilo vlees, uitgesplitst naar een kilo kip, varken of rund. De echte prijs van vlees komt neer op de productiekosten plus alle maatschappelijke kosten, zoals klimaatverandering, milieuvervuiling en ontvangen subsidies. Hier zouden eigenlijk ook de gezondheidskosten in meegerekend moeten worden, maar die zijn niet bepaald. De analyse van CE Delft laat zien dat de prijs voor een kilo varken, kip of rund respectievelijk 53 procent, 26 procent en 40 procent hoger zou zijn als alle maatschappelijke kosten en baten zouden worden meegerekend. Dit zijn forse prijsstijgingen, maar ze zouden samen kunnen gaan met een generieke belastingvermindering, aangezien veel van de maatschappelijke kosten daar nu uit betaald worden. De totale maatschappelijke kosten in Nederland voor vlees zijn 4,5 miljard euro.

Belonen van maatschappelijke diensten

Er ontstaat steeds meer maatschappelijk en politiek draagvlak om de boer te ondersteunen of te belonen voor het uitvoeren van maatregelen en geleverde diensten ter versterking van biodiversiteit, natuur en klimaat. In het landelijke Deltaplan Biodiversiteitsherstel wordt een systeem met Kritische prestatie-indicatoren (KPI's) uitgedacht voor het belonen van deze maatregelen, zoals genoemd in de eerdere hoofdstukken. Het volgen van de vooruitgang in biodiversiteit is interessant voor de ecologen en biologen, maar het is ook een beleidsinstrument om de maatregelen en hun effectiviteit te monitoren en belonen. Zo kan de inzet van de boer voor bodem, natuur en landschap op een uniforme manier gemonitord en beloond worden. De beloning zal vanuit alle partijen uit de voedselketen en het maatschappelijk veld moeten komen, in de vorm van een gestapelde beloning; alle partijen nemen een deel van de kosten op zich wanneer een boer een maatregel toepast.

Neem bijvoorbeeld de maatregel om de bodemkwaliteit te verbeteren, waardoor de waterberging verbetert. Dit is interessant voor waterschappen omdat dat hun waterbeheer vereenvoudigt. Ook de daling van de stikstofemissie kan van belang zijn voor de terreinbeherende organisaties, omdat zij dan minder kosten maken voor het beheer van de eigen gebieden. Het vergroeningsbeleid van het GLB (Gemeenschappelijk Landbouw Beleid) kan ook op de KPI's gebaseerd



Figuur 22
Door gebruik te
maken van dezelfde
KPI systematiek is
het mogelijk om prestaties van de boer
door verschillende
partijen te belonen
en dus te stapelen
(bron LBI)

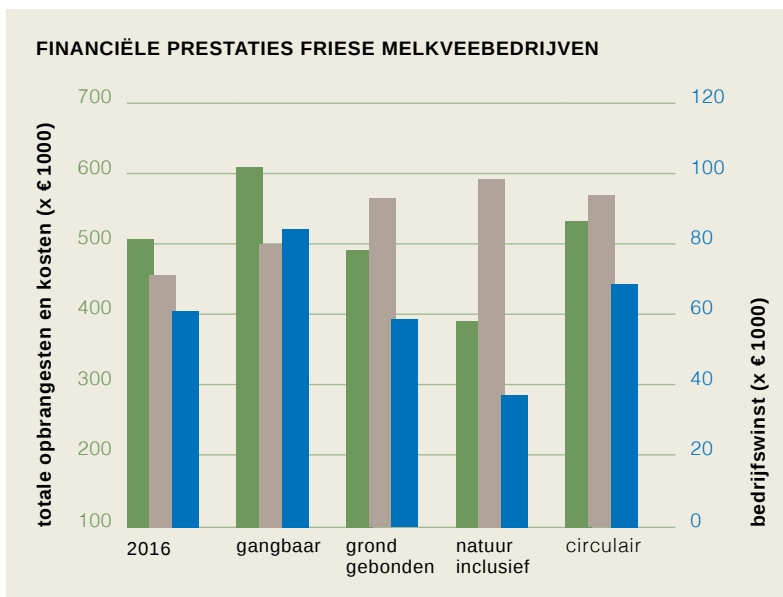
worden, omdat dit een middel is om eenduidig richting vergroening van de landbouw te gaan. Marktpartijen zoals de coöperaties kunnen hiermee aan hun leveranciers laten zien wat hun duurzaamheidsprestaties zijn en hoe ze daaraan werken. Ze kunnen zich onderscheiden van andere marktpartijen door bepaalde aspecten te benadrukken, die ze belonen, zoals nu met de weidemelk of met kaas gebeurt. Financiers zoals de Rabobank geven rentekorting als de boer aan bepaalde KPI-niveaus voldoet vanuit de groenfinancieringsregelingen. Voor de bank interessant, omdat deze bedrijven ook een lager (financieel) risico hebben. Denk ook aan de groene lening en variatie in pacht prijs door de provinciale overheid. Op die manier ontstaat een systeem van gestapelde beloning voor een landbouw die meer in evenwicht met de omgeving is.

Boeren met eigen bronnen

Er zijn meer dan honderd boeren die al meer dan twintig jaar werken volgens de principes van de natuurinclusieve kringlooplandbouw. Het belangrijkste principe is dat deze boeren heel bewust omgaan met hun eigen bronnen: bodem, voer, dieren, biodiversiteit, landschap en geld. Uit een studie van het Louis Bolk Instituut en Boerenverstand blijkt dat slechts 15 procent van de boerenbedrijven kringlooplandbouw doorvoert, ieder op een eigen manier. Hiervan is 5 procent echt een kringloopboer die zuinig is op al zijn bronnen. De overgrote meerderheid van de boeren wordt nog altijd gestimuleerd zich steeds verder te specialiseren en vooral ook meer te investeren, en dus het pad te volgen dat aan het begin van dit hoofdstuk is beschreven. De wet- en regelgeving sluit ook nog altijd naadloos aan bij dit controlemodel. Het zoveel mogelijk benutten van eigen bronnen leidt in veel gevallen tot vermindering van de productie, omdat er dan afgezien moet worden van externe bronnen zoals kunstmest en krachtvoer. Voor niet-grondgebonden sectoren, zoals de varkens- en pluimveehouderijen, heeft dat heel grote invloed. Kringlooplandbouw zal het gebruik van reststromen uit de voedingsindustrie of uit de voedselketen stimuleren, maar die stromen zijn lang niet groot genoeg om de huidige veestapel in Nederland te voeden. Voortzetting van niet-grondgebonden sectoren op de huidige wijze staat daarmee haaks op het principe van kringlooplandbouw.

