



4. Gewas



4.1 Inleiding

Welke maatregelen dragen bij aan een gezond gewas?

Bij het zaaiklaar maken van een akker wordt het land bewerkt, om er gewassen te laten groeien die er van nature niet zouden groeien. Boeren beïnvloeden de natuur dus, maar maken tegelijkertijd ook gebruik van natuurlijke processen die zich in de bodem en in en om het gewas afspelen. Eenmaal gezaaid zal het gewas gaan groeien, een proces dat soms helemaal goed verloopt, maar waar soms bijgestuurd moet worden. De kans bestaat dat onder invloed van ziekten, plagen en onkruiden, de oogst vermindert of zelfs verloren gaat. Een boer of tuinder zal hier dus alert op zijn en volgens een bepaalde strategie het teeltsysteem vormgeven. Met deze strategie wordt bedoeld: of, wanneer en hoe je op natuurlijke processen inspeelt. Je kunt verschillende modellen volgen ten aanzien van ziekten, plagen en onkruiden:

1. Zo veel mogelijk preventieve maatregelen nemen en zo min mogelijk bijsturen tijdens de teelt door samenwerking met de natuur (adaptatiemodel).
2. Direct bijsturen om gewassen gezond te houden door bijvoorbeeld toepassing van chemische middelen (controlemodel).

In de praktijk zijn er veel bedrijven die tussen deze twee strategieën in zitten. Er worden wel enkele preventieve maatregelen genomen, maar die zijn onvoldoende om tot een robuust teeltsysteem te komen, waardoor bijsturen tijdens de teelt vaak toch nodig is. Met natuurinclusieve landbouw is het doel om zoveel mogelijk volgens de eerste strategie te werken.

Preventie van ziekten en plagen als basis

De eerste strategie wordt van oudsher vooral toegepast in de biologische landbouw door in te zetten op preventie van het ontstaan van ziekten en plagen. Voor biologische telers is preventie de belangrijkste strategie, omdat toepassing van chemisch-synthetische gewasbeschermingsmiddelen en kunstmest niet is toegestaan. Dit betekent onder andere dat de biologische veredeling gericht is op gewassen die op zichzelf 'robuust' zijn en tegen een stootje kunnen.

Ook wordt in de praktijk met een grote gewasdiversiteit gewerkt (en dus een ruime vruchtwisseling) en worden er allerlei maatregelen genomen die de bodem gezond houden. Denk aan het voeden van het bodemleven met organische meststoffen, compost en vlinderbloemigen, het bedekt houden van de bodem tegen onkruiden, mengteelten van granen en peulvruchten of grasklaver, bloeiende akkerranden en kruidenrijk grasland voor de koeien. Omdat biologische boeren minder mogelijkheden hebben om in te grijpen is dit de belangrijkste manier om ziekten en plagen te bestrijden aan de voorkant.

Voor gangbare boeren zijn er meer mogelijkheden om ziekten, plagen en onkruiden te bestrijden. Zij kunnen chemische middelen toepassen. Mede daardoor ligt de nadruk minder op preventie. Steeds meer gangbare telers werken met geïntegreerde ziekte- en plaagbeheersing (IPM). IPM staat voor Integrated Pest Management en is in de Europese Richtlijn benoemd als belangrijke strategie voor beheersing van ziekten en plagen (zie § 4.4). Recent wordt steeds vaker gesproken over ICM: Integrated Crop Management. De gedachte hierbij is dat het gaat om goed management van de gehele 'crop' en niet alleen van de 'pest'.

De inzet van bestrijdingsmiddelen wordt vanuit de overheid steeds meer aan banden gelegd vanwege risico's voor mens en milieu. Ook ontstaat regelmatig resistentie tegen de middelen, waardoor de effectiviteit sterk terug kan lopen. Terwijl door verschillende ontwikkelingen de kans op ziekten en plagen zeker niet afneemt:

- Door eenzijdige focus op hoge productie worden planten vatbaar voor ziekten en plagen.
- Het transport dat gepaard gaat met wereldhandel zorgt voor verspreiding van ziekten en plagen.
- Klimaatverandering zorgt voor verspreiding van ziekten en plagen vanuit het zuiden naar noordelijke gebieden en grotere weersextremen verhogen de kans op schimmelziekten.

Kortom: het is belangrijk dat alle telers meer preventieve maatregelen gaan toepassen, de natuur beter benutten en nog zorgvuldiger met bestrijdingsmiddelen gaan werken. De werkwijze volgens de principes van de geïntegreerde gewasbescherming komt daarom in dit hoofdstuk aan bod.

Ziekten, plagen en ongewenste kruiden

In een ideale wereld zonder ziekten en plagen zou de voedselproductie veel hoger zijn en minder inspanning vragen. Telers proberen sinds het ontstaan van de landbouw ziekten en plagen te beperken en te bestrijden. Van oudsher pasten boeren allerlei technieken toe om gewassen te beschermen. Zo werd in de oudheid het moment van planten en zaaien goed afgestemd op een plaagsituatie en pasten ze het afbranden van gewassen toe om plagen niet verder te laten verspreiden. Er was een grote lokale variatie aan gewassen, omdat boeren hun eigen zaden vermeerderen en onderling ruilden of verhandelden. Ook werden er natuurlijke middelen tegen insecten toegepast en er kwamen diverse varianten voor van inzet van natuurlijke bestrijders.

De opkomst van bestrijdingsmiddelen vanaf de jaren veertig onderbrak de zoektocht naar natuurlijke methoden. Bestrijdingsmiddelen bleken sneller, eenvoudig in gebruik en effectief. In 80 jaar tijd zijn er vele ontwikkeld, waarvan DDT wel de bekendste is. In 1948 kregen de ontwikkelaars er de Nobelprijs voor, maar in 1962 schreef de Amerikaanse biologe Rachel Carson het boek *Silent Spring* waarin ze de schadelijke gevolgen aan de kaak stelde. Europa verbood het middel in 1974 en sindsdien worden alle nieuwe bestrijdingsmiddelen beoordeeld op de gevolgen voor mens en milieu. Desondanks overschrijden een aantal nieuwe generatie toegelaten middelen nog steeds de milieunormen. En komen er steeds meer aanwijzingen dat blootstelling aan sommige bestrijdingsmiddelen voor gezondheidsproblemen kan zorgen, zoals de ziekte van Parkinson.

In de huidige akker- en tuinbouw is gebruik van bestrijdingsmiddelen nog heel gangbaar. De moderne bestrijdingsmiddelen 'raken' heel specifiek de ziekte of plaag waar ze voor bedoeld zijn en ze zijn minder schadelijk voor het milieu, mens en omgeving dan de oude bestrijdingsmiddelen. Maar ze hebben nog steeds allerlei indirecte effecten op natuur en milieu en spelen een rol in de teruggang van biodiversiteit. Terwijl juist de boven- en ondergrondse biodiversiteit de planten weerbaarder maakt tegen ziekten en plagen en bijdraagt aan een natuurlijk evenwicht tussen plagen en hun natuurlijke vijanden.

What's in a name

Hoe middelen worden genoemd die we gebruiken om ziekten en plagen te bestrijden in de landbouw kan gevoelig liggen. Het drukt vaak uit hoe iemand erover denkt. Zo hebben milieugroepen het over landbouwgif, noemen veel burgers het bestrijdingsmiddelen en praten agrariërs over gewasbeschermingsmiddelen. Internationaal is de term pesticiden gebruikelijk. Daarnaast heb je nog de verbijzondering in herbiciden, fungiciden en insecticiden als het gaat om het doel van het middel.

Correct en het meest neutraal zou het zijn om te spreken over chemisch-synthetische bestrijdingsmiddelen. Dus middelen die niet in de natuur voorkomen (althans niet met dit doel) en die door mensen zijn ontwikkeld en geproduceerd. Maar dat is ook meteen een mondvul. We kiezen er daarom hiervoor om te spreken over bestrijdingsmiddelen.



Het lieveheersbeestje is het klassieke voorbeeld van natuurlijke bestrijding, omdat deze bladluizen eet.



Ook de larve van het lieveheersbeestje bestrijdt bladluizen.

Geïntegreerde ziekte- en plaagbeheersing

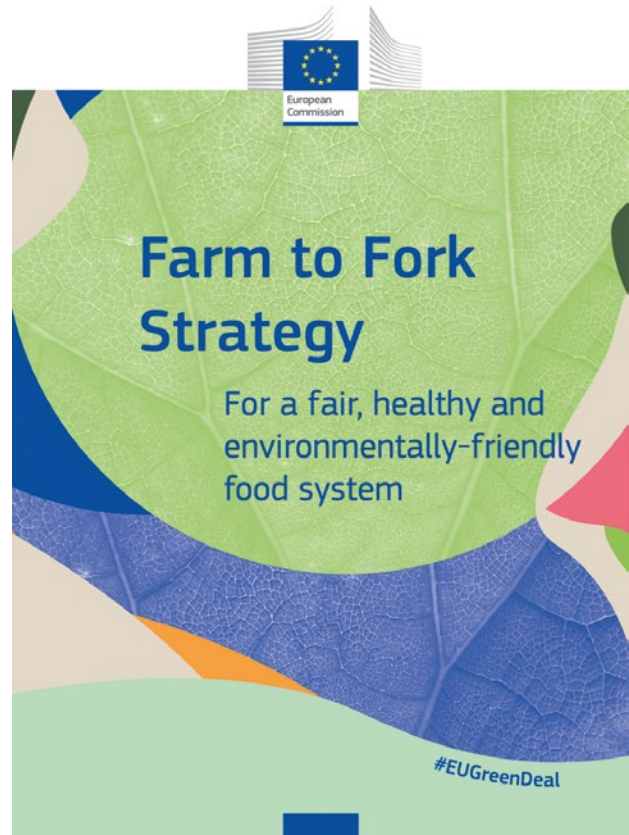
Een wetenschapper op het gebied van biologische bestrijding en een ecoloog uit Californië ontwikkelde vanaf 1950 een methode om de inzet van chemische bestrijding tot een minimum te beperken. Deze aanpak kwam bekend te staan als Integrated Pest Management (IPM) of in geïntegreerde ziekte- en plaagbeheersing. Bij IPM maak je gebruik van een combinatie van methoden om plagen (dieren, insecten, mijten, schimmels en onkruiden) te bestrijden met zo min mogelijk bestrijdingsmiddelen. In Nederlands en Europees beleid is IPM opgenomen als verplichte werkwijze, maar in de praktijk zijn hier nog grote stappen te zetten. Dat heeft onder andere te maken met dat advisering over gebruik van bestrijdingsmiddelen nu vaak gekoppeld is aan commerciële partijen die de middelen ook verkopen.

Natuurinclusieve teelt in beleid en keten

Het weerbaar maken van planten en teeltsystemen is één van de belangrijke doelen voor het Uitvoeringsprogramma Toekomstvisie Gewasbescherming 2030. Ook de Europese Unie had in de 'Farm to Fork-strategie' het doel opgenomen om de inzet van bestrijdingsmiddelen sterk te verminderen. Het EU-parlement heeft eind 2023 de uitvoering van dit reductiedoel echter weggestemd. Voorlopig is nu de Europese Richtlijn Duurzaam gebruik uit 2009, waarin IPM als belangrijk instrument wordt verplicht, leidend in het EU-beleid. Inmiddels nemen de afzetketens en dan vooral de grootwinkelbedrijven een sturende rol, door telers extra te betalen voor producten die op een duurzamere manier zijn geteeld, met onder andere gebruik van natuurlijke vijanden, niet-chemische onkruidbestrijding en een beperkt gebruik van bestrijdingsmiddelen. Natuurinclusieve teelt van gewassen helpt de biodiversiteit in landbouwgebieden en verlaagt het gebruik van bestrijdingsmiddelen. Het past bij beleidsdoelen van de Europese Unie en Nederland en speelt in op wensen van de samenleving en de markt.

Meer informatie

- From farm to fork: ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/874820/Farm%20to%20fork_EN_2023.pdf.pdf

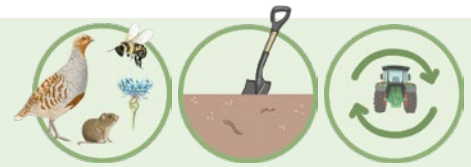


De 'Farm to Fork-strategie' heeft als doel het gebruik van bestrijdingsmiddelen met 2030 met 50% te verlagen, vergeleken met 2015-2017. Onder politieke druk is dit doel recentelijk op de lange baan geschoven.

In de volgende paragrafen wordt eerst dieper ingegaan op preventieve en plaagonderdrukkende maatregelen, zoals het werken met meer gewasdiversiteit. Tegenwoordig zijn strokenteelt en agroforestry als teeltsystemen steeds meer in opkomst in Nederland. Dit zijn teeltsystemen met een grote variatie aan gewassen en meer verschil in structuren (hoge en lage gewassen die elkaar afwisselen). Onderzoek aan deze systemen geeft aanwijzingen dat dit leidt tot gezondere gewassen en een robuust landbouwsysteem. Ook komen in dit hoofdstuk mechanische en biologische vormen van bestrijding aan bod en het belang van monitoring van ziekten en plagen. Als laatste redmiddel wordt de mogelijkheid van het zorgvuldig gebruik van bestrijdingsmiddelen met een zo laag mogelijke milieubelasting belicht. Uiteindelijk bepalen de diversiteit aan gewassen en natuurlijke elementen op het land (bedrijfsinrichting) en de teeltwijze (gewasmanagement) samen hoe natuurinclusief het teeltsysteem is.

4.2 Gewasdiversiteit

Verschillende gewassen in het veld



Deze maatregel draagt bij aan:

verbetering biodiversiteit, verbetering bodem, korte ketens

Gewasdiversiteit bestaat uit verschillende niveaus: diversiteit binnen een gewas, het perceel en het bouwplan (tabel 4.1). Bij diversiteit binnen gewassen gaat het om verschillende rassen. Diversiteit op perceelniveau betekent dat er verschillende gewassen op één perceel worden geteeld, zoals met onderzaai, mengteelten (zie § 4.8) of strokenteelt (zie § 4.9). Bij diversiteit in het bouwplan gaat het om het telen van veel verschillende gewassen op een bedrijf.

Betere ziekte- en plaagbeheersing

Wereldwijd is de diversiteit van geteelde plantensoorten sterk afgenomen: momenteel komt 60% van de humaan geconsumeerde calorieën van drie plantensoorten (rijst, tarwe en maïs). Bovendien is er sprake van steeds nauwere gewasrotaties, waardoor er minder verschillende gewassen op het Nederlandse platteland staan (zie § 3.6). Ook zijn gebieden zich gaan specialiseren in een aantal teelten. In de Veenkoloniën worden bijvoorbeeld veel zetmeelaardappelen en suikerbieten geteeld, terwijl West-Friesland bekend staat om vollegrondsgroente-teelt. Door minder gewassoorten in de vruchtwisseling op te

nemen, is de gewasdiversiteit op regionaal niveau gedaald en worden vruchtwisselingen vaak zo nauw dat grondgebonden ziekten vaker voorkomen. Daarnaast is het steeds minder gebruikelijk geworden om meerdere gewassen op één perceel te telen. Zo kunnen ziekten zich snel door het gewas verspreiden. In het begin van de 20e eeuw werden mengteelten nog regelmatig toegepast in Noordwest Europa. Het combineren van vlinderbloemigen met andere gewassen, wat soms wordt gedaan in de biologische landbouw, was voor de uitvinding van kunstmest een goede manier van stikstofbemesting. Met de steeds strenger wordende bemestingsregels kunnen vlinderbloemigen weer steeds belangrijker gaan worden in de Nederlandse landbouw. Ook met de opkomst van de strokenteelt en agroforestry lijkt de diversiteit binnen percelen wel iets te verbeteren.

Genetische diversiteit

In de moderne landbouw hebben gewassen vaak weinig genetische diversiteit. De meeste boeren zaaien homogene rassen. Deze zijn zo veredeld dat ze zijn aangepast aan specifieke teeltmethoden (denk aan mechanische oogst), zodat ze onder optimale teeltcondities een hoge opbrengst leveren. Deze rassen worden ontwikkeld door zaadbedrijven die ervoor zorgen dat de planten er vrijwel altijd hetzelfde uitzien en bepaalde



Een gewas als veldboon wordt relatief weinig geteeld in Nederland. Het zorgt voor een welkome verbreding van het bouwplan.

eigenschappen hebben. Zo wordt er bijvoorbeeld veredeld op hoge opbrengsten of resistentie tegen bepaalde ziekten. Veredelingsbedrijven maken daar keuzes in. Door rassen te kiezen die minder ziektegevoelig zijn, kan het gebruik van bestrijdingsmiddelen worden teruggedrongen. Ook kan een ras dat bijvoorbeeld behaarde bladeren heeft, minder aantrekkelijk zijn voor plaaginsecten.

Vóór de opkomst van de grootschalige veredeling en zaadproductie, gebruikten boeren vooral landrassen (of boerenrassen). Deze zijn aangepast aan lokale omstandigheden en genetisch meer verschillend. Dat is ook op te zien op het veld. De planten zien er allemaal een klein beetje anders uit. Sommige planten binnen hetzelfde landras worden iets hoger, anderen blijven iets lager. De ene heeft een grote aar, de andere een kleine. Het voordeel van landrassen is dat plantenziekten zich in sommige gevallen minder snel verspreiden omdat er op één perceel meer genetische variatie aanwezig is. Ook zijn landrassen soms in staat om in minder optimale condities toch goed te groeien.