Natuurinclusieve landbouw kan lonen; een voorbeeld

Kringloop- of natuurinclusieve veehouders waken over de kwaliteit van hun bodem, werken aan een hoge kwaliteit mest, fokken en selecteren andere koeien, maken hun eigen rantsoenberekeningen,



Figuur 23
Financiële
prestaties van
melkveebedrijven
in het Friese
veenweidegebied
(bron WUR)

■ totaal opbrengst
■ totaal kosten
■ bedrijfswinst

passen het goedkoop voer vanuit de omliggende natuur in en kopen veel minder en vaak veel laagwaardiger voer aan. Dat maakt ze economisch ook nog eens een stuk robuuster. Zo heeft de Wageningen Universiteit de rendabiliteit van minder intensieve melkveebedrijven in het Friese veenweidegebied berekend. Als melkveehouders hun koeien voeren met gras van eigen land en weinig krachtvoer gebruiken, hebben ze lagere kosten waardoor ze, ondanks een lagere melkproductie, netto meer verdienen. Zij halveren daarmee niet alleen de melkproductie, maar ook de stikstofuitstoot en de broeikasgasemissies, terwijl de agrobiodiversiteit wordt bevorderd en er een mogelijkheid is voor landschapsherstel.

Dat een bedrijfsstrategie om extensiever en met minder externe bronnen te werken kan lonen, tonen ook andere onderzoeken aan. Uit een analyse van Wageningen Economic Research in *Agrimatie* (september 2019) blijkt dat de 25 procent duurzaamste bedrijven een lagere kostprijs, een significant lagere kritieke melkprijs, lagere voerkosten en een hoger inkomen per onbetaalde arbeidsjaareenheid hebben in vergelijking met de overige bedrijven. De bedrijven realiseren wel een iets lagere melkproductie per arbeidsuur maar dit verschil is niet significant. Per hectare is de productie 14.800 liter per jaar. De langlopende schulden per kilo melk zijn significant lager bij de duurzaamste bedrijven. Er zijn kleine verschillen in de structuur en intensiteit van de melkveebedrijven. Zo hebben de 25 procent duurzaamste bedrijven negen melkkoeien minder en zijn ze qua are-

aal 3 hectare groter en daardoor 13 procent extensiever. Dit laatste kengetal is significant verschillend.

Deze resultaten zijn in lijn met de bevindingen van het rapport *Kringlooplandbouw in de praktijk*. Aanbevelingen voor beleid' van het Louis Bolk Instituut, die aangeven dat de 5 procent echte kringloopboeren bewust omgaat met de eigen bronnen en daardoor ook een betere marge en milieuprestatie realiseren. Ook door Flynth, een advies- en accountancykantoor voor de agrarische sector, is geconstateerd dat het saldo bij een productie van 14.000 liter melk per hectare vergelijkbaar of zelfs hoger is dan bij bedrijven met een melkproductie van 23.000 liter melk per hectare. Dergelijke onderzoeken tonen aan dat er mogelijkheden zijn voor ondernemers om financieel goed te presteren en tegelijkertijd goede prestaties te halen op gebied van klimaat, diergezondheid, milieu, biodiversiteit en weidengang. Wanneer de maatschappelijke kosten in de berekeningen zouden worden meegenomen, dan zou de marge voor de extensievere bedrijven waarschijnlijk nog hoger uitvallen.

Het grote plan

Het grote plan ontbreekt nog om gecoördineerd met voldoende middelen de afhankelijkheid die we met z'n allen hebben gecreëerd, te doorbreken. Landbouwminister Schouten heeft in 2018 een eerste stap gezet met haar visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden, die voor iedereen het signaal gaf: het moet anders. Sindsdien is een zoektocht gaande hoe dat moet. Er is een Bijenstrategie waar vele partijen samenwerken. Er is een Bodemstrategie die als doel heeft dat in 2030 alle landbouwbodems duurzaam beheerd worden. Er loopt een groot initiatief voor de verbetering van de biodiversiteit: het Deltaplan Biodiversiteitsherstel. En zo zijn er nog vele initiatieven gaande.

Landbouw is in principe een ingreep door de mens in de natuur om voedsel te produceren. Hoe meer mensen, des te groter de voedselproductie en dus ingreep in de natuur. Laten we in ieder geval duidelijkheid geven over de publieke waarden waarbinnen de landbouw mogelijk is. Boeren hebben behoefte aan heldere en voor de lange termijn vaste en consistente wet- en regelgeving, zodat duidelijk is binnen welke integrale kaders zij op de lange termijn kunnen werken. Die kaders moeten zijn geënt op het behoud of bereiken van kwaliteit van onze publieke waarden: lucht, bodem, water, landschap, natuur en daaraan mogen we ook dierenwelzijn en gezond voedsel toevoegen. Vanuit deze publieke waarden formuleert de

overheid doelen, regionaal gedifferentieerd, waarbinnen de boer op een eigen manier kan boeren. Zolang de boer binnen de kaders blijft, kan hij onbelemmerd iedere markt op, zelfs de wereldmarkt. Dit is een omwenteling naar een doelenbeleid in plaats van voor te schrijven wat wel en niet mag. Hier hoort wel strikte handhaving bij met forse sancties, anders kan zo'n beleid met veel vrijheid niet werken. Wanneer we in staat zijn zo de wet- en regelgeving te ontwikkelen, dan hebben boeren voor de lange termijn duidelijkheid en kansen om met respect voor natuur en maatschappij op een houdbare manier te produceren.