Diversiteit binnen het perceel of in het bouwplan

Gewasdiversiteit kan ook gaan om de variatie van gewassen in het bouwplan. Dit kan in de ruimte zijn (bijvoorbeeld in het geval bij onderzaai, mengteelt of strokenteelt, waarbij meerdere gewassen op één perceel staan) of wanneer veel verschillende gewassen in het bouwplan zijn opgenomen. Denk bijvoorbeeld aan een akkerbouwbedrijf waar niet alleen aardappel, suikerbiet en tarwe wordt verbouwd, maar ook vlas, veldbonen, luzerne en/of gras-klaver. Met deze bloeiende gewassen krijgt het landschap letterlijk en figuurlijk meer kleur. Er ontstaat meer afwisseling, waardoor er voor bijvoorbeeld vogels, zoogdieren en insecten, meer mogelijkheden zijn om voedsel of schuilgelegenheid te vinden. In de meeste gevallen heeft een bedrijf met een breed bouwplan, ook een verbrede vruchtwisseling (zie § 3.6). Dat betekent dat er naast veel variatie aan gewassen op het veld, ook in de tijd veel afwisseling is. Dat laatste is goed voor de bodem en gunstig voor plaagonderdrukking.

Tabel 4.1. Werken aan gewasdiversiteit kan op verschillende schaalniveaus.

Uitgangsmateriaal of teeltsysteem	Schaal van diversiteit	
Rassen	Diversiteit binnen een gewas	De meeste gewassen bestaan tegenwoordig uit hybride F1-rassen. Deze zijn eigendom van de zaadveredelaar. Een ras moet duidelijk te herkennen zijn, uniform en stabiel zijn. F1-hybride zijn zowel technisch als bij wet beschermd tegen kopiëren, door andere veredelaars of boeren. Er is dus weinig diversiteit binnen rassen aanwezig.
Landrassen	Diversiteit binnen een gewas	Landrassen en boerenrassen zijn minder uniform, omdat deze niet geselecteerd en gekruist zijn op specifieke eigenschappen. De lokale omstandigheden zijn vooral doorslaggevend geweest in de totstandkoming van het landras.
Onderzaai	Diversiteit binnen een perceel	Onderzaai is een techniek waarin tijdens de teelt van een gewas, een ander gewas eronder wordt gezaaid. Op een perceel ontstaat zo meer diversiteit.
Mengteelt	Diversiteit binnen een perceel	In een mengteelt worden soorten gelijktijdig door elkaar heen gezaaid en gelijktijdig geoogst. Op een perceel staan dus twee (of meer) gewassen.
Strokenteelt	Diversiteit binnen een perceel	In een strokenteeltsysteem worden verschillende gewassen naast elkaar gezaaid. Er ontstaat meer diversiteit op een perceel, dan wanneer er één gewas staat.
Verbreden bouwplan	Diversiteit binnen een bedrijf (in de ruimte)	Een bedrijf met een verbreed bouwplan teelt veel verschillende gewassen. Dat zorgt voor veel variatie op het veld dat gunstig is voor allerlei soorten.
Verbreden vruchtwisseling	Diversiteit binnen een bedrijf (in de tijd)	Een bedrijf met een verbreed bouwplan heeft automatisch ook een verbrede vruchtwisseling. Dat betekent dat er steeds andere gewassen elkaar opvolgen op een perceel. Dat is gunstig voor de bodemgezondheid.

Gewasdiversiteit onder druk

Wat betreft gewasdiversiteit zijn twee ontwikkelingen te onderscheiden: afnemende genetische diversiteit binnen gewassen en afnemende diversiteit aan geteelde gewassen in tijd en ruimte. Al in de jaren 1920-1930 raakten traditionele landrassen in de vergetelheid, waardoor de genetische diversiteit binnen gewassen geleidelijk afnam. Sinds 1960 is plantenveredeling voornamelijk gefocust op het ontwikkelen van hoogproductieve cultivars die passen binnen het steeds meer gemechaniseerde landbouwsysteem. De genetische uniformiteit is o.a. vergroot vanwege:

- de noodzaak voor eenmalige machinale oogst
- de vraag van afnemers naar een uniform product
- de eisen voor het kwekersrecht van rassen
- de tendens van kwekers om hun ras te beschermen door hybriden te produceren.

Hybride rassen zijn een kruising van twee ouderplanten van verschillende rassen. Wanneer hun nakomelingen (F1) met elkaar kruisen hebben deze niet meer dezelfde eigenschappen als de F1-hybride. Boeren kunnen dus niet hun eigen zaden kweken van F1-hybride rassen. Ieder jaar moeten zij nieuwe zaden kopen bij het zaadbedrijf. Op kleinere schaal zijn er wel enkele bedrijven die zaadvaste rassen aanbieden. Dit zijn gewassen die de boer zelf kan vermeerderen. Genetisch diverse plantenrassen zijn dus moeilijk te verkrijgen, en weinig geschikt voor grootschalige productie en afzet. Echter, voor kleinschalige teelt en verkoop zijn er nog wel mogelijkheden.

Kansen voor gewasdiversiteit

Een divers akkerland biedt meer soorten kansen om te overleven. Boeren hebben daarvoor allerlei mogelijkheden. Door gewassen in de rotatie op te nemen die gezond zijn voor de bodem is het mogelijk de bodembiodiversiteit te bevorderen. Het gaat bij de rotatie echter niet alleen om afwisseling van het soort gewassen in de tijd, maar ook in de ruimte. Stro-enteelt, mengteelt en agroforestry zijn voorbeelden van een bedrijfsvoering waarbij gewasdiversiteit zorgt voor meer voedsel- en schuilgelegenheden, terwijl het rendement vergelijkbaar kan zijn met de gangbare landbouw. Daarnaast kan een akkerbouwer gewassen in de rotatie opnemen die door hun bloemen voedsel verschaffen aan insecten dan wel voedsel- en schuilgelegenheden bieden, zoals vlas, koolzaad, veldboon of lupine. Daarnaast zijn dit soort gewassen interessant om in een korte keten te vermarkten. Door vlinderbloemige gewassen te kiezen kan een akkerbouwer zowel bijdragen aan boven- als ondergrondse biodiversiteit en daarnaast de stikstofbemesting verlagen. De teelt van peulvruchten draagt ook bij aan de eiwittransitie in Nederland, waarbij de consumptie van dierlijke eiwitten wordt verlaagd en deels wordt vervangen door plantaardig eiwit uit eigen land. Op dit moment worden veel vegetarische producten van geïmporteerde soja gemaakt.

Op de volgende pagina's wordt een selectie aan gewassen beschreven die een interessante onderdeel kunnen zijn van een natuurinclusief akkerbouwbedrijf (tabel 4.2).



Een tarwepopulatie, waarin de grote genetische variatie goed te zien is.

Tabel 4.2. Selectie van gewassen die onderdeel kunnen zijn van een natuurinclusief akkerbouwbedrijf.

Alternatieve gewassen: granen



Triticale (kruising tarwe met rogge) – Poaceae (grassen)

- Triticale groeit goed op alle bodemsoorten.
- Het is een wintergraan en vraagt weinig intensieve bewerkingen.
- Het is een robuust gewas dat weinig ziekte- of plaaggevoelig is.
- Triticale heeft een intensieve beworteling.
- De wortels die achterblijven dragen bij aan een goede bodemstructuur en organische stof aanvoer.
- Triticale heeft een onderdrukkend effect op schimmelziekten en verschillende aaltjes.
- De stoppel na de oogst is een goede habitat voor akkervogels.
- Triticale wordt hoofdzakelijk als veevoer gebruikt als gehele plantsilage (GPS), waarbij de onrijpe plant (deegstadium) wordt ingekuild.



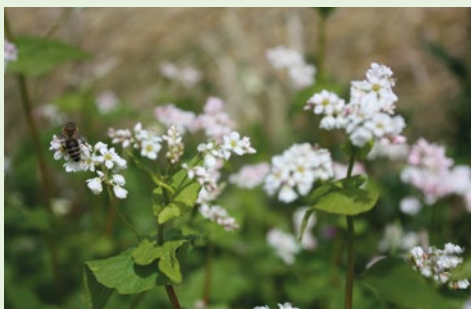
Spelt (*Triticum spelta*) – Poaceae (grassen)

- Spelt groeit goed op armere gronden.
- Spelt is weinig gevoelig voor ziekten en plagen.
- Spelt is een wintergraan, waardoor er weinig bewerkingen in het voorjaar nodig zijn.
- Na de oogst moet spelt gepeld worden, omdat de korrel vast zit in het kaf.
- Speltbrood is populair bij de consument, vanwege het lage glutengehalte.



Emmertarwe (*Triticum dicoccon*) en Eenkoorn (*Triticum monococcum*) – Poaceae (grassen)

- Emmer en eenkoorn groeien op alle grondsoorten, zolang deze niet zwaar bemest zijn omdat ze anders snel legeren.
- Emmer en eenkoorn vragen weinig bemesting en passen daarom goed op natuurakkers.
- Emmer en eenkoorn zijn genetisch diverser dan de moderne graansoorten, omdat ze weinig veredeld zijn. De gewassen zijn derhalve in staat zich aan te passen aan veranderende veldomstandigheden.
- Oergranen als emmertarwe bevatten een hoger mineralengehalte dan moderne tarwe.
- De bloem van eenkoorn bevat een hogere fractie zetmeel en caroteen, geeft dus bijzondere eigenschappen bij het bakken.



Boekweit (*Fagopyrum esculentum*) – Polygonaceae (duizendknopen)

- Boekweit groeit het liefst op losse grond voor goede beworteling, zoals zand- en leembodems
- Boekweit groeit goed op armere gronden, te hoge bemesting zorgt voor hogere ziektegevoeligheid, onkruiddruk en legering
- Het gewas is redelijk droogtetolerant
- Boekweit is weinig gevoelig voor ziekten of plagen en dicht genoeg gezaaid onderdrukt het onkruid goed.
- Het is aantrekkelijk voor bloembezoekende insecten, vanwege de lange bloeitijd. Insecten zorgen voor de bestuiving.
- Boekweit is geen echt graan, maar kan voor vergelijkbare doeleinden gebruikt worden. De bloem is glutenvrij.



Sorghum (*Sorghum bicolor*) – Poaceae (grassen)

- Sorghum stelt weinig eisen aan de bodem, maar groeit het beste op goed gedraineerde, kleihoudende gronden.
- Sorghum kan goed tegen droogte.
- Sorghum zorgt laat een goed doorwortelbare bodem achter.
- Sorghum heeft verschillende teeltdoelen: voeding (veevoer, meel en pap), vezels, biobrandstof, het stro kan worden gebruikt als bouw materiaal, en het is een goede groenbemester tegen aaltjes.
- Sorghum wordt ook vaak in wintervoedsel- of vogelakkermengsels gebruikt omdat vogels de (overgebleven) zaden eten.

Alternatieve gewassen: natte teelten



Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) – Ericaceae (heidefamilie)

- Geschikt voor zand- of veengronden met hoog waterpeil.
- Gewas kan natte gronden verdragen en zelf voor korte tijd onder water staan.
- De bloei trekt bestuivers aan en een natuurlijke teelt laat ruimte voor broedende (weide)voegels.
- Cranberry is een meerjarig gewas dat lang kan blijven produceren.
- Cranberry van Nederlandse bodem kunnen cranberry's uit de VS, Canada en Letland vervangen.



Lisdodde (*Typha latifolia*) – Typhaceae (lisdoddes)

- Gewas kan geteeld worden op natte veengronden met hoog waterpeil.
- Oogsten is nog moeilijk op deze natte bodems met weinig draagkracht.
- De afzet richting de industrie voor lokaal geproduceerde bouw- of isolatiematerialen is in ontwikkeling.
- Door het gebruik als isolatiemateriaal hoeft er minder materiaal van ver weg te komen.

Alternatieve gewassen: eiwitgewassen/peulvruchten



Veldbonen (*Vicia faba*) – Fabaceae (vlinderbloemigen)

- Geschikt voor alle grondsoorten, mits goed vochthoudend en voldoende gedraineerd.
- Bloeiend gewas, goed voor wilde bijen en hommels. Ook akkervogels als gele kwikstaart en veldleeuwerik zijn er vaak te vinden.
- Gewas vraagt nauwelijks bemesting, vanwege de samenwerking met rhizobia, die stikstof vastleggen uit de lucht.
- Veldbonen kunnen geïmporteerde soja vervangen voor mens en dier.



Witte lupine (*Lupinus albus*) – Fabaceae (vlinderbloemigen)

- Alle witte lupine rassen kunnen geteeld worden op kalkarme zandgrond. Sommige rassen groeien ook op kalkrijke kleigrond.
- Witte lupine is vrij droogtetolerant.
- Bloeiend gewas en aantrekkelijk voor wilde bijen en hommels.
- Gewas vraagt nauwelijks bemesting, vanwege de samenwerking met rhizobia, die stikstof vastleggen uit de lucht. Ook laat het gewas een goede bodemstructuur achter voor het volggewas.
- Peulen worden droog geoogst.
- Witte lupine kan geïmporteerde soja vervangen voor mens en dier.
- De toepassingen verschillen per ras, vanwege gehaltes aan alkaloides in de bonen.



Luzerne (*Medicago sativa*) – Fabaceae (vlinderbloemigen)

- Kan geteeld worden op kalkhoudende grond, klei en zandige klei.
- Diep wortelend, meerjarig gewas: goed voor bodemkwaliteit.
- Kan worden gebruikt als eiwitrijk veevoer (sojavervanger).
- Bloeiend gewas, goed voor vlinders wilde bijen en hommels en ook voordelig voor leeuweriken en roofvogels, wanneer maaimomenten niet te frequent zijn (figuur 4.1).
- Vereist weinig gewasbescherming of bemesting.
- Afzet naar groenvoerdrogerijen, veehouders of op eigen bedrijf.
- Teelt gestimuleerd door de huidige ecoregelingen van het GLB.

Alternatieve gewassen: biomassa- en oliegewassen



Vlas (*Linum usitatissimum*) – *Linaceae* (vlasfamilie)

- Vlas wordt vooral op kleigrond geteeld, maar kan op elk bodemtype groeien zolang er voldoende vochtige vocht is.
- Vlas heeft niet veel stikstof nodig, i.v.m. legering.
- Bloeiend gewas voor bestuivers.
- Overgebleven zaden zijn goed voor akkervogels.
- De afzet van vlas is voor de vezelindustrie, zaden of lijnolie.



Koolzaad (*Brassica napus*) – *Brassicaceae* (Kruisbloemigen)

- Gewas groeit het beste op rijke gronden met goede structuur (jonge zeeklei, gescheurd grasland)
- Bloeiend gewas voor bijen en hommels (mits niet met insecticiden behandeld)
- Honingbijen worden ingezet voor de bestuiving
- Koolzaad laat een intensief doorwortelde grond achter. De stoppels zijn aantrekkelijk voor akkervogels.
- Winterkoolzaad is ook in de winter een goede bodembedekker (minder uitspoeling en erosie).
- Afzet voor de productie van koolzaadolie



Deder (*Camelina sativa*) – *Brassicaceae* (Kruisbloemigen)

- Deder is heel geschikt voor armere gronden, teveel stikstof zorgt voor een lagere olieopbrengst
- Bloeiend gewas dat veel insecten aantrekt. De zaden die na de oogst op het land liggen zijn ook aantrekkelijk voor vogels
- Het gewas vraagt nauwelijks inzet van bestrijdingsmiddelen
- Deder is redelijk droogteresistent, en kan dus in droge jaren ook een goede opbrengst leveren
- Dederolie kan een vervanging zijn voor bijvoorbeeld olijfolie, maar toepassingen als biobrandstof en cosmetica worden ook onderzocht



Zonnebloem (*Helianthus annuus*) – *Asteraceae* (Composieten)

- Teelt kan het beste plaatsvinden op lichtere zand- of kleigronden met goed vochtvasthoudend vermogen.
- Interessant voor veel insecten door nectarlieren buiten de bloem en stuifmeel in het hart van de bloem.
- Mits niet bespoten, goed voor veel verschillende bloembezoekers en plaag-reducerende insecten.
- Zonnebloem heeft veel last van *Plasmopara halstedii* (valse meeldauw), die tot 10 jaar in de grond kan blijven, daarom alleen in een brede vruchtwisseling telen.
- Klein deel van de markt is snijbloemen, grootste deel voor het zaad en de olie.



Miscanthus (*Miscanthus giganteus*) – *Poaceae* (grassen)

- Miscanthus stelt weinig eisen aan de bodem en kan zowel op lichtere als zwaardere gronden geteeld worden.
- Aanplant is duur en moet worden gezien als investering.
- Vervolgens kan miscanthus 15-20 jaar productiviteit behouden zonder bemesting of plaagbestrijding.
- Het materiaal wordt gebruikt als bouw materiaal, vezels, bioplastics, of als grondstof voor biobrandstof.
- Voor de oogst wordt een maishakselaar gebruikt.



Hennep (*Cannabis sativa*) – Cannabaceae (hennepfamilie)

- Teelt vindt veel plaats op dalgronden met goede structuur en ontwatering.
- Is erg zelfverdraagzaam, maar zou een waardplant zijn voor het aaltje *Pratylenchus penetrans*. Daarom is het niet aan te raden hennep een groot aandeel in het bouwplan te geven.
- In de hennep-teelt worden geen bestrijdingsmiddelen gebruikt.
- Goed voor akkervogels als de veldleeuwerik en de gele kwikstaart, met name in het begin van het broedseizoen.
- Met hennep in het bouwplan meer diversiteit in het bouwplan, aangezien de plant van een familie komt die niet in andere gewassen voorkomt (Cannabaceae).
- Vezelhennep kan worden gebruikt als bouwstof.