Op het eiland Schiermonnikoog hebben de zeven melkveehouders het initiatief genomen om de melkproductie te verminderen om zo de biodiversiteit te vergroten en meer in balans met de natuur te boeren. Het eiland verkreeg in 1989 als eerste het predicaat Nationaal Park en is onderdeel van het netwerk van Nationale Parken in Europa. De melkproductie is in de loop der jaren gegroeid waardoor ook de ammoniakemissies en daardoor de stikstofbelasting op de natuur zijn toegenomen. Voor het behoud van de natuur en de verplichting hiertoe binnen de Habitatrictlijn, zal de stikstofdepositie verminderd moeten worden. De zeven boeren willen tot een ander type melkveehouderij komen, passend bij de karakteristieken van Schiermonnikoog (eiland, natuur, toerisme), met minder uitstoot van stikstof én uiteraard met een solide verdienmodel. Ontwikkeling van een eilander product (in eerste instantie kaas) met een zuivelhoeve op het eiland voor de verwerking van de melk tot kaas en andere zuivelproducten biedt het beste perspectief. De melkveehouders hebben besloten om de melkproductie te verminderen tot 3 miljoen liter en het aantal stuks melkkoeien terug te brengen van 650 naar 420. Vervolgens is een zoektocht gestart hoe dit kan binnen de huidige wet- en regelgeving, met voldoende economisch rendement en houdbaar voor de lange termijn. Het eilander initiatief biedt de mogelijkheid om de kwaliteit van de natuur en de biodiversiteit te versterken, zowel in de duinen en kwelders als in de polder. Door de organische reststromen uit de natuurgebieden en van de gemeente in de landbouw toe te passen en door overgangen te maken tussen de landbouw en natuur, gaan duingebied, kwelder en polder elkaar versterken. Deze ontwikkeling is wel een voorbeeld van de tijd die een omschakeling kost. Men is in 2013 begonnen en in 2019 is het doel nog niet gerealiseerd. Het is een proces waarbij het belangrijk is dat alle partijen zich realiseren dat verandering alleen samen tot stand gebracht kan worden.

Wat bij alle partijen rond de boer uiteindelijk nodig is, is een verandering van mindset: De natuur is onze kennis- en inspiratiebron, we mogen ons er meer van bewust zijn, ons verwonderen, hoe knap de natuur in elkaar zit. In plaats van handelen gericht op efficiency en productiewinst zou iedereen gericht moeten zijn op boeren met natuur, in balans zijn en werken binnen een voedselproductiesysteem dat over honderd jaar nog steeds kan bestaan. Deze manier van denken en handelen zullen we veel meer moeten integreren in het onderwijs, in de kennis en technologieontwikkeling, bij het maken van beleid, bij de toeleverende bedrijven, de afnemers, de adviseurs, de loonwerkers, de banken, de voedselabrikanten en natuurlijk ook bij de boeren zelf. Een proces dat jaren gaat duren maar de investering zeker waard is en waar iedereen straks voordeel bij heeft.



EPILOOG

INSPIRATIE

UIT DE

PRAKTIJK

Er gebeurt al veel in het land en dat levert goede voorbeelden op, van kleine tot grote natuurinclusieve stappen. Vele boeren zijn ermee bezig, in de praktijk of ze stellen zich in ieder geval de vraag: ‘Waar kan ik alvast mee beginnen?’ Er zal immers geen boer zijn die niet om het plezier van het buitenleven en de natuur aan dit vak is begonnen. De boer *kán* niet zonder natuur en uiteindelijk, durven wij te stellen, *wíl* niet zonder natuur. We laten tot slot enkele inspirerende voorbeelden zien van boeren én consumenten die alvast begonnen zijn.

Veel boeren die meer natuurinclusief willen werken, zijn gebaat bij inzage in kengetallen en bedrijfsmodellen. Daar speelt WINK (Waardevolle Informatie Natuurgedreven Kwaliteit), dat door een brede coalitie van onderzoekers en praktijkmensen is opgezet, op in. Een toekomstige database met cijfers en ervaringen kan ondernemers inspireren en ook helpen bij het realiseren van natuurinclusieve landbouw.

Inspiratiebronnen

Van oudsher werkt de biologisch-dynamische landbouw vanuit de natuurinclusieve gedachte. De BD-vereniging omschrijft het zelf als volgt: ‘Landbouw bedrijven is een samenspel aangaan met de

processen die zich in de natuur voltrekken, zoals die van de seizoenen, van het weer, van groei en bloei van de planten, van geboorte, opgroeien en sterven van de dieren, van de processen in de bodem. In de biologisch-dynamische landbouw is het een uitdaging om dit samenspel te mogen cultiveren, verzorgen.’

Ook al wat langer bestaat de zogenaamde Community Supported Agriculture (CSA), waarin consumenten deelnemers worden van de boerderij. Zij delen mee in de oogst (en daarmee in de risico’s) en betalen een vast bedrag per maand of jaar. Een aantal boeren dat bewust bezig is met duurzaam boeren in samenspraak met de maatschappij en in samenwerking met de natuur, heeft zich verenigd in de Toekomstboeren. Een recent voorbeeld van een landbouwmodel geënt op de CSA-gedachte, is de Herenboeren. Dat zijn kleinschalige coöperaties bestaande uit circa tweehonderd huishoudens die gezamenlijk eigenaar zijn van een gemengd bedrijf dat geleid wordt door een boer of tuinder. Het is een mooi voorbeeld waarbij consumenten een actieve rol in de voedselproductie op zich nemen. Niet door zelf te telen, maar door zich verantwoordelijk te voelen voor de wijze waarop de productie tot stand komt.

Bepaalde samenwerkingsverbanden werken niet ieder voor zich, maar maken zich samen sterk voor een ander voedselsysteem binnen de Federatie van agro-ecologische boerenorganisaties en binnen de stichting Netwerk Natuurinclusieve Landbouw. Hun gemeenschappelijk doel is landbouw bedrijven op een manier waarbij ecologische en maatschappelijke waarden even belangrijk zijn als economische waarden. En zo zijn er veel meer samenwerkingsverbanden die we hier niet allemaal kunnen noemen, maar die bijdragen aan een natuurinclusief voedselsysteem en daarmee de nodige prikkels geven om de omslag voor meer boeren mogelijk te maken.