Luzerneteelt en vogelakkers

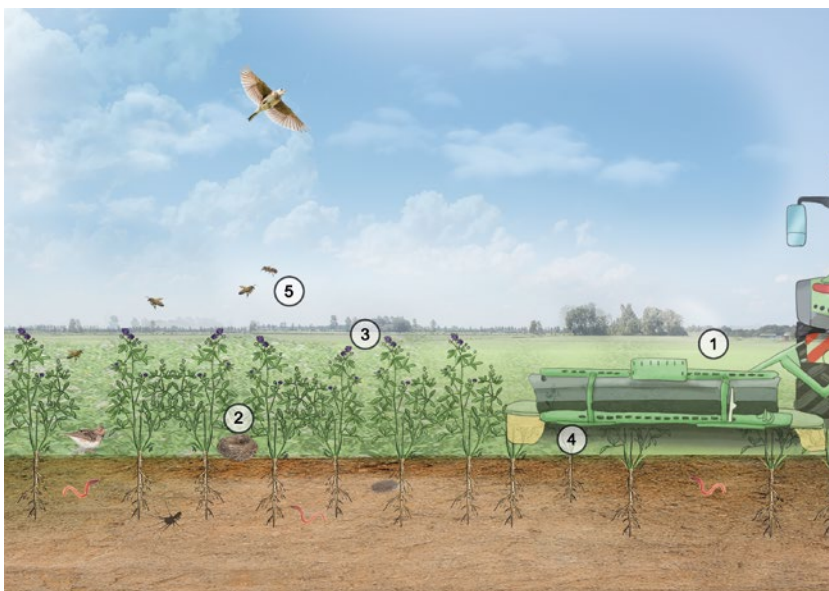
Ooit was luzerne in Nederland met 100.000 hectare een belangrijk gewas, nu wordt er jaarlijks nog zo'n 7.000 tot 8.000 hectare van geteeld. Daarvan is driekwart akkerbouwmatig, meestal in nauwe samenwerking met groenvoedrogerijen. De rest door veehouders, in mengteelt met grasklaver. Recent is het gewas weer in trek, vanwege stimulering van dit gewas door de ecoregeling van het gemeenschappelijk landbouwbeleid.

Luzerne heeft zowel de boer als de natuur en het milieu veel te bieden. De lange en dikke penwortels zijn goed voor de bodemstructuur. Met zijn eiwitrijke blaadjes is het gewas in rantsoenen voor vee, (naast melkvee ook geiten, schapen, varkens, paarden, pluimvee en alpaca's) een vervanger van soja-eiwit uit verre landen. En dat zonder kunstmeststikstof, omdat de vlinderbloemige zelf stikstof bindt uit de lucht. Daar moet wel bij worden vermeld dat het drogen van luzerne energie kost.

Als twee- of driejarig rustgewas in een akkerbouwrotatie heeft luzerne sterke troeven in handen. De in twee of drie jaar

vastgelegde stikstof is meestal voldoende voor een intensief gewas in de teeltrotatie, zoals aardappel, ui, prei en kool. Percelen met veel onkruiddruk kunnen met luzerneteelt worden 'schoongemaakt' omdat luzerne onkruiden onderdrukt en het gewas enkele keren per jaar wordt gemaaid. En luzerne heeft amper gewasbescherming nodig.

Vogelakkers zijn meerjarige percelen luzerne, met daar doorheen verschillende groene braakstroken, waarbij maximaal 70% van de oppervlakte wordt geoogst bij iedere maaibeurt. Bij twee- of driejarige teelt van luzerne (en dus ook op vogelakkers), is de bodem in de winter bedekt, wat gunstig is voor insecten, vogels, kleine zoogdieren en het bodemleven. Roofvogels komen op de vogelakkers af, omdat er veel muizen te vinden zijn. Maar ook veldleeuweriken nestelen er graag. In Groningse vogelakkers bleek driekwart van de broedende veldleeuweriken in de luzerne te broeden. De maaimomenten moeten dus niet te vroeg in het voorjaar plaatsvinden (na 15 juni) en ook met voldoende tijd ertussen (> 45 dagen), zodat jongen kunnen uitvliegen.



1. Maaien wanneer 5-10% van de bloemknoppen in bloei staan, levert optimale voederwaarde
2. Voor veldleeuweriken minstens 45 dagen tussen de maai beurten
3. Het gewas minimaal één keer per jaar tot bloei laten komen, of laat bij iedere snede een deel staan. Dat bevordert bloembezoekende insecten en opslag van koolhydraten in de wortels
4. Maaien op 7-8 cm, het eerste jaar maximaal 2 snedes, de volgende jaren 3-4 snedes
5. Als luzerne bloeit vroeg of juist laat op de dag maaien zodat er geen bijen in het gewas zitten

Figuur 4.1. Voor de biodiversiteit is het maaimoment en manier van maaien van luzerne cruciaal.

GROENVOERDROGERIJ TIMMERMAN 'IS' LUZERNE

'Fantastisch om te zien hoeveel bijen en andere insecten in zo'n veld rondzoemen'

Vanuit het Zeeuwse Kortgene heeft familiebedrijf Timmerman jaarlijks zo'n 2.300 hectare luzerne onder contract bij akkerbouwers in Zeeland en de Hoekse Waard. Het maaien en oogsten van het gewas doet Timmerman in eigen beheer. 'Dankzij diepe penwortels en binding van stikstof uit de lucht vraagt het weinig aandacht. Akkerbouwers telen het meerjarig om de kwaliteit van de grond te verbeteren', zegt Jan-Pieter Timmerman (34), die het bedrijf runt met broer Gerjan. 'Wij hebben luzerne niet voor het eiwit, maar voor de structuur en laten het bloeien. Het is fantastisch om te zien hoeveel bijen en andere insecten dan in zo'n veld rondzoemen.' In sommige regio's broeden veldleeuweriken in het gewas. Timmerman laat onderzoeken hoe het bedrijf daar bij het maaien rekening mee kan houden. Het gedroogde product leidt tot een keur aan eind- en tussenproducten voor veehouders en veevoerbedrijven. Het is terug te vinden in paardenbrokken en knaagdiervoerders, maar ook in kleine geperste baaltjes voor legkippen, als afleidingsmateriaal. Temperaturen van 80°C om te drogen horen tot het verleden, zegt Timmerman. 'We laten het gewas 24 uur drogen bij goed weer. In de fabriek drogen we verder met 20°C.'



Meer informatie

- Zaadvaste rassen: www.odin.nl/over-odin/boerderij/zaadvaste-veredeling
- Biologische veredeling: zaadgoed.nl
- Gewasdiversiteit: wiki.groenkennisnet.nl/space/kpikll/82182189/11.1+Index+Gewasdiversiteit
- Teelthandleidingen: kennisakker.nl/Bibliotheek/KennisCentrum/Gewassen

4.3 Onkruiden mechanisch aanpakken

Intelligente schoffels en robots in opkomst



Deze maatregel draagt bij aan:

Behoud biodiversiteit, minder inzet bestrijdingsmiddelen

Dankzij effectieve methodes om onkruid te bestrijden met herbiciden zijn schone akkers zonder onkruid de norm geworden. Niet alleen voor het oog, de onderliggende reden is dat onkruid concurreren met het gewas om ruimte en voedingsstoffen. Mechanisch onkruid bestrijden vraagt meestal meer arbeid, maar geavanceerde machines en robots zijn in opkomst.

Schone velden

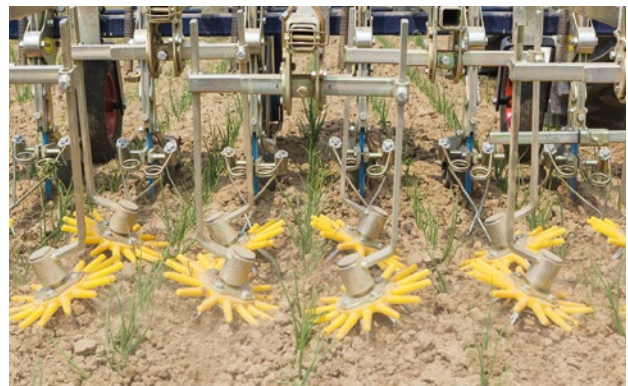
Rond de jaren 40 verschenen de eerste herbiciden 2,4D en MCPA en al spoedig werd 'onkruid spuiten' met chemisch-synthetische middelen de norm en herbiciden daarmee de grootste groep bestrijdingsmiddelen in Nederland. Teelten die voorheen erg arbeidsintensief waren door het vele handwerk voor onkruidbestrijding verliepen sindsdien eenvoudiger en beter. Heel anders is het in de biologische teelten: daar is onkruidbestrijding een van de grootste kostenposten.

Op gangbare bedrijven wordt het meeste onkruid bestreden met herbiciden, maar deze vorm staat onder druk en er wordt logischerwijs gezocht naar alternatieven. De laatste vijf tot tien jaar komen er steeds meer mechanische technieken op de markt. Zo zijn er schoffels en wiedegeen, die met behulp van GPS-sturing heel precies werken. Sommige maken gebruik van cameraherkenning om het verschil tussen gewas en onkruiden te maken. Een ontwikkeling waar ook veel van wordt verwacht is die van autonome onkruidrobots. Deze kleine voertuigen rijden door het gewas en 'zien' en herkennen het gewas en schoffelen de rest van het perceel schoon.

Het bestrijden van onkruid tussen de gewasrijen is mechanisch goed te doen, maar in de gewasrij is technisch een grotere uitdaging. Er komen wel meer mogelijkheden met technieken als torsiewieders en vingerwieders in combinatie met lichtsensoren en cameraherkenning.

Tolerantie versus beheersbaarheid

Boeren die meer natuurelementen integreren op het bedrijf, zien vaak de onkruiddruk toenemen. Denk aan ongewenste kruiden als distels, ridderszuring en of bijvoet die in akkerlanden opkomen. Met name wortelonkruiden zijn lastig in toom te houden. Het is als boer de uitdaging om de balans te vinden tussen tolerantie en beheersbaarheid. Het is namelijk niet te voorkomen dat er onkruiden opkomen, maar de kunst is om het niet uit de hand te laten lopen zodat het herbicidegebruik in de percelen toeneemt. Veldrobots zijn nog niet geschikt voor het bestrijden van onkruiden in natuurelementen. Het opdoen van kennis hierover is wel van belang. Denk aan het werken met een vals zaaibed en het juiste maaimoment kiezen van onkruiden, bijvoorbeeld halverwege de bloei, vlak vóór een flinke regenbui.



Een vingerwieder aan het werk.



In natuurmaatregelen ontwikkelen altijd wel enkele ongewenste kruiden, zoals hier een speerdistel. Zolang ongewenste kruiden beheersbaar blijven is dit niet problematisch.

Precisiewiedeg

Voor volledig mechanische onkruidbestrijding is de wiedeg onmisbaar. Als het onkruid net kiemt en nog niet eens boven de grond zichtbaar is moet de wiedeg er al doorheen om te voorkomen dat het onkruid kans krijgt om te groeien. Onkruiden in dit zogenoemde 'witte draden-stadium' trekt de wiedeg makkelijk los en met een beetje wind drogen ze uit. De eerste behandeling kan het best worden gedaan op zeven tot tien dagen na het zaaien, om het vervolgens afhankelijk van het weer, elke veertien dagen te herhalen tot het gewas gesloten is. De weersomstandigheden spelen een grote rol bij mechanische onkruidbestrijding. Wanneer het een tijdje teveel regent, groeit het onkruid snel en is er risico op structuurbederf van de bodem. Omdat je bij mechanische onkruidbestrijding vaker het land op moet dan bij chemische onkruidbestrijding, is structuurbederf extra relevant. Voor chemische bestrijding moet een teler soms wachten op regen. Bodemherbiciden hebben namelijk vocht nodig om te werken. Onkruiden harden af door schraal weer en zijn dan minder gevoelig voor contactherbiciden. In droge voorjaren is chemische bestrijding daarom wel eens minder effectief.



Verstelbare wiedeg van APV en ingezoomd op het eggen tussen de gewasrij.

Schoffelmachine

Schoffelen geeft een optimale werking in onkruid tot 3 cm groot en moet vrijwel wekelijks worden herhaald, tot het gewas gesloten is. Een schoffelmachine heeft het concept van een bouwdoos: het is een frame, waar behalve de schoffelmessen nog diverse andere attributen aan gebouwd kunnen worden. De schoffelmessen hebben een snijdende werking, die vooral goed werkt tegen grotere onkruiden. De nuttige aanvullingen zijn:

- Vingerwieders: duwen klein onkruid in de rij los.
- Torsiewieders: slepen dicht langs de rij en trekken klein onkruid los (vergelijkbaar aan de wiedeg).
- Camerabesturing: zorgt ervoor dat er heel nauwkeurig (tot op 1 cm van de plant) geschoffeld kan worden en de schoffel door praktisch iedereen gebruikt kan worden.
- GPS of RTK-GPS: door te zaaien en schoffelen met GPS kan er, ongeacht of de gewasrij al zichtbaar is, heel nauwkeurig geschoffeld worden.



Robocrop InRow van Garford, die schoffelen tussen en in de rij mogelijk maakt door geavanceerde camerabesturing.



Robocrop InterRow van Garford van 9 meter breed die met camerabesturing heel nauwkeurig tussen de gewasrij schoffelt.

Diversiteit aan robots

Naast de 'gewone' wiedege en schoffel verschijnen robots op de markt en steeds meer praktijkbedrijven gebruiken die al in het veld. Enkele daarvan werken volledig autonoom. Het meest bekende praktijkvoorbeeld is de Naïo Oz. Dit is een kleine robot, die onder andere kan zaaien, schoffelen en ploegen. Een andere toepassing is het trekken van een maaimachine voor grasbanen.

Grondbroedende vogels

Mechanische onkruidbestrijding is goed voor het verminderen van de milieubelasting, maar lastig te combineren met het beschermen van akkervogels. Want veel akkervogels zijn grondbroeders. Door schoffelen of eggen, raken de nesten beschadigd. Daarom zijn er nu initiatieven die de nesten lokaliseren met vrijwilligers, drones of via cameradetectie op de trekker, waardoor nesten kunnen worden ontzien. Met het blote oog zijn de nesten moeilijk te zien, vanwege de goede camouflage.

Kosten en baten

Mechanische onkruidbestrijding is arbeidsintensiever dan chemische bestrijding. Met zeer geavanceerde werktuigen en robots vergt het ook hoge investeringen. Een 'normale' schoffel of wiedege vergt naast vakmanschap veel arbeidstijd omdat de behandelingen vaak herhaald worden. Door meer werkuren met de trekker is de uitstoot van CO₂ hoger, maar daar staat besparing op chemische middelen tegenover, die bij de productie ook CO₂-uitstoot veroorzaken.

Een schoffel met GPS en/of cameraherkenning is makkelijker in het gebruik en kan door de meeste werknemers worden aangestuurd. De investering in deze machines is veel groter, waardoor de aanschaf niet voor iedere agrarische ondernemer rendabel is. Hetzelfde geldt voor een (autonome) onkruidrobot.

Bij mechanische onkruidbestrijding blijft het een uitdaging om voldoende hectares per uur van onkruid te ontdoen. Vooral in vergelijking met de 28 of 36 meter brede veldspuiten die bovendien een hogere werksnelheid hebben. Grote arealen



De Naïo Oz, een autonome robot die naast mechanische onkruidbestrijding ingezet kan worden voor verschillende toepassingen.

bewerken vraagt om investeren in 8 of zelfs 10 of 12-rijig potten/zaaien op GPS gevolgd door eggen en schoffelen met op die breedtes afgestemde apparatuur.

Mechanische onkruidbestrijding en de combinatie van mechanische en chemische bestrijding is nog altijd duurder dan

met alleen chemie. De lage kosten voor chemie gaan echter gepaard met afwenteling van kosten op de maatschappij, zoals vervuiling van het drinkwater door herbiciden als bentazon. Het niet gebruiken van chemie heeft ook gezondheidsvoordelen voor de boer zelf en vermindert het risico op spuitschade.

ARD-JAN OOMEN PAKT ONKRUID MECHANISCH AAN

‘Als je een gewas laat overwoekeren, is de winst weg’

Loonwerker Ard-Jan Oomen uit Almkerk (Noord-Brabant) gebruikt een speciale schoffelmachine. Het geeft hem meer voldoening dan spuiten en technisch kan het. De schoffelmachine van Ard-Jan Oomen werkt precies en snel. ‘Het kost iets meer dan de spuit. Het punt is dat telers niet de moed hebben om te gaan schoffelen, zolang ze de spuit kunnen pakken.’

Wil je telers overtuigen van de overstap naar mechanisch onkruid bestrijden, dan is een blijvende beloning het belangrijkste, vindt Oomen, meer nog dan een investeringssubsidie op een schoffelmachine. ‘Een vergoeding per hectare voor schoffelen heeft meer effect. Cichorei, uien en peen zijn ontzaglijk gevoelig voor onkruid. Als je cichorei laat overwoekeren door nachtschade, mis je zo 10 ton opbrengst. Dan is de winst weg.’ Een onkruidje laten staan betekent dat je volgend jaar veel nakomelingen krijgt. Bijhouden is zijn devies.