Akkerbouwbedrijven J.S. Jukema en Mts. G. & P. Jukema in Oosterbierum

De familie Jukema heeft als doel de bodem gezond(er) te maken. ‘Op een gezonde bodem kan een gezonder gewas groeien dat weerbaarder is tegen ziekten en plagen. Door een gezonder gewas te oogsten – waarbij we hopen dat de voedingswaarden van de geoogste gewassen hoger worden – blijven we, als consument, ook langer gezond. Dat draagt weer bij aan lagere zorgkosten. Dat willen we bereiken door de bodem zoveel mogelijk bedekt te houden, braakligging te voorkomen en gewassen te planten die elkaar versterken. Dit is positief voor de bodemvruchtbaarheid en het bodemleven. Bovendien krijgen ongewenste planten minder kans om te groeien. In de

winter laten we bijvoorbeeld groenbemesters, rogge en wintertarwe groeien. Deze groenbemesters werken we vervolgens zo laat mogelijk onder. Ook zijn we gestart met mengteelten waarin vlinderbloemigen zitten, zodat die “gratis” stikstof kunnen geven aan het gewas. Verder geven we gevarieerde voeding aan onze gewassen in de vorm van ruige mest/compost en bokashi. We werken met een minimale inzet van kunstmest en chemie. Deze werkwijze hanteren we voor het overgrote deel van onze arealen. Daarnaast hebben we bij elk van de Jukemabedrijven een perceel bebouwd in de vorm van permacultuur. Dit is een permanente cultuur met zoveel mogelijk meerjarige gewassen zodat de grond weinig bewerkingen nodig heeft. We telen hier in stroken walnoten, hazelnoten, groene asperge, rabarber en artisjokken. Er lopen ook nog kippen rond, ze bemesten de grond, leggen eieren voor ons en wieden het eventuele onkruid. Tussen de genoemde stroken telen we stroken met een breedte van circa 15 meter met akkerbouwgewassen. Ons streven is om de gewassen die we hier telen zo lokaal mogelijk te verkopen, met ons verhaal erbij zodat mensen weten wat ze kopen en wat ze eten.’

Melkveehouderij De Groote Voort in Lunteren

Jan Dirk en Irene van der Voort houden Jerseykoeien en maken Remekerkaas. ‘We werken zonder krachtvoer, wel kopen we granen uit de omgeving die we ruilen tegen stalmest. Ploegen doen we niet meer. Bij De Groote Voort horen zestien weilanden, in totaal ruim 50 hectare. De bodem is de basis, het eerste levende organisme op het bedrijf. En dát koesteren wij met hart en ziel. De bodem is oud en dwingt respect af. Tegelijk zijn wij er verantwoordelijk voor. Als wij investeren in de bodem, door gefermenteerde stalmest te gebruiken in plaats van kunstmest, dan bloeit het bodemleven op (wormen, schimmels en bacteriën) en kunnen we in overvloed oogsten. In de weilanden groeien gras, klaver en kruiden. Klaver is de basis van de biologische landbouw. Omdat ze op een natuurlijke manier stikstof bindt uit de lucht, is kunstmest overbodig en groeit het gras goed. Een diversiteit aan kruiden is belangrijk voor de mineralenvoorziening van de dieren. Tevens zijn deze kruiden de natuurlijke “medicijnen” voor de koeien, die precies weten welke ze het beste kunnen eten en wanneer. Onze dieren gaan vroeg naar buiten en kunnen zich het grootste deel van het seizoen voor 100 procent met vers gras voeden. De beweide percelen krijgen alleen 8,3 ton stalmest (in de winter), verder bestaat de bemesting uit wat de dieren zelf brengen. We willen graag al het voer zelf telen, dus ook de granen. Daarvoor zijn we op zoek naar betaalbare grond in de directe omgeving.’

Wim Stegeman, akkerbouwer in Lelystad en deelnemer

Stichting Veldleeuwerik

‘Op ons akkerbouwbedrijf, dat in omschakeling is naar biodynamische landbouw, passen we een vorm van conserverende landbouw toe. De gedachte is dat als wij goed zijn voor de bodem, de bodem goed zal zijn voor ons. Dit doen we door de bodem zo min mogelijk te verstoren en het bodemleven zo gevarieerd mogelijk te voeden. Concreet betekent dit dat we niet meer ploegen of spitten, dat we de bodem zo lang mogelijk met organisch materiaal bedekt houden en zoveel mogelijk variëren in de teelt van gewassen. Daarin onderscheiden we hoofdgewassen, die we telen voor het product en waarmee we onze boterham verdienen, en tussengewassen (groenbemesters) die we telen als voedsel voor de bodem. We noemen ze bodemgewassen.’

Wim van den Hengel, melkveehouder in Achterveld

Hij composteert zelf gewasresten, bermmaaisel en drijfmest: ‘Door korter te composteren komen er meer energierijke koolstofverbindingen op het land en dat is een betere meststof voor de bodem. Het klimaat zou wel varen bij een beleid dat meer gericht is op koolstof in de bodem. Wat mij betreft moet elke boer zijn eigen reststromen verwerken. Door kort te composteren laat ik de rest van het werk door de wormen op het land doen. Het bodemleven heeft de extra energie uit kort gecomposteerde reststromen nodig om het gewas beter te laten groeien. Mooiere compost krijg je door mest en plantaardig materiaal te mengen. Verder voeg ik steenmeel toe om de minerale afvoer met producten te compenseren. Afval fermenteren biedt ook mogelijkheden, het wordt minder warm en geeft het bodemleven meer voeding. De boer moet de compost “lekker” maken voor de bodem. En de overheid zou meer moeten kijken naar de Ladder van Lansink: die stelt storten, verbranden en energie maken van afvalstromen op een hoger milieubelastingsniveau dan recycling en hergebruik.’