Oomen kiest vaak voor een combinatie van één of twee keer bodemherbicide toepassen en daarna twee- tot viermaal schoffelen. ‘Een keer minder spuiten geeft meteen een groei-impuls bij cichorei. Het gewas ontwikkelt pas als je stopt met chemie.’ Hij vindt het belangrijk dat telers de vrijheid te behouden in hoe zij de middelenreductie bereiken. Volgens hem kunnen gangbare telers nog niet zonder onkruidmiddelen. ‘Als er goede robots zijn die onkruid herkennen en verwijderen, is dat mogelijk, maar zover zijn we nog niet.’

Voor uitgebreid artikel lees:

www.nieuweoogst.nl/nieuws/2021/12/01/onkruid-mechanisch-aanpakken-lukt-brabantse-loonwerker-goed

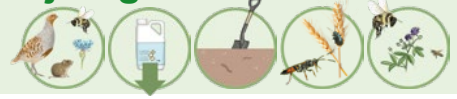


Meer informatie

- Veldrobots: trekkeronline.nl/2023/01/deze-20-veldrobots-zijn-te-koop-in-nederland
- Schoffelen en robots: www.schoon-water.nl/?s=machine+van+de+week
- Eggen: www.nieuweoogst.nl/nieuws/2022/07/06/de-kunst-van-het-eggen-toegelicht
- Wiedeggen: www.nieuweoogst.nl/nieuws/2022/08/23/precisiewiedeggen-verdrijven-schoffels
- Nestdetectie: www.buitenland-van-rhoon.nl/nieuws/project-nestdetectie
- Praktijkvoorbeeld: www.nieuweoogst.nl/nieuws/2021/12/01/onkruid-mechanisch-aanpakken-lukt-brabantse-loonwerker-goed

4.4 Biologische en geïntegreerde plaagbestrijding

Bestrijders stimuleren



Deze maatregel draagt bij aan:

Vergroten van biodiversiteit, minder inzet bestrijdingsmiddelen, verbetering bodem, plaagonderdrukking, bestuiving

Het voorkómen dat een ziekte of plaag tot ontwikkeling komt is de basis van de natuurinclusieve teelt en is tevens een belangrijke eerste stap in geïntegreerde ziekte- en plaagbeheersing. Dit kan op verschillende manieren. Ten eerste door te werken met gewassen die minder vatbaar zijn voor ziekten of plagen. Andere manieren zijn door populaties bestrijders te stimuleren of door de populatieontwikkeling van plaaginsecten te dwarsbomen.

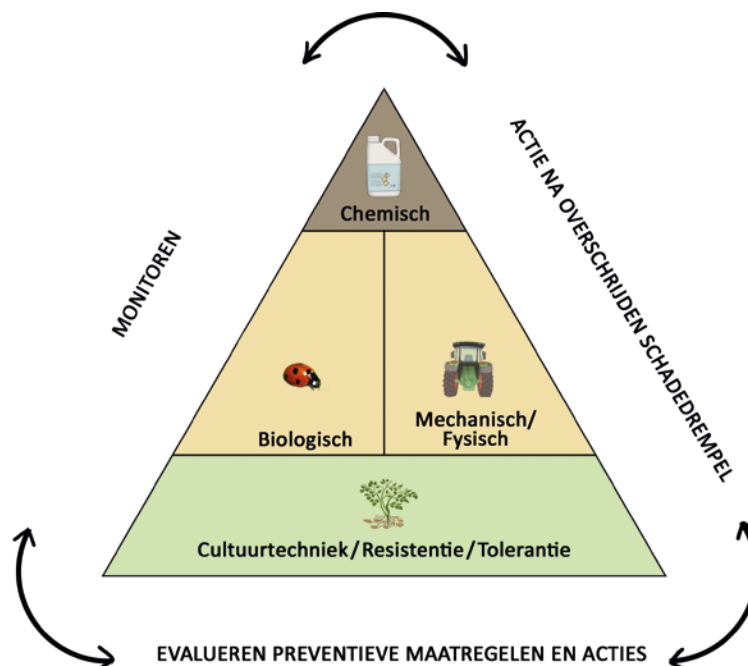
De gereedschapskist van geïntegreerde gewasbescherming (IPM)

De geïntegreerde aanpak bestaat uit een reeks maatregelen die samen helpen om gewassen gezond te houden en het gebruik van bestrijdingsmiddelen tot een minimum te beperken. Hier wordt gekeken naar verschillende aangrijpingspunten: een gezonde bodem, ruime vruchtwisseling, het teeltsysteem, rassenkeuze, teelttechnieken, natuurlijke vijanden en hygiëne maatregelen.

Figuur 4.2 geeft in een piramide aan wat in de IPM-aanpak het belang is van verschillende methoden. Aan de basis van de piramide staat preventie, bijvoorbeeld door resistente rassen te gebruiken, een optimale vruchtwisseling, een goede bodemgezondheid en afwatering. Ook de inzet van biologische bestrijding met natuurlijke vijanden is een maatregel binnen IPM. Onkruid kan mechanisch worden bestreden. Inzet van chemisch-synthetische middelen is in IPM een laatste redmiddel. Het monitoren van het gewas op het voorkomen van aantasting, besluiten nemen als de aantasting boven een schadedrempel komt en het evalueren van effecten worden doorlopend uitgevoerd om effectief plagen en ziekten te beheersen en tijdig in te kunnen grijpen.

Rassenkeuze

Bij de veredeling van verschillende rassen spelen tal van gewenste eigenschappen van een ras een rol. Denk aan opbrengst, een gunstige vorm voor oogst en transport, smaak, kleur en bewaarbaarheid. Bij die veelheid aan eigenschappen is resistentie tegen ziekte (dus geen vermeerdering) of tolerantie (de plant is er niet gevoelig voor) slechts één van de aandachtspunten. Dit is echter een belangrijke maatregel in het hele palet en krijgt langzamerhand al meer aandacht. Zo was het in de aardappelmarkt lang gebruikelijk om rassen te telen waar de consument aan gehecht was, terwijl resistente en tolerante



Figuur 4.2. De IPM piramide geeft het belang aan van verschillende methode om ziekten en plagen in het gewas te voorkomen en te bestrijden.

rassen minder populair waren. Selecteren op resistentie tegen bijvoorbeeld schimmels kan zeer effectief zijn. Zo zijn er biologische aardappelrassen die in het loof en de knol een mate van resistentie hebben tegen de aardappelziekte phytophthora. De supermarktketens zijn zich inmiddels meer bewust van de mogelijkheden en zetten meer in op verkoop van deze en andere 'robuuste' rassen. Afstemmen van het ras op de bodem en het klimaat zorgt ook voor een weerbare plant. Als gevolg van klimaatverandering worden droogte- en zouttolerantie steeds belangrijker voor Nederlandse teelten.

Hygiëne

Een goede hygiëne voorkomt 'insleep' van ziekten en plagen. Het begint bij gezond en schoon zaad of plantgoed van betrouwbare leveranciers. Een andere route waardoor een ziekte of plaag in gewas komt is via transportmiddelen, machines en apparatuur. Het is van belang om deze na gebruik grondig te reinigen. Afvalhopen op akker en erf vormen ook een risico. Het is beter om teelafval van het bedrijf af te voeren of direct te composteren. Verder zijn er nog verschillende andere hygiënemaatregelen. Zoals het gebruik van stro in aardbeienteelt om vruchtrot, Botrytis en Colletotrichum te voorkomen. In de preiteelt is snel onderwerken van gewasresten belangrijk om te voorkomen dat ziekten zich vestigen. Bij aardappel is het belangrijk om aardappelopslag te verwijderen, om hiermee de cyclus van de coloradokever te doorbreken.



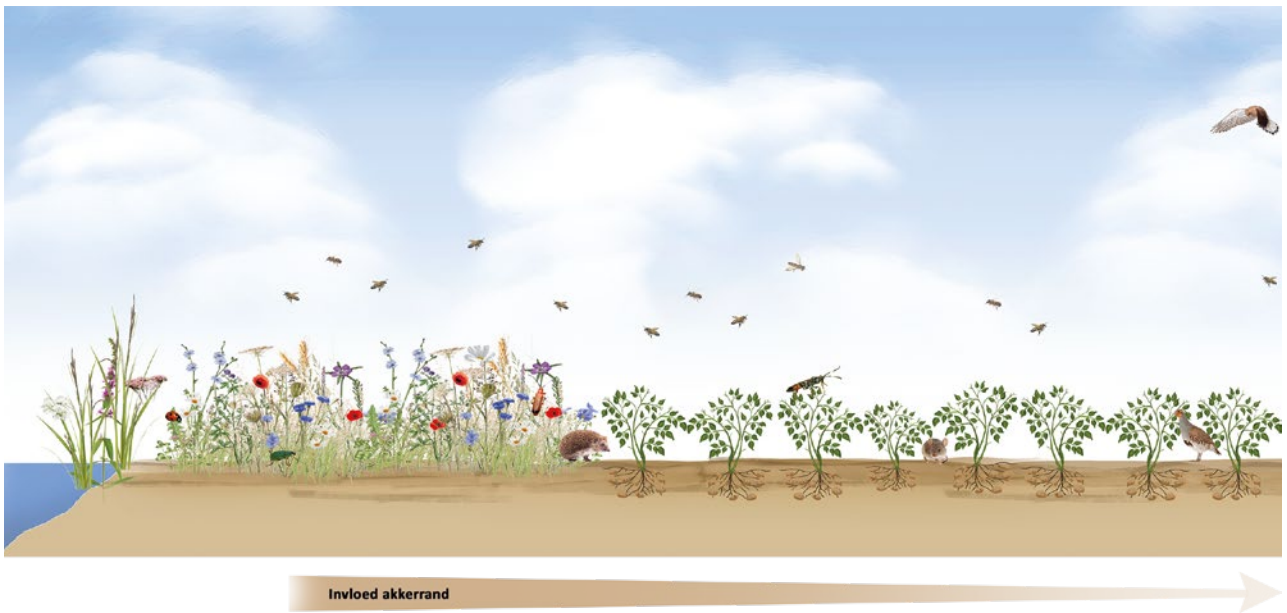
Proefveld met verschillende aardappelrassen waarin het verschil in phytophthora resistentie duidelijk te zien is.

Natuurlijke bestrijders

Wie gewassen teelt trekt insecten aan en onvermijdelijk ook plaaginsecten. Luizen, wantsen, kevers, mijten, rupsen en aaltjes doen zich graag tegoed aan de gewassen. Als neveneffect van internationale handel kwamen plaaginsecten uit andere delen van de wereld mee, die zich hier hebben gevestigd, zoals de coloradokever, de suzukivlieg en de grauwe schildwants. Boeren en landbouwkundigen zochten naar de rol die de natuur zelf kan spelen in de bestrijding van schadelijke insecten. Zo werden eind 19^e eeuw in Australië al lieveheersbeestjes ingezet in de citrusteelt. En in 1926 ontdekte een Britse komkommerteler de waarde van de sluipwesp tegen de schadelijke witte vlieg. Vrijwel elke plaag heeft ook een natuurlijke vijand. Het bekendste voorbeeld zijn luizen die op het menu staan van lieveheersbeestjes. Maar ook gaasvliegen en zweefvliegen doen nuttig werk voor het onderdrukken van plaaginsecten. Dergelijke natuurlijke bestrijders leven op en in het gewas, maar hebben daar niet genoeg aan voor hun hele levenscyclus. Natuurlijke elementen en akkerranden vergroten de leefruimte en hoeveelheid voedsel en daarnaast ook de overlevingskansen in de winter. Het is dus nuttig om de plaagbestrijders te helpen met akkerranden, hagen en struweel. Een term hiervoor is FAB-randen, wat staat voor randen met Functionele AgroBiodiversiteit. Het voordeel ervan is dat de natuurlijke vijanden als een 'standing army' al aanwezig zijn als de plaag arriveert en zodat vermeerdering en verspreiding onderdrukt kan worden. Hierdoor zal de schadedrempel niet snel worden overschreden (figuur 4.3 en 4.4).



Gebruik van stro in de aardbeienteelt kan vruchtrot voorkomen.



Figuur 4.3. Akkerranden zijn een broedplaats voor insecten die plagen kunnen onderdrukken in het gewas.



Zweefvliegen leggen eitjes in de buurt van bladluizen.



Larven van veel zweefvliegen eten bladluis.



Volwassen zweefvliegen voeden zich met nectar van o.a. korenbloem.

In granen en aardappelen blijken met voldoende FAB-randen chemische bespuitingen tegen plagen achterwege te kunnen blijven. Verder staan zogenaemde banker fields in de belangstelling. Dit zijn stroken door het gewas met daarin een aantal goedgekozen plantensoorten die voeding en voortplantingsplek bieden aan natuurlijke vijanden. Die kunnen zich vanuit de banker fields verplaatsen naar het gewas. Met de name de gaasvlieg en de zweefvlieg worden in banker fields in grote getale waargenomen.

Nieuwe kennis over plaagsoorten en vijanden

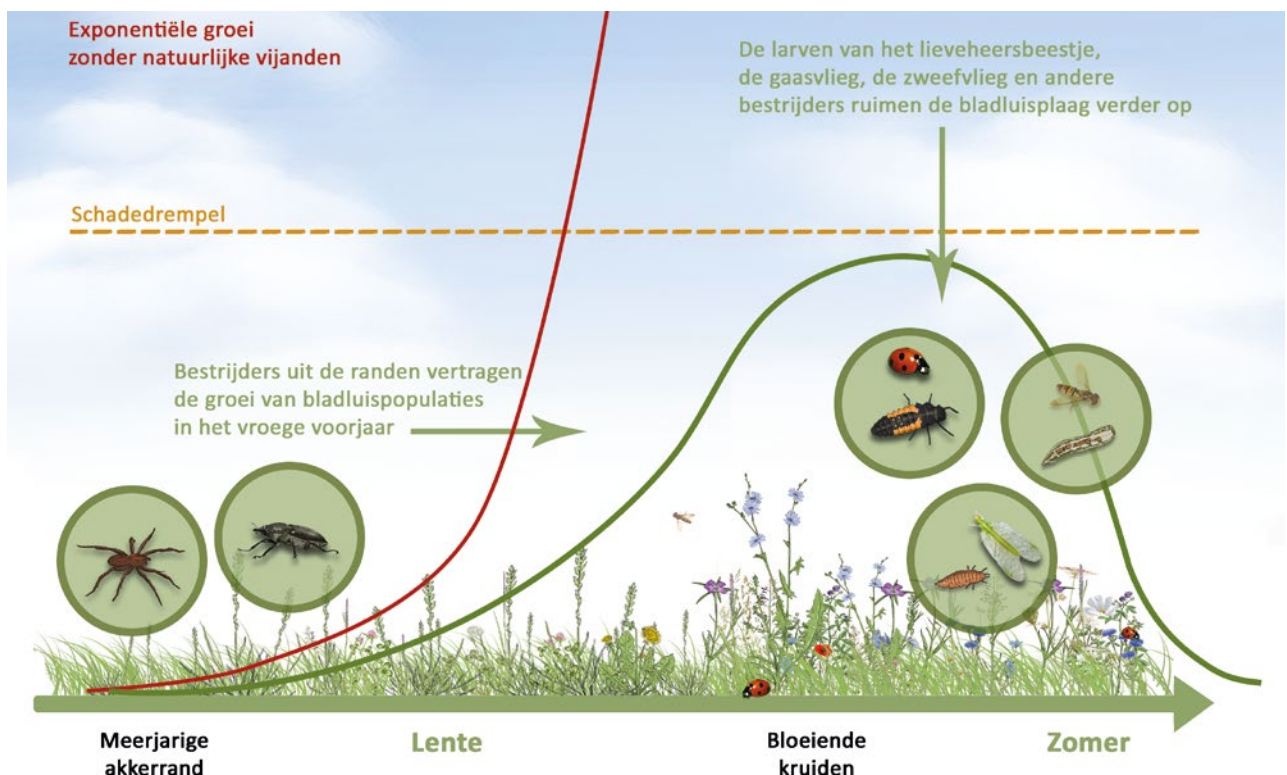
Decennia van wetenschappelijk onderzoek naar planten, insecten en bodem, leveren tal van inzichten en aanknopingspunten op voor biologische bestrijdingsmethoden. Zo ontdekten Wageningse onderzoekers dat sommige planten 'om hulp roepen' wanneer ze worden aangevreten. Dat doen ze door signaalstoffen af te scheiden die natuurlijke vijanden zoals roofwantsen aantrekken. Ook kennis van de genetica van plaagsoorten en hun natuurlijke vijanden biedt nieuwe kansen om biologische plaagbestrijding te optimaliseren.



Akkerranden (links) en bankierplanten (rechts) zorgen voor grote aantallen insecten en bestrijders dichtbij gewassen.



Loopkevers zijn carnivoren en zijn verantwoordelijk voor onderdrukking van tal van plaaginsecten, zoals slakken, rupsen en bladluizen. Ze komen in het vroege voorjaar tevoorschijn uit de strooisellaag van bijvoorbeeld meerjarige akkerranden.



Figuur 4.4. Met de aanwezigheid van plaagbestrijders wordt exponentiële groei van plagen geremd, waardoor de schadedrempel niet altijd wordt overschreden.

Diverse methoden van natuurinclusieve bestrijding zijn nu al praktisch en worden door telers en onderzoekers op effectiviteit getest en verbeterd. Een belangrijke en voor de hand liggende route is door de populatie van inheemse en natuurlijke bestrijders te vergroten. Maar ook de voortplanting van plaagdieren is een aangrijpingspunt. Hieronder wordt een vijftal methodes van preventieve en/of biologische vormen van plaagbeheersing met voorbeelden beschreven:

1. Dicht bij het gewas lokken van gewenste bestrijders. Kruidenrijke randen langs en in het perceel voorzien de natuurlijke vijanden van luizen van de nectar en stuifmeel die ze nodig hebben voor energie en voortplanting. Bloemen waarvan is bewezen dat ze soorten als lieveheersbeestjes, gaasvlieglarven, zweefvlieglarven en diverse soorten sluipwespen aantrekken zijn schermbloemigen, boekweit, klaproos, margriet en korenbloem.
2. Bieden van nestgelegenheid voor bestrijders. Met broeden schuilplaatsen voor bijvoorbeeld oorwormen, lieveheersbeestjes, vogels en vleermuizen op en rond het boeren erf. Samen vormen ze dan een leger van bestrijders van vliegen in de stal en plagen op percelen. Zwaluwen en vleermuizen zijn erkende vliegeneters.
3. Plaaginsecten verwarren. Als mannetjes en vrouwtjes elkaar niet meer ontmoeten, volgt er geen vermeerdering. In de fruitteelt worden met verdampers feromoonstoffen verspreid die de mannetjes afleiden. Bij een lichte plaagdruk werkt dit goed.
4. In het gewas uitzetten van plaagbestrijders. De glastuinbouw heeft al sinds de jaren 80 goede resultaten met het uitzetten van roofwantsen en sluipwespen, die in kassen eenvoudig zijn vast te houden. Maar ook in open teelten wordt er steeds vaker succes mee behaald, zoals de inzet van galmuggen of sluipwespen in de strijd tegen bladluizen. Galmuggen worden aangetrokken door de geur van honingdauw die bladluiskolonies verspreiden. Ze leggen hun eieren bij de kolonies, waardoor de larven meteen een voedselbron hebben. De larven verlammen de bladluizen en zuigen deze vervolgens leeg. Ook zijn er diverse soorten sluipwespen die toegepast worden in verschillende omstandigheden.
5. Gesteriliseerde plaaginsecten uitzetten. Deze steriele mannetjes concurreren met de wilde mannetjes voor vrouwtjes. Als een vrouwtje met een steriele man paart komen er geen nakomelingen, en daarom is de volgende generatie kleiner. Een succesvol voorbeeld is de steriele vlieg tegen de uivlieg. Dezelfde techniek met steriele mannetjes blijkt in het Verenigd Koninkrijk te worden ingezet tegen de invasieve Suzukivlieg. Naast het uitzetten van de steriele mannetjes wordt er ook gemonitord, middels tellingen in vangbekers. Zo kan eventueel worden bijgestuurd door extra steriele vliegen uit te zetten.



Vooraf in jonge boomgaarden zijn extra schuilplaatsen voor oorwormen aan te raden, zoals zakjes of bloempotjes met stro.



Feromoonverwarring Checkmate CM verwart de fruitmot, waardoor populatieopbouw wordt verhinderd.



Met de Steriele Insecten Techniek (SIT) worden steriele mannetjes van de uivlieg uitgezet om opbouw van de populatie te voorkomen.

Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

Preventie en beheersing van ziekten en plagen via een reeks samenhangende maatregelen is goed inpasbaar en levert een gezonder gewas op waarin minder vaak hoeft te worden ingegrepen. Wel vergt het (opbouwen van) vakkennis, aandacht en tijd. Maatregelen volgen de IPM-methodiek en zijn doorgaans inpasbaar in de bedrijfsvoering en *no-regret* (baat het niet dan schaadt het niet).

Kosten en baten

De verscheidenheid van maatregelen maakt het niet makkelijk om kosten en baten van preventieve maatregelen en biologische bestrijding te becijferen. Wel wordt preventie in plaats van ingrijpen over het algemeen gezien als kosteneffectief, met name wanneer telers voldoende ervaring hebben met de maatregelen. Sommige maatregelen brengen extra kosten met zich mee in de vorm van teeltoppervlak, arbeid en/of investeringen. Er zijn ook baten in de vorm van uitgespaarde bestrijdingsmiddelen. Bij sommige maatregelen zoals FAB-randen zijn de kosten van aanleg en beheer en de vermindering van areaal over het algemeen hoger dan één of twee insecticiden besparingen. Als gebruik kan worden gemaakt van een ANLb-regeling staat daar een vergoeding tegenover die dit verschil compenseert. Veel belangrijker zijn de baten in de vorm van een robuuster

bedrijf: een gezonder gewas in een gezondere bodem. En de maatschappelijke baten in de vorm van een grotere biodiversiteit (meer soorten en grotere aantallen insecten), een schoner eindproduct en minder vervuiling van het milieu.

Meer informatie

- Preventieve maatregelen: wiki.groenkennisnet.nl/space/BB/11862203, www.beedeals.nl/wp-content/uploads/2018/01/001-Preventie-van-plagen-ziekten.pdf
- Resistente rassen: www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/kennisonline-onderzoeksprojecten-lnv/soorten-onderzoek/kennisonline/bioimpuls-iii.htm
- Akkerranden: ipm-toolbox.nl, www.landbouwmetsnatuur.nl/maatregelen/akkerranden-en-bloemstroken
- Uienvlieg bestrijden: www.youtube.com/watch?v=ZmK7d0T_EC8
- Feromoonverwarring: www.youtube.com/watch?v=1F_x5yL3gtY
- Natuurlijke vijanden: edepot.wur.nl/453171
- Praktische adviezen fruitteelt: biofruitnet.eu/nl/materiaal/#praktische-samenvattingen

FRUITTELER AART VAN WIJK STIMULEERT NATUURLIJKE VIJANDEN

‘Ik houd schadedrempels goed in de gaten’

In Opijnen worden bij Sikkert Berry's op ruim 20 hectare rode en witte bessen en bramen geteeld. Fruitteler Aart van Wijk omarmt daarbij zijn natuurlijke vijanden. Die aanpak kwam mede voort uit de eis vanuit de keten om rode bessen met maximaal vijf werkzame stoffen te telen. Door luizen met natuurlijke vijanden te bestrijden in plaats van met middelen, bleef er spelingsruimte over om een middel tegen vruchtrot in te zetten en het zachtfruit goed te bewaren tot aan de kerst. Die natuurlijke bestrijders trekt Aart aan door ‘verantwoord slordig’ te werken. Snoeihout blijft liggen voor biodiversiteit, organische stof en het bodemleven. ‘In principe maai ik op het rode bessenperceel pas na de bloei. Voor de pluk moet ik wel maaien, maar dat doe ik dan om de rij, zodat de insecten naar de andere rij kunnen uitwijken’, vertelt Aart. ‘De eerste plant die in het voorjaar groen is, is de brandnetel in de grasbaan. Daar zit dan ook als eerste luis in, maar dat trekt meteen natuurlijke vijanden aan. Zo staat er op tijd een legertje natuurlijke bestrijders klaar om de rode bessenstruiken te beschermen. Verder houd ik schadedrempels goed in de gaten. Afgelopen seizoen kwam een werknemer aan met een gekruld blad. Daar zaten inderdaad luizen op, maar deze waren bijna allemaal geparasiteerd. Dan hoef ik niet in te grijpen. Sterker nog: als ik zou gaan spuiten, dan spuit ik ook de nuttige dieren dood.’ Aart teelt ook bramen en daarin heeft hij wel last van de Suzukivlieg. ‘In de bramen zet ik zolang mogelijk (gekochte) natuurlijke vijanden in, zoals roofwantsen en sluipwespen. Aan het eind van het seizoen moet ik daar vaak toch chemisch ingrijpen. Omwille van de bestuivers spuit ik in dat geval altijd 's avonds, nooit overdag.’



4.5 Meten is weten

Monitoring van ziekten en plagen



Deze maatregel draagt bij aan:

behoud biodiversiteit, minder inzet bestrijdingsmiddelen, plaagonderdrukking

De ene luis brengt een virusziekte over, terwijl een ander soort luis alleen maar zuigschade aan het blad van het gewas veroorzaakt. Zo is de ene al bij een kleine hoeveelheid een bedreiging voor het gewas en de andere niet of pas bij grote aantallen. Daarom is het monitoren van ziekten en plagen een belangrijk onderdeel van geïntegreerde plaagbeheersing (IPM). Met die informatie en de hulp van beslissingsondersteunende tools kunnen telers heel gericht gebruik maken van bestrijdingsmiddelen op het juiste moment en alleen als de kosten daarvan opwegen tegen de mogelijke schade aan het gewas.

Scouten op vaste momenten

Bij geïntegreerde ziekte- en plaagbeheersing ga je als teler op voorhand uit van de mogelijkheid dat ziekten en plagen zich voordoen in gewassen. Hoe eerder het voorkomen van een plaag of ziekte in beeld komt, hoe beter je daar tijdig en gericht op kunt inspelen. Met gericht monitoren of scouten worden met vaste regelmaat waarnemingen gedaan in het gewas om ziekteverschijnselen en plaagdieren te zien en daarbij ook aantallen en mate van toename in te schatten. Voor het scouten van bijvoorbeeld insecten in een bietenperceel, worden deze geteld op een vast aantal planten, verspreid over het perceel. Binnen een perceel zijn er immers verschillende omstandigheden zoals plekken met en zonder schaduw, meer of minder vochtige bodem en verschil in blootstelling tussen de rand en het midden van het perceel.

Voor een goede scouting is het herkennen en onderscheiden van verschillende soorten plaaginsecten uiteraard van belang. Het voorbeeld waarmee deze paragraaf begint slaat op het verschil tussen de groene perzikluis en de zwarte bonenluis. De laatste veroorzaakt zuigschade, maar de eerste brengt vaak een virus met zich mee.

Voor sommige plaagsoorten, zoals de wortelvlieg, worden vangplaten gebruikt. Het aantal vliegen dat per week op één val blijft kleven en dan met meerdere vallen per perceel, geeft een beeld van de aanwezigheid van wortelvlieg op het perceel.

Schadedrempel

Gericht waarnemen zorgt voor een vinger aan de pols om op het juiste moment beslissingen te nemen over de inzet van middelen. Dat juiste moment wordt de schadedrempel genoemd en die is voor heel veel combinaties van gewassen en plagen of ziekten al vastgesteld op basis van historische data en proeven. Een schadedrempel geeft dus het moment aan waarop een ziekte of plaag in zo'n mate of hoeveelheid voorkomt, dat het een probleem gaat vormen voor het gewas. Tot dat moment is chemisch bestrijden nog niet nodig, of niet lonend. En door het te volgen en af te wachten krijgen natuurlijke plaagbestrijders langer de kans om de plaag te onderdrukken.

Een schadedrempel kan per plaag- of ziektesoort verschillend zijn, maar is daarbij ook afhankelijk van het stadium van een plaag (larve of adult), van het gewas, de periode en soms van de weersvoorspelling.



Zwarte bonenluis zuigt plantsappen op en is in kleine hoeveelheden onschadelijk voor het gewas.



Tijdens scouten in de gewassen worden vaak mummies van bladluizen gevonden. Dit zijn geparasiteerde bladluizen.

Waarschuwingssystemen

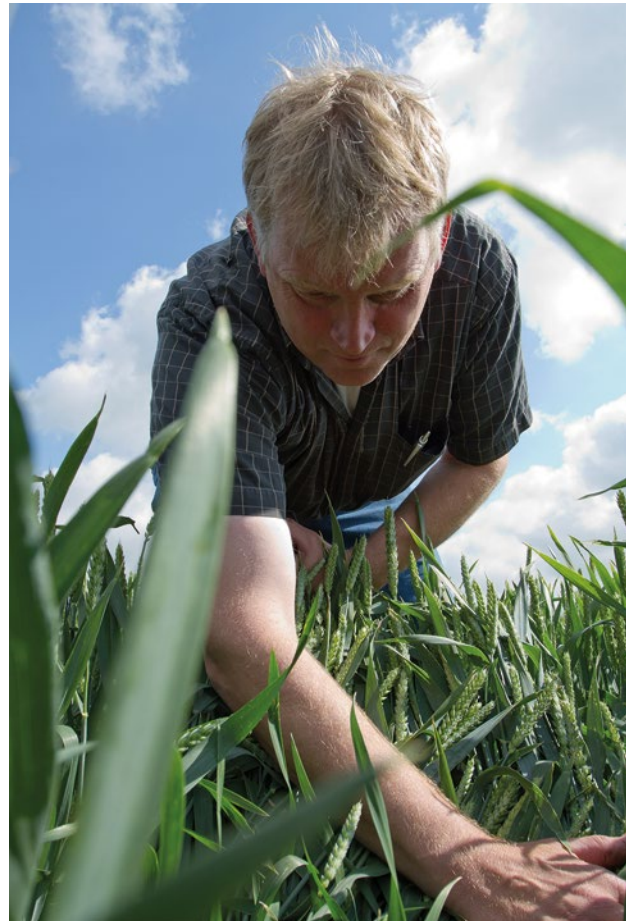
Bij het waarnemen en beslissen over al of niet bestrijden krijgen telers ondersteuning van waarschuwingssystemen. Deze geven tijdens het groeiseizoen actuele informatie over de kans op een plaag of een schimmelinfectie in het gewas. Dit wordt ook wel beslissingsondersteunende systemen (BOS) genoemd. Deze systemen maken gebruik van 'big data' afkomstig van sensoren, statistische informatie, weersvoorspellingen en modellen. Met name voor het voorspellen van de infectiekansen door schimmels zijn de weersomstandigheden van grote invloed. Sommige systemen houden ook rekening met eerdere bespuitingen om te bepalen of het gewas nog goed beschermd is.

Wanneer de plaag- of infectiedruk in de omgeving hoog is, loopt een perceel meer risico. Er zijn verschillende diensten die een waarschuwing versturen wanneer in de omgeving een bepaalde schadedrempel overschreden wordt. Dat bericht betekent niet dat agrariërs meteen een bespuiting moeten uitvoeren. Ze weten dan wel dat zij hun percelen extra goed in de gaten moeten houden. Pas wanneer op het eigen perceel een schadedrempel wordt overschreden, is het nuttig om daadwerkelijk in te grijpen.

Naast persoonlijke adviesberichten zijn er ook algemene bronnen te raadplegen, die boeren informeren over de ziekte- of plaagdruk. Een voorbeeld is de bladluiskaart van IRS. Deze geeft inzicht in de overschrijding van schadedrempels van bladluizen in suikerbietenpercelen in Nederland. Om deze kaart actueel te houden, tellen medewerkers van Cosun Beet Company en Delphy in het seizoen wekelijks bladluizen op wel meer dan 100 percelen.

Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

Het werken met een digitaal waarschuwingssysteem vergt over het algemeen wat begeleiding van adviseurs. Zeker in goedrenderende gewassen, zoals aardappels, vormen bespuitingen een verzekeringspremie voor de teler. Afwijken van een regulier spuitschema voelt als het nemen van een spannend risico. Het BOS-advies neemt het maken van keuzes van de teler niet over, maar ondersteunt en kan vaak ook juist sterken in eigen keuzes. De teler heeft zelf al gezien hoe het gewas ervoor staat en als het advies daarmee overeenkomt en ongeveer 'hetzelfde denkt' is dat een bevestiging om in te grijpen of het juist aan te durven om nog even af te wachten.



Gewasinspecties gaan volgens een vast protocol: bijvoorbeeld door langs een looproute door het gewas een vast aantal planten te bekijken.



De Goudval is een door De Groene Vlieg ontwikkelde methode die sinds midden jaren 90 veelvuldig wordt toegepast voor monitoring van insecten.

Kosten en baten

Goed scouten, gegevens bijhouden en daarnaast gegevens van adviesberichten en BOS volgen kost tijd, maar leidt tot forse besparingen op kosten voor gewasbescherming. In de fruitteelt leidde gebruik van een BOS tot 25% besparing, terwijl er bij asperge en aardbei gesproken wordt over 20% minder kosten voor fungiciden. In Italiaanse wijngaarden zorgde het gebruik van een BOS voor een middelenreductie van 24-75%, wat resulteerde in een kostenbesparing van € 56,- tot € 160/ha/jaar. Gebruik van abonnementen voor ziektemanagement-tools kosten € 200 - € 650 euro per jaar.

Meer informatie

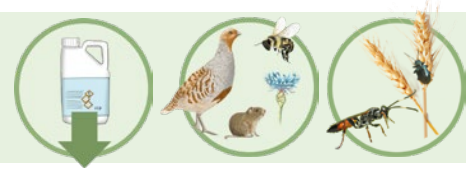
- Bladluizenkaart: www.irs.nl/insectenwaarschuwingskaart
- Adviesystemen: www.agrovision.com/nl/producten/teelt/adviesystemen/ziekteadvies, www.dacom.nl/nl/producten/ziektemanagement
- Waarschuwingssystemen: agriconnect.nl/thema/emissiereductie-gewasbeschermingsmiddelen-door-weerpalen-en-waarschuwingssysteem
- Spuitmoment: www.toolboxwater.nl/wp-content/uploads/15.-Het-optimale-spuitmoment.pdf



Weerpaal bij een maisperceel helpt bij het bepalen van infectiekansen door schimmels.