BRONNEN EN LITERATUUR

- Altieri M.A. 2009. *Agroecology, small farms and food sovereignty*. Mon Rev 121, 61.
- Altieri M.A. 'The ecological role of biodiversity in agroecosystems'. In: *Agriculture, Ecosystems and Environment*, nr. 74, 1999, p. 19-31.
- 'Begrenzing van het Natuurnetwerk en de Natura 2000-gebieden'. In: *Indicator*, nr. 4, september 2018, CLO.
- Bemesting & bodemkwaliteit. Factsheet, Vogelbescherming Nederland.
- Benbrook, C. 2009. *The Impacts of Yield on Nutritional Quality: Lessons from Organic Farming*. The Organic Centre.
- Bodemsignalen - Praktijkgids voor een vruchtbare bodem. Roodbont Publishers, Zutphen, 2016.
- Bokhorst, J. 2013. *Bodem onder het landschap – Ontdek het fundament van natuur en boerenland*. Roodbont Publishers, Zutphen.
- Bokhorst, J. 2016. *Bodemvruchtbaarheid in Nederland. Goed bodembeheer per bodemtype*. www.goedbodembeheer.nl
- Bruyn, S. de, G. Warringa, I. Odegard. 2018. *De echte prijs van vlees*. Rapport 18.7N81.009, Natuur & Milieu.
- Cuijpers, C., G.J. van der Burgt, W. Voogt, A. van Winkel. 2005. *Bodemvruchtbaarheid, bemestingsstrategie voor vruchtbare en levende bodem*. Rapport LB16, Biokennis.
- Doran, J.W., M.R. Zeiss. 2000. *Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality*. *Applied Soil Ecology* 15 (1): 3-11.
- Eekeren, N. van. 'Optimaal landgebruik voor bodemkwaliteit: 60% blijvend grasland en 20% grasklaver in rotatie met 20% snijmais'. In: *V-focus*, december 2016, p. 34-35.
- Eekeren, N.J.M. van, J.G. Bokhorst, J.G.C. Deru, J. de Wit. 2014. *Regenwormen op het melkveebedrijf: Handreiking voor herkennen, benutten en managen*. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Eekeren, N.J.M. van, J.G.C. Deru, H. de Boer, B. Philipsen. 2011. *Terug naar de graswortel: Een betere nutriëntenbenutting door een intensievere en diepere beworteling*. Rapport 2011-023 LbD, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Eekeren, N. van, J. Deru, N. Hoekstra en J. de Wit. 2018. *Carbon Valley. Organische stofmanagement op melkveebedrijven. Ruwvoerproductie, waterregulatie, klimaat en biodiversiteit*. Rapport 2018-002 LbD, Louis Bolk Instituut, Bunnik.
- Eekeren, N. van, S. van de Goor, J. de Wit, A. Evers, M. de Haan. 'Inkomen 7.000 euro hoger bij betere bodemkwaliteit'. In: *V-focus*, december 2016, p. 36-37.
- Eekeren, N. van, E. Heeres, F. Smeding. 2003. *Leven onder de graszode. Discussiestuk over het beoordelen en beïnvloeden van bodemleven in de biologische melkveehouderij*. Rapport LV 52, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Eekeren, N. van, G. Iepema, B. Domhof. 2019. *Goud van oud grasland. Bodemkwaliteit onder jong en oud grasland op klei*. Publicatie 2016-011 LbD, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Eekeren, N. van, F. Verhoeven, J.W. Erisman. 2015. *Verkenning Kritische Prestatie Indicatoren voor stimulering van een biodiverse melkveehouderij*. Rapport 2015-046 LbD, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Erisman, J.W., N.J.M. van Eekeren, W.J.M. Cuijpers, J. de Wit. 2016. *Biodiversiteit als basis voor het agrarische bedrijf*. Brochure 2016-001 LbD, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Erisman, J.W., N.J.M. van Eekeren, A. van Doorn, W. Geertsema, N. Polman. 2017.

- Maatregelen Natuurinclusieve landbouw. Rapport 2017-024 LbD, Louis Bolk Instituut, Driebergen. Ook: Rapport 2821, Wageningen Environmental Research.
- Erismán, J.W., N. van Eekeren, J. de Wit, C. Koopmans, W. Cuijpers, N. Oerlemans, B. Koks. 2016. *Agriculture and biodiversity: a better balance benefits both*, AIMS Agriculture and Food, 1(2): 157-174 doi: 10.3934/agrfood.2016.2.157.
- Erismán, J.W., F.P.M. Verhoeven. 2019. *Kringlooplandbouw in de praktijk: Analyse en aanbevelingen voor beleid*. Rapport 2019-013 LbP, Louis Bolk Instituut, Bunnik.
- Faber, J.H., A. van der Hout. 2009. *Introductie van regenwormen ter verbetering van bodemkwaliteit*. Rapport 1905, Alterra, Wageningen.
- Fowler, C., P. Mooney. 1990. *Shattering: Food, Politics and the Loss of Genetic Diversity*. University of Arizona Press, Tucson, AZ.
- Frison, E.A. 2016. *From Uniformity to Diversity*. Rapport IPES FOOD.
- Geerts, R., H. Korevaar, A. Timmerman. 2014. *Kruidenrijk grasland, meerwaarde voor vee, bedrijf en weidevogel*. Wageningen UR.
- Geiger F., J. Bengtsson, F. Berendse, W.W. Weisser, M. Emmerson, M.B. Morales, P. Ceryngier, J. Liira, T. Tschardtke, C. Winqvist, S. Eggers, R. Bommarco, T. Pärt, V. Bretagnolle, M. Plantegenest, L.W. Clement, C. Dennis, J.J. Palmer, C. Oñate, I. Guerrero, V. Hawro, T. Aavik, C. Thies, A. Flohre, S. Hünke, C. Fischer, P.W. Goedhart, P. Inchausti. 2010. *Persistent negative effects of pesticides and biological control potential on European farmland*. Basic and Applied Ecology 11: 97-105.
- Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services. 2019. IPBES rapport.
- Halweill, B. 2007. *Still No Free Lunch: Nutrient levels in the U.S. food supply eroded by pursuit of high yields*. The Organic Centre.
- Heerdt, G. ter. 2010. *Natuurvriendelijk onderhoud en ecologische kwaliteit. Literatuuronderzoek naar het effect van natuurvriendelijk onderhoud op de ecologische kwaliteit, de ideale frequentie van maaien en schonen, het nut van het afvoeren van maaisel, de beste manier van baggeren, en de beste onderhoudsmachines*. In opdracht van Waternet, Amsterdam.
- Hilhorst, G., M. Plomp (Wageningen Livestock Research), Resultaten KringloopWijzers 2013 t/m 2016. Resultaten stikstofmetingen 2014 t/m 2016. Vruchtbare kringloop Achterhoek/Liemers.
- Hin, K.J., J.P. Wagenaar, A. van der Zijpp, W.J. van der Weijden. 2013. *Kip: het meest complexe stukje vlees. Marktmechanismen, ketenrelaties en integrale duurzaamheid*. www.ridlv.nl, 34 pagina's.
- Howard, A. *An Agricultural Testament*. Albatross Publishers, 2018.
- Iepema, G., T. Baars. 2005. *Afgewenteld grondgebruik op melkveebedrijven: externe hectares*. Bioveem-rapport 10. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Janmaat, L. 'Wat is beter: compost of bokashi?' In: *Ekoland*, juni 2017, p. 30-31.
- Jansma, A., J. de Wit. 'Voedsel voor weidevogels'. In: *V-focus*, oktober 2016, p. 30-32.
- Jong, J.J. de, J. Bloem, S.P.J. v. Delft, P.W.F.M. Hommel, A. Oosterbaan, R.W. de Waal. 2015. *Ecologie van bosbodems. Een verkennende*