4.6 Zorgvuldig chemisch bestrijden

Alleen als laatste redmiddel



Deze maatregel draagt bij aan:

minder inzet bestrijdingsmiddelen, behoud biodiversiteit, plaagonderdrukking

Gebruik van chemisch-synthetische bestrijdingsmiddelen heeft hoe dan ook effecten voor biodiversiteit en het milieu. Om er zorgvuldig mee om te gaan en zo min mogelijk middelen te gebruiken is een geïntegreerde ziekte- en plaag beheersing de norm. Er wordt mee bedoeld dat een teler op voorhand inspeelt op de mogelijkheid van ziekten en plagen in het gewas. Dat kan door zorgvuldig te volgen wat er gebeurt en tijdig preventieve en niet-chemische maatregelen in te zetten om zo al veel onheil in de hand te houden. En pas bij schade boven een bepaalde drempel en als een andere aanpak niet helpt, wordt weloverwogen gekozen voor inzet van bestrijdingsmiddelen. De overwegingen gaan dan bijvoorbeeld over het type middel, de manier van toepassen en het voorkomen van emissies bij toepassing. Alles om de milieu-impact zo laag mogelijk houden.

Middelenkeuze

Bij de keuze van een middel tellen niet alleen prijs en effectiviteit, maar ook de effecten die het middel heeft op milieu, mens en dier. Die zijn eenvoudig af te lezen aan de milieubelastingspunten van het middel, zoals weergegeven via de CLM-milieumeetlat. De voorkeur gaat altijd eerst uit naar een middel dat selectief is en dus alleen inwerkt op de specifieke plaag of ziekte of het onkruid waar het om gaat en niet op andere organismen. Is dat er niet, dan vormen erkende laag-risico middelen een alternatief. Dit zijn middelen waarvan bekend is dat zij een lager risico vormen voor de omgeving.

Wie teelt voor een keurmerk zoals Planet Proof of Better Voor Natuur en Boer heeft rekening te houden met de eisen die vanuit het keurmerk gesteld worden aan het type middelen dat gebruikt wordt. Teel je biologisch dan mag je helemaal geen chemisch-synthetische stoffen toepassen. Bij Planet Proof leveren stoffen die milieubelastend zijn maluspunten op. Die kan de teler compenseren met bonuspunten die te behalen zijn met keuzemaatregelen die juist goed zijn voor het milieu.

Pleksgewijs toepassen

Het is niet altijd nodig om op het gehele perceel bestrijdingsmiddelen toe te passen. Soms komt een plaag of ziekte maar in een deel van het perceel voor en is het voldoende om daar een pleksgewijze bestrijding uit te voeren. Hetzelfde geldt voor onkruidproblemen. Er zijn een aantal technieken voor pleksgewijze aanpak. Het kan bijvoorbeeld handmatig met een draagbare spuit of rugsput, al of niet met een 'laagvolume strooilans'. Verder hebben veldspuiten vaak de mogelijkheid van middelinjectie. Alleen op de geselecteerde plek in het perceel wordt dan een extra middel aan de spuitvloei stof toegevoegd.



Door de optimale bedekking en minimale drift kan met de laagvolume strooilans tot 50% op middel worden bespaard.

Emissie voorkomen bij de toepassing

Tijdens het spuiten ontstaat nevel die gevoelig is voor verwaaien ofwel drift (figuur 4.5). Het middel kan ook na de bespuiting vanaf het gewas of de bodem uitspoelen. Om drift te voorkomen zijn er diverse driftreducerende technieken beschikbaar. Het is wettelijk verplicht om te werken met een (combinatie van) technieken die minimaal 75% driftreductie scoren. Sommige driftarme doppen of technieken zoals lucht-ondersteuning of wingsprayer leveren een hoger reductiepercentage op. De goedgekeurde driftreducerende spuittechnieken en -doppen zijn te vinden op de DRT- en DRD-lijst van de Technische Commissie Techniekbeoordeling (TCT).

Door de spuitboom te verlagen van 50 cm naar 30 cm kunnen spuitdoppen een driftreductieklasse hoger uitkomen. Om de spuitvloeistof goed te blijven verdelen moet de afstand tussen de doppen dan gehalveerd worden van 50 naar 25 cm en de tophoek van de doppen is dan 80° in plaats van 110°.

Er bestaan driftreducerende additieven die de spuitvloeistof en de druppels zwaarder maken. Zo zorgt het additief ervoor dat de vloeistof minder snel verwaait. Bovendien kan het additief het uitvloeien en aanhechten van het middel op het blad verbeteren.

Vanuit een bodem met veel organische stof spoelen minder middelen uit. Stimuleren van het bodemleven en voorkomen van verdichting zijn ook voor dit aspect belangrijke maatregelen.

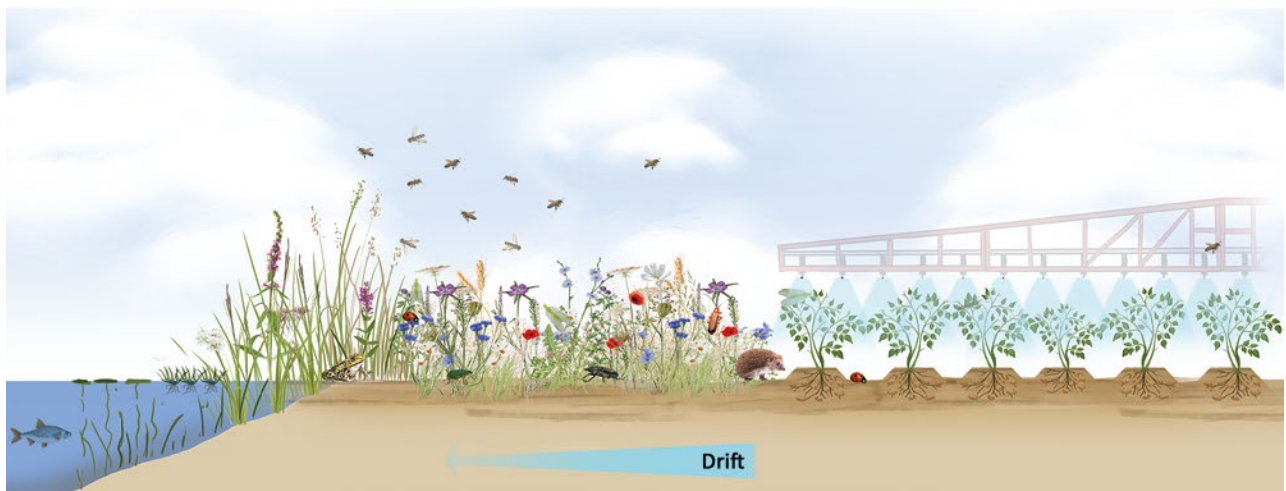
Emissie voorkomen bij het vullen van de spuit

Door betere spuittechnieken en spuitvrije zones zijn de emissies in het veld in de afgelopen decennia sterk teruggedrongen. Tijdens het vullen en reinigen van de spuitmachine op het erf kunnen middelen afspoelen en alsnog in het milieu terecht komen. Een goede maatregel om dit te voorkomen is een vul- en wasplaats met de mogelijkheid om restvloeistof en waswater op te vangen en een reinigingssysteem. Hiervoor zijn verschillende zuiveringssystemen beschikbaar die het afvalwater via verdamping of biologische zuivering reinigen.

Bij het vullen van een spuit is het altijd van belang om absorptiemiddel bij de hand te hebben om eventueel verspild middel meteen op te ruimen. Verder zijn er gesloten vulsystemen in ontwikkeling, waarbij contact tussen het onverdunde middel en de gebruiker of omgeving wordt voorkomen.

Bufferstroken

Vanaf 2023 is het voor het Gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB) en de mestwetgeving verplicht om bufferstroken langs alle waterlopen te hebben. Op deze stroken mogen geen bestrijdingsmiddelen of meststoffen worden toegediend. De breedte van de strook hangt af van het type waterloop; voor ecologisch kwetsbare en KRW waterlopen geldt een breedte van 5 meter. Uit onderzoek blijkt dat bij een zone van 3,5 meter zo'n 80% minder middel in de sloot belandt dan bij een zone van 1,5 meter. Deze zone kan door inzaai ook als akker-rand dienen en zo meerdere functies krijgen. Met diverse krui-



Figuur 4.5. Spuitvrije bufferzones verminderen de kans dat bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater terechtkomen (direct of via drift). Inzaaien met akkerkruiden help de biodiversiteit en plaagonderdrukking in het gewas. Een strook langs een kruidenrijke akker-rand kan ook overgeslagen worden met spuiten, om natuurlijke bestrijders te sparen.

den bevordert zo'n rand de biodiversiteit en trekt natuurlijke vijanden aan. Die helpen plaaginsecten beheersen en dragen zo bij aan minder middelengebruik. Het is dan aan te raden om niet direct naast de akkerrand te spuiten, om natuurlijke bestrijders te sparen. Een akkerrand kan ook een infiltratiegreppel bevatten die afstromend water uit het perceel opvangt. Met name bij ruggenteelt is dit relevant, omdat water daar sneller wegstroomt. Om afspoeling tussen de ruggen te voorkomen zijn er machines die een wafelpatroon met kuiltjes aanbrengen waardoor water makkelijker infiltreert.

Het is mogelijk om een emissiescherm van ondoorlatend materiaal te plaatsen om wegwaaien te voorkomen. Dit scherm moet dan minstens even hoog zijn als de spuitdoppen.

Een houtsingel of een struweelhaag langs een perceelsrand kan een natuurlijk emissiescherm vormen. Het moet wel in het voorjaar voldoende begroeid zijn en in blad staan om die functie te vervullen. Bij doelbewuste aanplant als 'vanggewas' zijn haagbeuk, meidoorn, populier, eik, vlier en liguster geschikte soorten. Als er ook bomen en struiken in komen die plaaginsecten aantrekken (die als voeding dienen voor natuurlijke vijanden), zoals zwarte els, krijgt de haag een dubbeldoel. Vanzelfsprekend is het ook van belang om goed op het weer te letten en niet te spuiten bij veel wind, of als er fikse regenbuien op komst zijn.



Een haag kan voorkomen dat bestrijdingsmiddelen naar de omgeving verwaaien.

Kosten en baten

Veel van de hierboven beschreven maatregelen zijn wettelijk verplicht om drift en afspoeling te voorkomen. Een ondernemer kan ervoor kiezen om deze maatregelen uit te breiden zodat zij een dubbel doel dienen. Zo kan het inzaaien van een spuitvrije zone ervoor zorgen dat natuurlijke vijanden en andere insecten worden aangetrokken. Het inzaaien van randen, aanplanten van hagen en aanleggen van infiltratiegreppels brengt meerkosten met zich mee en kan productieruimte kosten.

Technische innovaties, zoals nieuwe spuittechnieken, zijn prijzig, maar leveren ook een besparing op middelen op en kunnen zichzelf zo op termijn terugverdienen. Richtlijn voor de kosten van een betonnen wasplaats zijn € 100/m², de totaal-kosten van de bijpassende zuiveringssystemen variëren tussen de € 800 en € 16.500, afhankelijk van de benodigde capaciteit.

Meer informatie

- Milieu-impact bestrijdingsmiddelen: www.milieu-meeclat.nl
- Emissiereductie: www.toolboxwater.nl
- Driftreductie: iplo.nl/thema/water/afvalwater-activiteiten/agrarische-activiteiten/telen-gewassen-openlucht/vaststellen-driftreductie-spuitechnieken
- Gewasbeschermingsmonitor: www.schoonwater-wijzer.nl



Een overdekte wasplaats voor machines waarmee bestrijdingsmiddelen zijn toegepast.

4.7 Gemengde teelt van granen en peulvrucht

Gewassen versterken elkaar



Deze maatregel draagt bij aan:

biodiversiteit, verbetering bodemkwaliteit, korte kringloop, vermindering meststoffen, minder inzet bestrijdingsmiddelen

Het telen van één gewas op één perceel is om allerlei redenen het meest gangbare systeem geworden, maar in traditionele landbouwsystemen werden gewassen ook wel in mengteelt door elkaar verbouwd. De voordelen van dergelijke mengteelten worden opnieuw ontdekt. Onder mengteelt wordt verstaan: het door elkaar telen twee of meer gewassen op hetzelfde perceel. Voorbeelden zijn combinaties als gerst en erwt, mais en klimboon en tarwe met veldboon. De laatste variant wordt verder toegelicht in dit hoofdstuk.

Het achterliggende idee bij mengteelt is dat verschillende gewassen elkaar versterken. Niet toevallig gaat het in de voorbeelden om mengteelten met een vlinderbloemige. Die binden stikstof uit de lucht, waar het andere gewas van profiteert. Denk verder aan het aantrekken van natuurlijke bestrijders en verschillen in het benutten van licht en nutriënten. Mengteelten leveren een iets hogere opbrengst en zijn daarnaast goed voor de bodemgezondheid.

Tarwe-veldboon, geschikt voor mens en dier

Het mengen van gewassen heeft uiteraard ook gevolgen voor de oogst en afzet van het product. Tarwe met veldboon valt als veevoer van hoge kwaliteit voor melkkoeien te oogsten door het te hakselen en in te kuilen (zogenoemde GPS – Gehele Plant Silage). Dorsen als korrelmengsel om in geplette vorm aan koeien te voeren, of als eiwitgrondstof in mengvoeders is ook een mogelijkheid. Maar beide producten zijn ook zeer geschikt voor menselijke voedsel. Vaak is er dan wel een extra handeling nodig, namelijk het scheiden van de bonen en de graankorrels.

Binden en uitdelen van stikstof

Een vlinderbloemige heeft de bijzondere eigenschap over wortelknolletjes te beschikken die stikstof (N_2) binden uit de lucht. Die gebonden stikstof komt beschikbaar voor de plant zelf, waardoor de omringende granen de beschikbare stikstof uit de bodem kunnen opnemen. Dat maakt dat de veldboon in een mengteelt harder gaat werken om zichzelf van stikstof te voorzien. De gebonden stikstof maakt dat de gewasresten van peulvruchten veel stikstof bevatten en de geoogste bonen eiwitrijk zijn, aangezien stikstof de belangrijkste bouwsteen is van eiwitten. Veldboon bevat rond de 30% eiwit. Tarwe min-



Mengteelt tarwe veldboon in vroeg (links) en afrijpingsstadium (rechts).

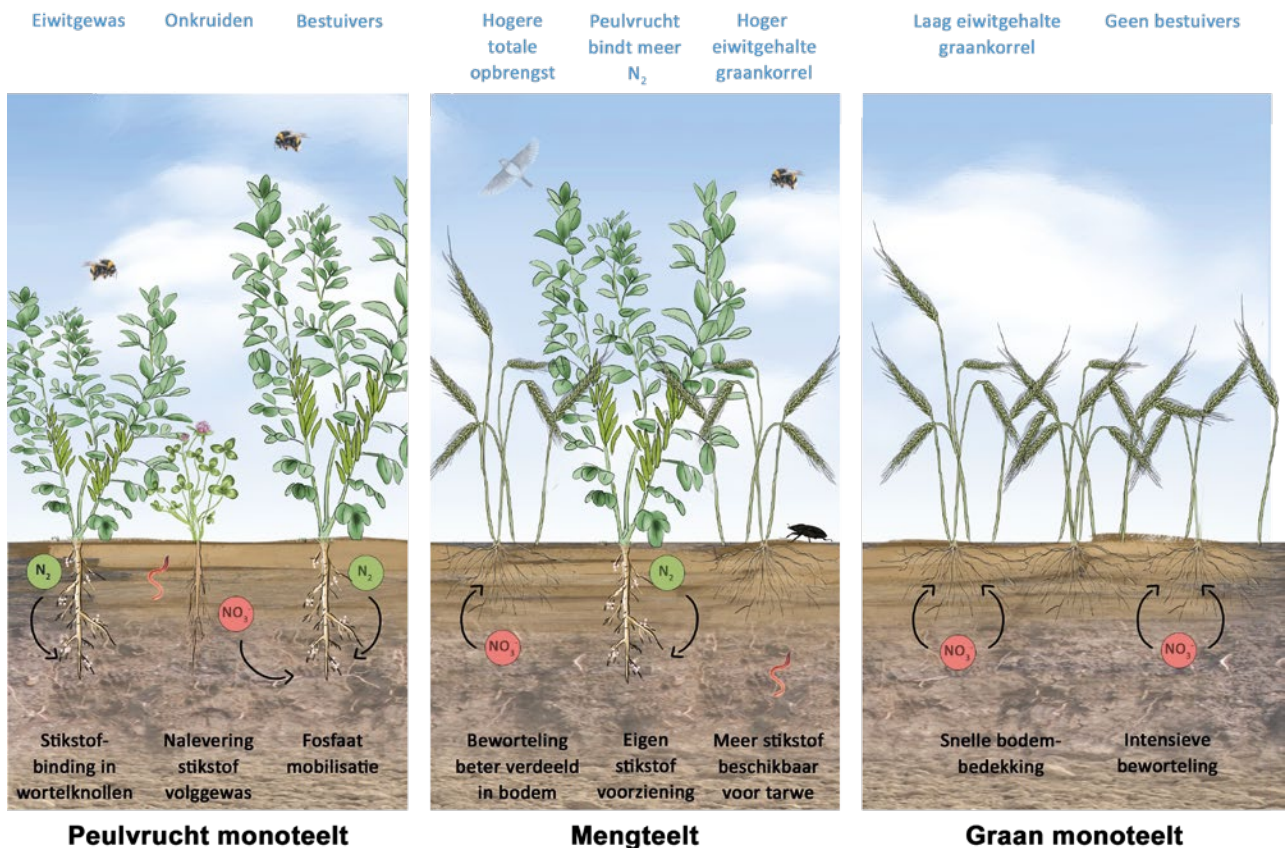
der, zo'n 10-12%. Het eiwitgehalte van graankorrels stijgt enkele procenten in een mengteelt, want per plant is er meer stikstof beschikbaar (er staan minder graanplanten per vierkante meter dan in een monoteelt graan) (figuur 4.6).