- studie naar ecologisch functioneren van bosbodems op zandgronden. Rapport BO-11-019.01-019, Alterra, Wageningen.
- Kallenbach C., A.S. Grandy. 2011. *Controls over soil microbial biomass responses to carbon amendments in agricultural systems: a meta-analysis*. Agric. Ecosyst. Environ. 144: 241–52.
- Koopmans, C.J., J.W. Erisman, M. Zanen, B. Luske. 2017. *Biodiverse akkerbouw. Verkenning van indicatoren voor agrobiodiversiteit in de akkerbouw*. Rapport 2017-023 LbP, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Koopmans, C.J., F.W. Smeding, M. Rutgers, J. Bloem, N. van Eekeren. 2006. *Biodiversiteit en bodembeheer in de landbouw*. Louis Bolk Instituut, RIVM, Alterra, rapport nr. LB14.
- Koopmans, C.J., A. Zwijnenburg. 2015. *Reststromen veilig en duurzaam inzetten in de akkerbouw*. Rapport 2015-003 LbP, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Kragten, S. 2009. *Breeding birds on organic and conventional arable farms*. PhD thesis, Leiden University, The Netherlands.
- Kuiters, A.T., M.J.J. La Haye, G.J.D.M. Müskens, R.J.M. van Kats. 2010. *Perspectieven voor een duurzame bescherming van de hamster in Nederland*. Rapport 2022, Alterra, Wageningen.
- La Haye, M., T. Bakker, B. van Noorden. 2006. *Het gaat goed met de korenwolf*.
- Lin, B.L. 'Resilience in Agriculture through Crop Diversification: Adaptive Management for Environmental Change'. In: *BioScience* 61, maart 2011.
- Luske, B., N. van Eekeren, M. Vonk, E. Anssems. 2014. *Voederbomen in de landbouw: Meer waarde per hectare door multifunctioneel landgebruik*. Brochure 2014-029 LbD, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Luske, B., L. Janmaat. 2015. *Bijen op het landbouwbedrijf: Werken aan een bijvriendelijker platteland*. Brochure 2015-025 LbD, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Luske, B., L. Janmaat. 'Met bomen meer bijen: Bomen en struiken terug op het landbouwbedrijf'. In: *Ekoland*, oktober 2016, p. 20-21.
- Manhoudt, A. 2017. *Koeien en kruiden*. Dairy Campus, 18 september. www.dairycampus.nl/nl/Home/show/Koeien-en-kruiden.htm
- Noort, P.C. van den, 1987. *Land consolidation in the Netherlands*. Land Use Policy, 4, 1, p. 11-13.
- Onrust, J. 2017. *Boeren, wormen en vogels*. PhD thesis, Rijksuniversiteit Groningen.
- Oosterveld, E.B., L.W. Bruinzeel, E. Wymenga. 2014. *Ecologie van weidevogels: Kennisbundeling voor bescherming en beheer*. A&W-rapport 1831.
- Pijlman MSc, J., G. Monteny, J. de Wit. 2018. *Strooiselstalsystemen: ammoniak en andere emissies, dierwelzijn en mestkwaliteit*. Rapport 2018-027 LbD, Louis Bolk Instituut, Bunnik.
- Prins, U., J. de Wit. 'Intercropping cereals and grain legumes: a farmer's perspective'. In: *Joint Organic Congress*, 30-31 mei 2006. Odense, Denmark.
- Reijs, J. 'Betere economische prestaties bij duurzame bedrijfsvoering'. In: *Agrimatie*, 5 september 2019. Wageningen University & Research.
- Rietberg, P.I., B. Luske, A. Visser, P. Kuikman. 2013. *Handleiding goed koolstofbeheer*. Louis Bolk Instituut, Driebergen.

- Roodbergen, M., R.C. van Apeldoorn, J.H.J. Schaminee, R. Haveman. 'Waar graaft de Korenwolf?' In: *De Levende Natuur*, 2001, jrg. 102, nr. 1, p. 13-18.
- Ruyter, P. de, J. van Rijen, J. Schouwenaars, T. Vogelzang. 'Anders boeren in een weerbaar en volhoudbaar Fries laagveenlandschap'. In: *De Levende Natuur*, 2019, jrg. 120, nr. 4, p. 149-152.
- Schilthuis, W. 1994. *Anders omgaan met de aarde, biodynamische landbouw voor nu en later*. Christoffor, Zeist.
- Schoonhoven, L. e.a. 2015. *Niet zonder elkaar, bloemen en insecten*. Uitgeverij Natuurmedia, Amsterdam.
- Schouten, C. 2018. *Landbouw, natuur en voedsel: waardevol en verbonden. Nederland als koploper in de kringlandbouw*. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.
- Slobbe, R., A. Monteny, F. Wijnands. 2011. *Perspectief op duurzaamheid – De biologische landbouw bekeken*. Wageningen University & Research.
- Slobbe, R., M. Onwezen. 2009. *Innovatief van nature? Impact van kennis uit de biologische sector*. Rapport 2009-087, LEI Wageningen UR, Wageningen.
- Striwerda, R., *Koeien in de weiden van de lage landen*. 2011. Just Publishers.
- Swaay, C.A.M. van, G.I. Bos-Groenendijk, R. van Grunsven, J.R. van Deijk, J. Kok, K. Huskens, M.J.M. Poot. 2019. 'Vlinders en libellen geteld'. In: *Jaarverslag 2018*, Rapport VS 2019.002, De Vlinderstichting, Wageningen.
- Tscharntke, T. et al. 2012. *Landscape moderation of biodiversity patterns and processes – eight hypotheses*. Biol. Rev. (2012), 87: 661–685. Doi: 10.1111/j.1469-185X.2011.00216.x
- Tscharntke, T., R. Brandl. 2004. *Plant-insect interactions in fragmented landscapes*. Rev. Entomol. 2004. 49:405–30. Doi: 10.1146/annurev.ento.49.061802.123339.
- Turnhout, C. van, W-B. Loos, R.P.B. Foppen, M.J.S.M. Reijnen. 2006. *Hotspots van biodiversiteit in Nederland op basis van broedvogelgegevens*. Alterra, Wageningen en Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- Vellinga, T., N. van Eekeren. 'Effect verandering landgebruik op emissies broeikasgassen'. In: *V-focus*, 14, nr. 2, 2017, p. 38-39.
- Verwer, C., L. Daniels, A. Antonis, R. Ferwerda-van Zonneveld. 2018. *Verkenning kalf bij de koe*. Brochure, Louis Bolk Instituut, Bunnik en WUR, Wageningen.
- Verwer, C., G. Smolders, L. van de Vijver, N. van Eekeren, M. Hospers, A. van der Marel. 'Antibiotica in grond en water. Via plant weer in mens en dier'. In: *V-focus*, februari 2013, p. 34-35.
- Visser, A., P. Leendertse, E. van der Wal, E. Hoftijser. 2015. *Opstellen van een risicolijst van bestrijdingsmiddelen*. Rapport op verzoek van Stichting Natuur & Milieu, uitgevoerd door CLM.
- Visser, T., D. Melman, R. Buij, A. Schotman. 2017. *Greppel plas-dras voor weidevogels – Beteekenis als habitatonderdeel voor weidevogelkuikens*. Rapport 2845, Wageningen Environmental Research.
- Vogelenzang, T., H. Prins. 2018. *Doorrekening bedrijfsmodellen voor het Lage Midden*. Den Haag. Wageningen Economic Research.
- Wagenaar, J., J. de Wit, A.J.T.M. Hospers-Brands, W.J.M. Cuijpers, N.J.M. van Ee-