De veldboon heeft nog een sterke eigenschap in te brengen in de 'samenwerking' met tarwe. De penwortels gaan tot wel een meter diep de grond in. De wortels scheiden stoffen uit die mineralen mobiliseren uit bodemdeeltjes: zo komt onder meer fosfaat (beter) beschikbaar.

Een mengteelt legt zo een hogere efficiëntie aan de dag in de benutting van voedingsstoffen uit de bodem, ook omdat beide gewassen een andere behoefte aan nutriënten hebben. Het wortelstelsel en de gewasresten bevatten na de oogst zo'n 100 tot 120 kg stikstof per hectare, die zoveel mogelijk moet worden vastgehouden in een vanggewas zodat deze ten goede komt aan de volgteelt.



Wortelstelsel van de veldboon met witte wortelknolletjes waar stikstof wordt gebonden uit de lucht.



Figuur 4.6. Een mengteelt met een vlinderbloemige legt stikstof (N₂) vast in de vorm van nitraat (NO₃⁻), waar het graan van profiteert en zo in totaal een hogere opbrengst levert en voor meer eiwit in het graan zorgt. Diversiteit in beworteling van mengteelten zorgt voor efficiënt gebruik van voedingsstoffen en bodemvocht. Bloeiende gewassen trekken bestuivers en zorgen voor meer biodiversiteit. Granen groeien snel ten opzichte van vlinderbloemige waardoor onkruiden geen kans krijgen.

Onkruidbestrijding

Peulvruchten hebben als nadeel dat ze bij opkomst lange tijd een open stand houden, waardoor onkruid een kans krijgt. Graan heeft juist een vlotte bodembedekking, wat dus onkruiden onderdrukt. Onkruidbestrijding kan mechanisch door meerdere keren eggen en schoffelen.

Bestuiving

Vlinderbloemigen trekken met hun bloei hommels en bijensoorten aan, die zich voeden met het stuifmeel en de nectar in de bloem. De kruisbestuiving verhoogt de opbrengst van het gewas. Insecten en gewas hebben elkaar dus nodig. Omdat het gewas maar kort in het voorjaar bloeit, is het goed om zorg te dragen voor zoveel mogelijk bloeiende planten in de bermen, akkerranden, houtwallen en slootranden, die samen over een langere periode nectar en stuifmeel te bieden hebben: daarmee verleng je de zogenoemde bloeihoog (zie § 7.4). Bijenkasten zijn eveneens bevorderlijk voor een goede bestuiving.

Voordelen

Betere benutting van nutriënten, doorgeven van uit de lucht gebonden stikstof via gewasresten, onkruidonderdrukking: allemaal redenen om mengteelt als een variant te zien die past bij een natuurinclusieve manier van boeren. Daar komt nog bij dat de planten van één soort minder dicht op elkaar staan, wat de verspreiding van ziekten en plagen afremt, wat natuurlijke vijanden meer tijd en kans geeft om de plaag vanuit

akkerranden, bermen en struweel onder controle te houden. Granen en peulvruchten kennen elk hun eigen schimmelziekten, waardoor het ook niet praktisch of niet toegestaan is om fungiciden te gebruiken. Nog een reden waarom het goed past in een natuurinclusieve bedrijfsvoering.

Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

De mengteelt van tarwe en veldboon kan zowel in het najaar worden gezaaid als wintergewas, als in het voorjaar in de zomervariant. De wintervariant levert een hogere opbrengst per hectare, maar kent in de winter extra risico's, zoals ganzenschade en wateroverlast. De mengteelt levert zelf een bijdrage aan bodemverbetering, maar heeft bij de start wel een goed ontwaterde bodem met een fijne structuur nodig. Aan de groei van het mengsel ken je in het seizoen ook de verschillen in een perceel terug. Zo zal tarwe het op slechtere plekken en in droge zomers iets beter doen. De groeiomstandigheden bepalen zo uiteindelijk ook de mengverhouding in het geogste gewas tarwe en veldboon.

Veldboon en tarwe hebben elk een andere zaaidiepte. Tarwe moet op 2-3 cm liggen en komt bij dieper zaaien matig op, terwijl veldboon juist op zo'n 7-8 cm moet liggen en bij ondieper zaaien risico's heeft op vraat van vogels of muizen. Dit wordt vaak opgelost door in twee werkgangen te zaaien, of met combimachines die verschillende zaden op twee dieptes kunnen zaaien. De afstand tussen de rijen is 12 tot 50 centimeter, afhankelijk van de gebruikte schoffelgarnituur.



Eggen in een mengteelt waarbij de mengteelt net is opgekomen.

Het mengsel kan als korrelproduct worden geoogst door het te dorsen en het korrelmengsel als grondstof voor mengvoeders te verkopen of voor gebruik op eigen bedrijf. Aangezien tarwe doorgaans enkele weken eerder rijp is dan veldboon vergt dit een goede afstemming van rassen door te kiezen voor een late tarwe en een vroege veldboon.

Afzet van veldbonen aan bijvoorbeeld producenten van vleesvervangers is mogelijk, maar vergt een extra behandeling om tarwe en veldbonen te scheiden. De verwachting is dat de vraag naar plantaardige eiwitten in Europa gaat stijgen. Dit vanwege maatschappelijke druk om de importen van soja voor veevoer te verlagen en daarnaast dierlijke eiwitconsumptie te vervangen door een meer plantaardig voedselpatroon (eiwittransitie). Een andere meer toegepaste variant is het gewas in een wat vroeger stadium te hakselen met een maishakselaar en in te kuilen als GPS.

Kosten en baten

Peulvruchten zijn in Nederland bezig aan een kleine revival: het was in 2013 2.830 ha en werd in 2023 geschat op 7.840 ha. De gewasopbrengsten zijn wisselend, maar er komen voortdurend betere rassen op de markt. In biologische (meng)teelt worden opbrengsten van 5 tot 7 ton per hectare gehaald met wisselende verhoudingen tarwe/veldboon. De tarwe uit mengteelt heeft 2 tot 3 procentpunt meer eiwit, waardoor het vaker mogelijk is om bakkwaliteit te produceren. Andere baten waar moeilijk een bedrag aan te hangen is, zijn de bijdrage aan bodemkwaliteit, ziekteverendheid en efficiëntere benutting van nutriënten. Aan de andere kant zijn de teeltkosten iets hoger door duurder veldbonenzaad (ca 260 euro veldbonen + 30 euro tarwe). Wanneer gekozen wordt voor combinen, duurt dit langer dan bij wintertarwe en kan later een extra sorteerbewerking nodig zijn als tarwe en veldbonen apart worden verkocht. Het saldo van een mengteelt veldboon en tarwe is iets minder negatief dan van de monoteelten. Dat deze negatief zijn, heeft te maken met de hoge grondprijzen in Nederland en goedkope importmogelijkheden uit het buitenland.



Een mengteelt van lupine en graan (links) en mais met klimboon (rechts).

WINNY EN ARJEN VAN BUUREN TELEN ZOMERTARWE EN VELDBONEN GEMENGD

‘Gemengde teelt zorgt voor een hoger eiwitgehalte in de tarwe’

Ondernemers Winny en Arjen van Buuren beheren landbouwgronden op landgoed Velhorst bij Lochem, landgoed Kreil bij Winterswijk en op de Zenderense Es bij Borne op landgoed Twickel. Sinds 2020 passen ze mengteelt toe van zomertarwe en bloeiende zomerveldbonen. Voor het inzaaien hebben ze met bouwer en leverancier van zaaimachines Koeckhoven een machine ontwikkeld die in één werkgang op twee verschillende dieptes kan zaaien. Ze oogsten het menggewas met een combine, wat dus een mengsel oplevert van bonen en tarwe. Die worden vervolgens gescheiden met een Petkus zaadschoner.

Winny vertelt dat deze mengteelt met vlinderbloemigen niet alleen belangrijk is voor de stikstofvoorziening, maar daarnaast ook bijdraagt aan de organische stof in de bodem.

De gemengde teelt zorgt voor een aanmerkelijk hoger eiwitgehalte in de tarwe, namelijk 15 tot 16% eiwit. Dit draagt bij aan een goede bakkwaliteit en maakt afzet mogelijk aan ambachtelijke bakkers binnen en buiten de regio. De afnemers zijn erg tevreden over de kwaliteit. Zoals een van de bakkers stelt: ‘Bij het kneden van het deeg voel je de kwaliteit in je handen.’ De beschikbaarheid van deze kwaliteit graan draagt bij aan de verdere ontwikkeling van lokale korte ketens.

**Meer informatie**

- Tarwe-veldboon: www.louisbolk.nl/publicaties/teeltsheet-mengteelt-tarwe-en-veldboon-bio
- Mengteelten: vm193-134.its.uni-kassel.de/En.DiversiWiki/index.php/Mixed_Cropping

4.8 Strokenteelt

Variatie geeft plagen minder kans



Deze maatregel draagt bij aan:

verbetering biodiversiteit, vermindering inzet bestrijdingsmiddelen, verbetering bodemkwaliteit

Steeds vaker te zien: verschillende gewassen in lange repen of stroken naast elkaar op een perceel. Het is niet alleen een mooi gezicht, het is volgens sommigen de toekomst van de plantaardige teelten. Dit wordt strokenteelt genoemd om het verschil aan te geven met een perceel met één gewas.

De afgelopen tien jaar is er op het gebied van strokenteelt veel onderzocht en in de praktijk uitgetoet. Behalve een afwisseling van gewassen, kan ook worden gevarieerd met diverse rassen van hetzelfde gewas en met bloemstroken, luzerne of grasklaver. Deze maaigewassen zijn ook weer handig voor het transport bij de oogst van gewassen als aardappel, bieten en peen. De breedte van de stroken kan om diverse redenen variëren van 1,5 tot 36 meter.

Meer variatie op het veld

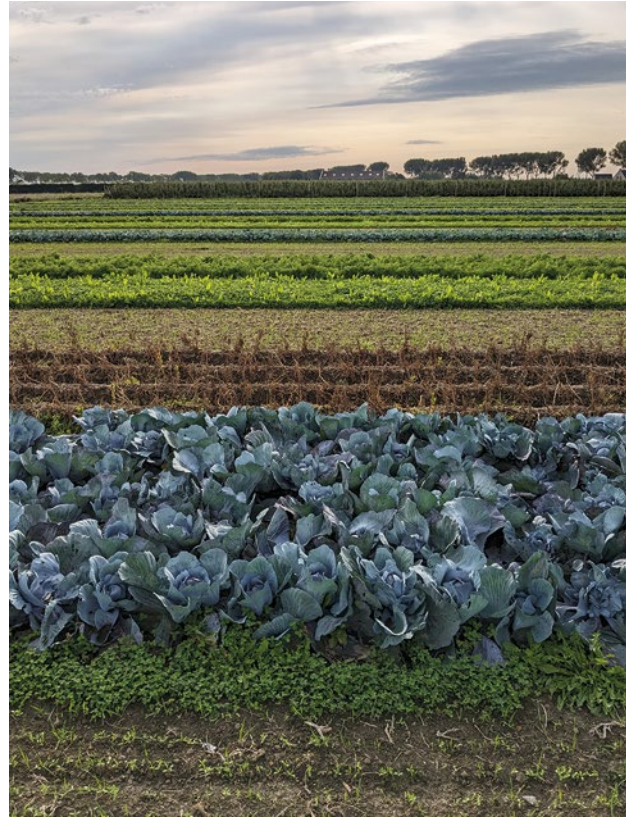
Bij verschillende gewassen op een perceel is voor meer verschillende soorten een leefgebied te vinden en neemt de soortenrijkdom op het perceel toe. Ook ondergronds is er meer biodiversiteit te vinden dan op een perceel met maar één gewas.

Al die variatie en biodiversiteit helpen de teler: het leidt er samen toe dat plagen minder kans krijgen om zich door een gewas te verspreiden, dat er sprake is van risicospreiding en dat natuurlijke plaagbestrijders sneller en in grotere getale hun werk kunnen doen.

Rem op ziekteverspreiding

Gewassen in een grote oppervlakte telen is efficiënt voor alle bewerkingen, maar brengt ook kwetsbaarheid mee voor plagen en ziekten. Een schimmelziekte die eenmaal in een perceel is geland, kan zich naar alle windrichtingen verspreiden. Bij teelt in stroken met andere gewassen op hetzelfde perceel vormen de naastliggende stroken een natuurlijke barrière.

Bijvoorbeeld: in aardappels verspreidt een besmetting met de aardappelziekte *phytophthora* zich minder snel als het stroken tegenkomt met planten waar de sporen niet op overleven. Het loof van de aardappel kan langer op het veld blijven, waardoor de knollen langer kunnen doorgroeien. Zo kan de opbrengst per hectare gemiddeld hoger liggen dan in het volveldsysteem.



Strokenteelt met stroken van 3 meter.

Meer biodiversiteit

Plaaginsecten hebben diverse natuurlijke vijanden. De natuurlijke vijanden komen uit de perceelsrand en trekken het veld in om voedsel te vinden. Door meer randen te creëren door strokenteelt, kunnen de natuurlijke vijanden grotere oppervlakten van percelen bevliesen op zoek naar voedsel. In een grote oppervlakte met hetzelfde gewas verspreiden natuurlijke vijanden zich minder goed. Een perceel met strokenteelt heeft meer gewasdiversiteit en variatie in de vegetatie. Overgangen van hoge naar lage vegetatie en dichte naar minder dichte vegetatie zorgen voor verschillen in wind, luwte, zon en schaduw. Samen zorgen die factoren voor veel verschillende habitats voor insecten en vogels.

Voor bodemkruipende insecten betekent het dat ze snel weer een beschutte plek tegenkomen, als een andere strook is geoogst. Vogels en zoogdieren vinden meer plekken om zich schuil te houden en voort te planten. Zo foerageren veldleeuweriken graag in strokenteeltsystemen. Voor hun nesten zoeken ze percelen met voldoende rust en een open vegetatiestructuur.

De gedachte is dat natuurlijke vijanden van plaaginsecten in grotere getale aanwezig zijn in een strokenteeltsysteem. Dit kan helpen om plaageffecten te dempen en daarmee ook de inzet van bestrijdingsmiddelen te verminderen. Het hangt uiteraard sterk af van de situatie en van de mix van gewassen die op het perceel geteeld worden.

Slimme combinaties

Het is de kunst om slimme combinaties te maken van gewassen in een strokenteeltsysteem. Combinaties die elkaar helpen in hun weerbaarheid tegen plagen en ziekten, maar ook combinaties die praktische voordelen meebrengen. Zo zijn vroeg geoogste stroken met graan, grasklaver of luzerne handig om tijdens de oogst van andere gewassen te gebruiken voor transport. Maaisel van grasklaverstroken kan in de naastliggende strook worden benut als maaimeststof. En stroken met bloemen kunnen plaagbestrijders stimuleren vlak naast economisch belangrijke gewassen. Uien en wortelen zouden naast elkaar passen als gunstige combinatie om over en weer de wortel en uienvlieg te bestrijden.



Naast deze strook peen staat een strook grasklaver, waarvan het maaisel gebuikt kan worden als maaimeststof.

Anders werken

Werken in stroken vergt anders denken en anders werken. Zo is het ploegen lastig in een strokensysteem en zijn vormen van minimale grondbewerking beter toepasbaar. Er wordt doorgaans met lichtere machines gewerkt in strokenteelt, wat volgens boeren die ermee werken ook een betere bodemkwaliteit met minder verdichting oplevert.

In een strokenteeltsysteem ligt nooit het hele perceel braak, maar één of meer stroken. Dit vermindert de kans op stuiferosie aanzienlijk. In heuvelachtige gebieden kunnen de stroken ook goed werken in het tegengaan van erosie door water.

Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

Op alle bedrijven is strokenteelt toepasbaar, maar rechthoekige percelen maken het werk wel makkelijker. GPS op de trekkers waarmee heel precies en plaatsgericht kan worden gewerkt, is ook een uitkomst. De breedte van de stroken is mede afhankelijk van beschikbare mechanisatie. Uit onderzoek blijkt dat het effect van plaagonderdrukking lager wordt bij bredere stroken. Onkruidbestrijding is bij strokenteelt vaak meer arbeid.



Bij een strokenteeltsysteem ligt nooit het gehele perceel braak.

Kosten en baten

Strokenteeltsystemen vragen investeringen voor aanpassing van de mechanisatie op het bedrijf. Veel bestaande mechanisatie is minder geschikt, er zijn (vaak) kleinere machines nodig. Strokenteelt vraagt meer arbeid, met name in de voorbereiding en planning, maar ook door langere aanrijtijden, het afzonderlijk oogsten van gewassen en onkruidbeheersing.

Hoe dit economisch uitpakt hangt erg af van de ligging van percelen en de verkaveling. Werken met GPS-systemen maakt het mogelijk efficiënte routes te berekenen. Tal van bedrijven en instellingen werken aan robotisering die strokenteelt eenvoudiger maken.