ren. 2017. *Van gepeperd naar gekruid grasland: Functionaliteit van kruiden in grasland*. Rapport 2017-022 LbD, Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Wal, J. van der, W. Teunissen. 2018. *Boerenlandvogels en predatie: een update van de huidige kennis*. Sovon-rapport 2018/31, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Weber, A. 2019. *Assessment of the level of sustainable intensification of Dutch front-runner dairy and arable farms compared to the national average*. MSc Thesis, Plant Production Systems, Wageningen.

Zanen. 2019. *Vogelakkers – het effect op de biodiversiteit en de landbouwkundige inpasbaarheid*. Vogelbescherming Nederland.

Zanen, M., P. Belder, W. Cuijpers, M. Bos. 2011. *Duurzaam bodembeheer & Functionele agrobiodiversiteit in de bodem*. Bodembreed Interreg.

Publicaties Louis Bolk Instituut

Er is veel materiaal, met permissie, overgenomen uit brochures van het Louis Bolk Instituut. Sommige zijn geschreven in samenwerking met WUR. Deze brochures zijn integraal te vinden op: www.louisbolk.org/publications.

Websites

www.

- akkernaarbos.nl
- bdgrondbeheer.nl
- bdvereniging.nl
- bijenstichting.nl
- bloeiendbedrijf.nl
- bodemacademie.nl
- boerennatuur.nl
- buitenland-van-rhoon.nl
- compendiumvoordeleefomgeving.nl
- dierenperspectief.nl/smart-farming-in-de-melkveehouderij/
- erfbv.nl
- <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/soil-atlas-europe>
- fao.org/soils-portal/soil-management/soil-carbon-sequestration/en/
- federatieagroecologischeboeren.nl
- goedbodembeheer.nl
- landschappen.nl
- livinglabfryslan.frl
- maasheggenunesco.com/nl
- natureandmore.com/nl/true-cost-of-food/hoe-berekent-nature-more-de-werkelijke-kosten
- natuurgedreven.nl
- netwerkecologischemonitoring.nl
- nutrinorm.nl
- pbl.nl
- phc.eu
- remeker.nl
- rivm.nl
- samenvoorbiodiversiteit.nl
- sovon.nl
- vlindererbij.nl
- vlinderstichting.nl
- voedingscentrum.nl
- vruchtbarekringloopachterhoek.nl

INDEX

- adaptatiemodel 12, 28, 29, 32, 33, 73, 112, 117, 125, 158
- agroforestry 28, 71
- akkerbouw 20, 22, 29, 32, 64, 75, 83, 84, 86, 89, 105, 119, 127, 131, 163, 164
- akkerranden 20, 83, 84, 85, 86, 131, 133, 144
- akkervogels 17, 142, 144, 145, 146
- ammoniak 12, 76, 78, 95, 105, 106, 109, 110, 119, 120
- antibiotica 42, 76, 98, 118, 119, 131, 168
- bacteriën 15, 16, 17, 36, 38, 41, 42, 43, 45, 46, 51, 52, 54, 75, 76, 92, 93, 109, 122, 183
- bedrijfsstrategie 33, 164, 176
- bemesting 25, 49, 51, 63, 75, 79, 95, 97, 101, 105, 110, 111, 119, 120, 122, 144, 161, 169, 183
- bestrijdingsmiddelen 20, 25, 62, 63, 80, 83, 119, 131, 133, 134, 142, 144, 161, 167, 168, 170
- bestuivers 18, 80, 133, 138
- bestuiving 17, 18, 26, 32, 81, 86, 114, 122, 138
- beweiding 25, 94, 122, 142, 161
- beworteling 39, 52, 54, 63, 72, 94, 114
- biodiversiteit 12, 17, 18, 20, 22, 26-28, 29, 32, 33, 35, 36, 39, 59, 63, 65, 71-73, 80, 81, 83, 86, 87, 89, 90, 92, 93, 102, 105, 114, 120, 125, 126, 128, 131, 133, 134, 137, 138, 148, 150, 152-154, 157, 161, 163, 165, 167, 168, 171, 172, 174-178
- bio-uniformiteit 25
- blijvend grasland 92, 93, 102
- bloemrijke gewassen 80, 83
- bodemchemie 39
- bodemkwaliteit 12, 22, 28, 35, 36, 38, 39, 41, 57, 62, 65, 71, 72, 83, 84, 94, 102, 109, 110, 119, 120, 144, 163, 164, 174
- bodemleven 11, 17, 20, 25, 32, 35, 36, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 50, 52, 54, 55, 56, 57, 63, 71, 72, 75, 80, 86, 92, 93, 102, 109, 119, 134, 144, 145, 182, 183, 184
- bodemoverschot 91
- bodemschimmels 42
- bodemstructuur 39, 45, 46, 52, 54, 56, 57, 63, 72, 73, 74, 79, 80, 86, 94, 109, 110, 119, 122
- bodemverdichting 62, 74, 94
- bodemvoedselweb 63
- boerenlandvogels 13, 18, 25, 46, 126, 138, 141, 142
- Bokashi 183
- bouwland 40, 55, 71, 102, 120
- bouwplan 55, 62, 63, 72, 80, 83, 84, 86, 89, 147
- compost 39, 51, 57, 63, 75, 76, 78, 86, 183, 184
- consument 158, 162, 165, 167, 168, 172, 182
- diversiteit 11, 12, 17, 18, 25, 29, 35, 59, 60, 62, 65, 66, 71, 83, 89, 93, 94, 98, 111, 114, 118, 122, 125, 126, 134, 138, 141, 153, 170, 172, 183
- drijfmest 25, 41, 49, 104, 106, 109, 119, 184
- droogte 16, 28, 39, 46, 54, 161
- ecosysteem 20, 36, 38, 60, 71, 89, 112, 114, 122, 131, 137, 161, 167
- eigen bronnen 13, 28, 33, 172, 175, 177
- emissie 14, 107, 163
- export 12, 158, 161
- fosfaat 76, 79, 105, 111
- fotosynthese 40, 50, 54, 75
- Gemeenschappelijk Landbouw Beleid 174
- gemengde bedrijven 89, 172
- gras 22, 27, 32, 54, 60, 80, 89-92, 94, 95, 99, 101, 102, 104, 110, 111, 119, 123, 147, 176, 183
- grasklaver 62, 102
- grasland 21, 54, 55, 56, 65, 90, 91, 92, 94, 97, 98, 99, 100, 102, 106, 111, 119, 120, 122, 131, 134, 143, 144, 147, 148, 153
- groenbemester 63, 72, 77, 146

groente(n) 64, 139, 140, 170, 171, 172
 grondgebonden 32, 33, 57, 90, 93, 119, 147, 157, 164, 175
 grondprijs 158, 159
 grondsoort 41, 93, 122

 heide 128
 herbiciden 20, 91, 98, 99
 humus 15, 16, 41, 43, 52, 76

 inhoudsstoffen 98, 168, 169
 injecteren 106
 insecten 11, 17, 18, 20, 22, 25, 26, 27, 59, 63-65, 80, 81, 83, 84, 87, 94, 97, 102, 109, 114, 122, 126, 128, 137-139, 143-145, 147, 153
 insecticiden 139

 klaver 56, 73, 80, 90, 99-102, 122, 145, 183
 klimaat 12, 17, 54, 90, 102, 120, 128, 150, 157, 168, 174, 177, 184
 koolstof 32, 36, 39, 40, 56, 75, 92, 103, 119, 184
 krachtvoer 90, 101, 110, 111, 116, 117, 175, 176, 183
 kruiden 20, 25, 84, 97, 98, 99, 114, 118, 120, 137, 145, 153, 183
 kruidenrijk grasland 97, 99, 120, 141, 142, 144
 kunstmest 20, 25, 36, 45, 55, 75, 78, 79, 101, 102, 111, 119, 131, 142, 144, 161, 164, 168, 175, 183
 kwatrijnstal 106

 landschappen 18, 112, 128, 142
 landschapselementen 20, 32, 65, 84, 114, 119, 122, 125, 126, 128, 131, 133, 137, 139, 144, 148, 172
 maaien 32, 65, 97, 102, 119, 133, 134, 141, 142, 148, 171

 maatschappelijke diensten 172, 174
 melkproductie 91, 99, 102, 116, 118, 176-178
 melkrobot 105, 116, 117
 mengteelt 64, 66, 67, 86
 mest 13, 17, 25, 28, 35, 39, 40, 46, 51, 55, 57, 62, 73, 75-80, 86, 89, 90, 91, 95, 104, 105, 106, 109, 110, 111, 119, 120, 175, 184
 mestbewerking 111
 mestflatten 94, 95
 mestkwaliteit 105, 109, 120
 micro-aggregaten 45
 microflora 36
 milieukosten 161
 mineralisatie 42, 43, 52, 111
 monocultuur 12, 15, 21, 60, 65, 91, 103, 144

 natuurlijke plaagbestrijding 20, 32, 141
 Natuurnetwerk Nederland 148, 152
 niet-kerende grondbewerking 56, 57, 63, 71
 nutriënten 16, 32, 33, 40-42, 46, 50, 51, 54, 63, 72, 75-78, 79, 83, 86, 89, 91, 103, 110, 114, 119, 134, 161
 nutriëntenkringloop 39

 onthoornen 118
 organische mest 78
 organische stof 35, 36, 39, 40, 42, 43, 45, 46, 50-55, 63, 71, 72, 75, 76, 89, 92, 93, 102, 109, 111, 120, 122, 134
 oud grasland 93, 122

 pacht 153, 160
 pH 50, 78, 79

 rassen 17, 18, 60, 62, 87, 112, 169, 170
 regenwormen 15, 17, 45, 93, 95, 109, 122
 regionale identiteit 133
 rhizobacteriën 42

rijpadensysteem 57, 65
ruige mest 63, 103, 104, 106, 109, 110, 119, 183
rustgewassen 62, 63, 80, 86
ruwvoer 90, 110

schimmels 15, 16, 17, 22, 36, 38, 41-46, 51, 54-56, 76, 78, 93, 109, 122, 183
specifieke soorten 28, 29, 32, 63, 94, 97, 120, 122, 123, 125, 126, 128, 131, 133, 171
stikstof 20, 25, 40, 42, 45, 46, 50-52, 63, 66, 72, 76, 78-80, 83, 91, 93, 101, 109-111, 119, 120, 152, 178, 183
stikstofbenutting 105, 110
stikstofdepositie 111, 148, 178
strokenteelt 29, 55, 65, 66, 144, 145

toplaag 38, 46
true costs 173

uitspoeling 63, 78, 93
urine 96, 107, 108, 112, 122
urineren 97

vaste mest 25, 55, 106, 109, 110, 161
veengrond 48, 53, 95
veerkracht 18
vlinderbloemigen 40, 51, 56, 63, 66, 72, 86, 97, 98, 101, 111, 120, 183
vlinders 17, 22, 26, 81, 126, 128, 137, 138, 139
voederbomen 122, 134
voedselweb 24, 25, 27, 35, 42, 46, 89, 126
vrijemarktprincipe 164

waterregulatie 36, 55, 90, 94, 120
weidegang 93, 95, 113, 122, 177
weidevogels 32, 39, 94, 95, 97, 99, 103, 104, 109, 120, 122, 142, 144, 147, 148, 165

wormen 36, 41, 42, 45, 52, 55, 56, 63, 71, 80, 94, 95, 102, 104, 109, 120, 122, 134, 183, 184
wortel 101, 168

zandgrond 40, 49, 51, 73, 95
ziektewerend vermogen 39
zuurgraad 50, 79