De opbrengsten hangen af van de mate waarin naastliggende gewassen elkaar versterken of juist niet. Over het algemeen wordt ondervonden dat de opbrengst in het midden van de stroken gelijk of iets hoger is dan op gangbare grote percelen. Aan de randen worden verschillen gezien, zowel positief als negatief. Doordat bij strokenteelt meerdere gewassen op een perceel worden geteeld, wordt het risico van een slechte opbrengst gespreid. Mocht een gewas een tegenvallende opbrengst geven, dan kan daar tegenover staan dat een buurgewas wel een goed tonnage geeft.

Meer informatie

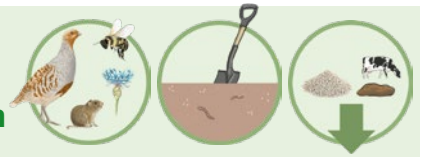
- Strokenteelt: www.youtube.com/watch?v=DqYEOLoEPIQ
groenkennisnet.nl/dossier/strokenteelt-dossier
- Praktijkvoorbeelden:
Farm of the future: farmofthefuture.nl
Proeftuin van Pallandtpolder: proeftuinpallandt.nl
Erf: www.erfbv.nl/nl/actueel/42/vereerd-ekoland-innovatieprijs-voor-erf



Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering is afhankelijk van de beschikbare machines zoals de breedte van deze schoffelmachine.

4.9 Kruidenrijk grasland

Onderscheid tussen de extensieve en productieve vorm



Deze maatregel draagt bij aan:

verbetering biodiversiteit, verbetering bodemleven, vermindering meststoffen, aanpassing aan klimaatverandering

Iets minder dan de helft van de agrarische grond in Nederland is grasland. Het overgrote deel daarvan heeft een eenzijdige samenstelling van productieve grasrassen. Als mensen aan natuurinclusieve landbouw denken, dan komt vaak als eerste het beeld van kruidenrijk grasland naar boven. Daarbij is het belangrijk onderscheid te maken in extensief en productief kruidenrijk grasland. Veehouders beginnen kruidenrijk grasland te herwaarderen. Want de productieve vorm hiervan biedt niet alleen kansen voor meer biodiversiteit in de weilanden, het kan ook beter tegen droogte en behoeft minder bemesting.

‘Vroeger’, tot in de jaren 60 was meer dan de helft van de graslanden kruidenrijk en deze werden extensief beheerd met weinig bemesting, beweiding of maaibeurten. Nu liggen de meeste van deze extensieve graslanden in natuurgebieden of zijn ze onderdeel van het agrarische natuurbeheer bijvoorbeeld in weidvogelgebieden (ANLb, zie Hs 6 en 7). Maar er is ook een andere vorm van kruidenrijk grasland. Dit is een productieve vorm die bestaat uit verschillende grassen, vlinderbloemigen en kruiden. Vlinderbloemigen zijn bijvoorbeeld rode en witte klavers, en esparcette. De kruiden hierin bestaan uit onder andere smalle weegbree, cichorei, wilde peen en duizendblad. Productief kruidenrijk grasland is (over het algemeen) minder soortenrijk dan extensief kruidenrijk grasland en wordt intensiever gemaaid of beweid. Door de samenstelling met klavers is er minder kunstmest nodig dan normaal grasland en het levert een eiwitrijk en smakelijk gewas op voor het vee. Met het beheer wordt steeds een klein deel niet gemaaid, waardoor de bloeiende kruiden kansen bieden voor meer bloembezoekende insecten.

Stimulans voor meer kruiden

Beide vormen van kruidenrijke graslanden worden op melkveebedrijven gestimuleerd met ‘duurzame melkstromen’ door grote zuivelverwerkers. Veehouders krijgen enkele centen per kg melk extra als ze scores halen voor dierenwelzijn, duurzaamheid en biodiversiteit. Dat laatste is in te vullen door 5-10% van het areaal te beheren als extensief kruidenrijk grasland (waarbij op dit moment productief kruidenrijk grasland met een omrekenfactor van 0,4 meetelt). Verder heeft de overheid in het Gemeenschappelijk Landbouw Beleid (GLB) via de ecoregelingen stimulansen ingebouwd voor natuurinclusieve

maatregelen zoals productief kruidenrijk grasland en kruidenrijke graslandstroken. En het agrarisch natuurbeheer (ANLb) kent beheerpakketten voor extensief kruidenrijk grasland.

Indeling kruidenrijke graslanden

Het is goed om onderscheid te maken in verschillende soorten kruidenrijk grasland. Het verschil zit vooral in het doel wat de veehouder nastreeft. Bij productief kruidenrijk grasland is het doel om eiwitrijk voer te produceren. Bij extensief kruidenrijk grasland gaat het om het versterken van de biodiversiteit. Het gewas is veel minder eiwitrijk en dus minder geschikt om aan koeien die in lactatie zijn te voeren. Voor droogstaande koeien en jongvee is het wel geschikt. Productief kruidenrijk grasland wordt vaak door inzaai of doorzaai omgevormd. In het mengsel zitten diverse soorten grassen, kruiden en vlinderbloemigen die zijn gekozen omwille van hun diepere en fijnere worteling en de inhoudsstoffen die de gezondheid van het vee ondersteunen.



Productie kruidenrijk grasland met klavers en kruiden als weegbree, duizendblad en cichorei.



Grazende koeien in productief kruidenrijk grasland.

In de graspercelen die boeren kunnen pachten in natuurgebieden ('natuurpacht') is een hogere diversiteit aan planten, insecten en vogels het doel. Dit wordt extensiever beheerd en bevat veel inheemse soorten grassen en kruiden en heeft een open vegetatiestructuur. Zo is er minder bemesting (alleen ruige stalmest) en wordt het gras doorgaans pas in de tweede helft van juni gemaaid. Hetzelfde gaat op voor de eigen percelen waarop boeren een beheerpakket afsluiten met een ANLb-vergoeding. Dit wordt 'extensief kruidenrijk grasland' genoemd. Extensief kruidenrijk grasland wordt meestal ontwikkeld vanuit een bestaand grasland. Het beheer wordt aangepast (minder bemesting en minder maaibeurten) waardoor de productiviteit afneemt en er meer kruiden in de grasmat komen. In sommige gevallen verloopt dit proces niet zoals gehoopt en stagneert de ontwikkeling. Ongewenste soorten als gestreepte witbol en pitrus kunnen dan dominant zijn in extensieve graslanden.



Extensief kruidenrijk grasland op zandgrond met veel biggengrass en enkele margrietten.



Extensief kruidenrijk grasland met daarin verschillende soorten grassen, zuring, klavers en boterbloem.

Meerwaarde van kruiden

Veel kruiden wortelen aanzienlijk dieper dan grassen zoals Engels raaigras (figuur 4.7). Dit maakt dat productief kruidenrijk grasland beter bestand is tegen droogte. Een ander voordeel van kruiden is dat ze hogere gehalten aan mineralen bevatten en soms ook stoffen met een gezondheidseffect, zoals antibacteriële werking en onderdrukking van worminfecties. Voor kuikens van weidevogels is extensief kruidenrijk grasland in de opgroefase belangrijk, omdat ze er meer en vooral ook grotere insecten vinden. Ook de open vegetatiestructuur is van belang, zodat ze er gemakkelijk doorheen kunnen lopen.

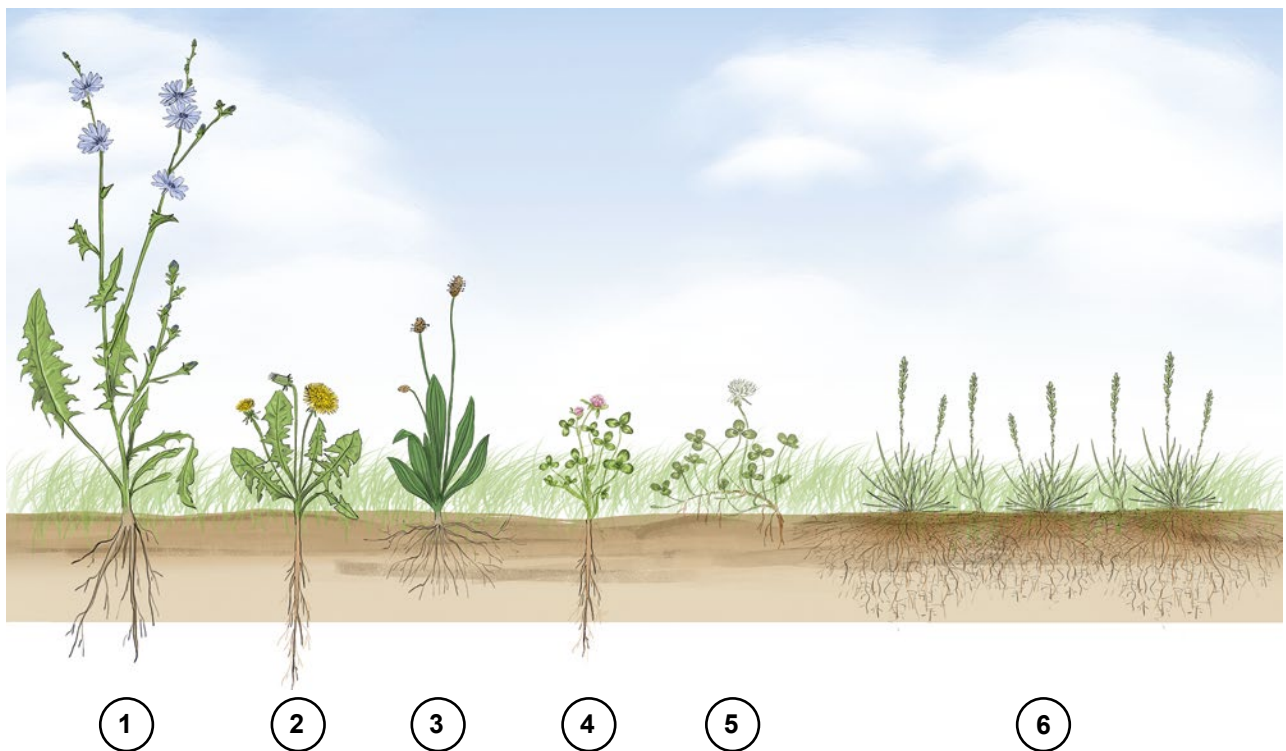
In de 'Contouren Nieuw Mestbeleid' geeft de minister van LNV aan te streven naar grondgebonden melkveehouderij. De definitie van grondgebonden is nog niet concreet, maar zou kunnen betekenen dat melkveehouders niet meer mest produceren dan ze op eigen land kunnen aanwenden of op dat van een nabije akkerbouwer waarmee wordt samengewerkt. Dit houdt in dat veel melkveebedrijven mogelijk extensiever gaan werken en dan komt er meer ruimte voor het inpassen van kruidenrijke graslanden.



Productief kruidenrijk grasland in een periode van droogte: de diepwortelende smalle weegbree blijft lang groen.



Extensief kruidenrijk grasland stagneert soms in de ontwikkeling, waardoor er dominantie van gestreepte witbol ontstaat.



Figuur 4.7. Het verschil in wortelstelsel bij 1) cichorei, 2) paardenbloem, 3) smalle weegbree, 4) rode klaver, 5) witte klaver en 6) Engels raaigras.

Inpassing in de bedrijfsvoering

Bij pacht van natuurland of eigen land met een ANLb-pakket, dus extensief kruidenrijk, moet rekening worden gehouden met een lagere opbrengst in hoeveelheid en kwaliteit (energie- en eiwitgehaltes). Voor het weiden van jongvee en het winnen van hooi voor droge koeien en jongvee is het zeer geschikt. Ervaren adviseurs hanteren de vuistregel dat zo'n 15 à 20% van het areaal met natuurgras goed inpasbaar is. Een hoger aandeel vergt benutting van het voer bij de melkkoeien en brengt het dilemma mee van meer krachtvoer gebruiken of een lagere melkproductie voor lief nemen. Sommige koeienrassen kunnen beter omgaan met extensief kruidenrijk hooi.

Inpassen van productief kruidenrijk grasland gaat het best op percelen die niet op de huiskavel liggen en waar dus niet of weinig beweid wordt. Op deze veldkavels is de wens om kruiden minstens een keer te laten bloeien voor zaadzetting, gemakkelijker te realiseren. En de bloei is ook positief voor algemeen voorkomende insecten.

Veehouders die gewend zijn om grasland eens in de 6 tot 8 jaar vernieuwen (zand- en kleigronden) kunnen er op zo'n moment voor kiezen om kruiden en klavers mee te zaaien. Grasland met kruiden vergt aandacht en goed beheer, maar kan worden gebruikt voor beweiding met koeien en voor voederwinning. Afhankelijk van de nadruk in het gebruik kan de voorkeur worden gegeven aan specifieke kruiden die zich beter 'staande houden' bij veelvuldig weiden dan wel maaien. Hierover later meer.

Graslandvernieuwing met productief kruidenrijk grasland

Bij het scheuren en opnieuw inzaaien van grasland is inzaai met kruiden kansrijker dan met doorzaaien, mits de omstandigheden goed zijn:

- In zandbodems een pH van minimaal 5,5 vereist, in kleibodems minimaal 6,0.
- Probleemonkruiden vooraf aanpakken. In kruidenrijk gras is enkel plaatselijke bestrijding met herbiciden mogelijk.
- Creëer een fijn en stevig zaaibed en rol dit voor het zaaien, voor stevigheid.
- Goed mengen: na iedere hectare inzaaien de voorraadbak opnieuw mengen.
- Rol na het inzaaien nogmaals. Een stevig zaaibed en een goed bodemcontact zijn cruciaal voor de kleine zaadjes van vlinderbloemigen en kruiden.
- Kruiden en klavers willen meer warmte om te kiemen: vroeg in het najaar inzaaien, dus in augustus/september is beter dan in het voorjaar.
- Ga het kruidenrijke grasland pas weiden als bij het plukken van gras en kruiden de wortels goed blijven zitten. Dit is meestal pas na zes à acht weken.

Grasland doorzaaien met kruiden

Bij doorzaaien van productief kruidenrijk grasland in een bestaand grasland, moeten de kruiden concurreren met het gras dat reeds goed geworteld is in de bodem. Bij doorzaaien is het advies om vooraf het grasland goed kort te maaien en na opkomst van de kruiden het gras nogmaals kort te weiden of te maaien. Soms wordt een strokenzaaimachine ingezet voor de realisatie van productief kruidenrijk grasland. Deze freest een sleuf van 10-15 cm om daarin de kruiden zaaien. Maar deze methode blijkt in de praktijk niet de beste resultaten op te leveren.

Beheer om grasland kruidenrijk te houden

Productief kruidenrijk grasland vraagt aangepast beheer. Mede omdat er klavers in voorkomen die zelf stikstof binden uit de lucht, kan met een lagere stikstofgift worden volstaan. Sommige kruiden zijn (veel) minder sterk en zullen bij veel maaien en intensief weiden snel verdwijnen. Koeien omweiden en daarbij elke dag of elke twee à drie dagen inscharen in een nieuw perceel en het perceel daarna drie tot vier weken rust geven, draagt bij aan een betere kwaliteit en standvastigheid van het kruidenbestand. Continu beweiden, zoals met standweiden of met roterend standweiden is ongunstig voor de kruiden. Om voldoende kruiden in het kruidenrijke grasland te behouden is het gunstig om de kruiden eens per jaar te laten bloeien en zaad te laten zetten. Dat levert dan een zware grassnede op.

Kosten en baten

Mengsels voor kruidenrijk grasland zijn duurder, waardoor inzaai en doorzaai van gras met kruiden extra kosten met zich meebrengt. Bij inzaai is dat pakweg € 400,- tot € 450,- per hectare voor het zaad. Bij geslaagde inzaai en zorgvuldig beheer zijn het eenmalige kosten voor meerdere jaren. De opbrengst kan vergelijkbaar zijn aan die van intensief grasland.

Extensief kruidenrijk grasland is niet nodig om in te zaaien, want deze wil je ontwikkelen via verschravingsbeheer. Er zitten dus weinig kosten aan, maar de opbrengst van extensief kruidenrijk grasland gaat zowel in kwantiteit (hoeveelheid droge stof) als kwaliteit (energie- en eiwitgehalten) sterk achteruit. Als de opbrengst circa 30% lager is, zal een melkveehouder dit willen compenseren met aangekocht voer en dat kost ongeveer € 500,- per hectare. De kosten zijn lager, door minder kunstmest, minder mest uitrijden en minder maaien. Het financiële nadeel per hectare zal dan nog enkele honderden euro's zijn, maar is sterk afhankelijk van de opzet van het bedrijf. Dat is de reden dat er via het ANLb beheervergoedingen beschikbaar zijn voor extensief kruidenrijk grasland.



Doorzaaien van kruidenrijk grasland met een strokenfrees.

WILCO BROUWER DE KONING DACHT MEE AAN '1001 HECTARE'

'Kruidenrijk grasland is een kans'

Hij bedacht zelf de naam voor het project waarmee Urgenda en LTO Nederland samen de drempel voor melkveehouders willen verlagen om kruidenrijk grasland in te zaaien. Wilco Brouwer de Koning kan tevreden zijn met het succes van '1001 hectare'. In drie jaar is er meer dan 5.000 hectare kruidenrijk grasland ingezaaid. Melkveehouders kunnen per jaar voor 3 hectare zaad bestellen, wat dan dankzij crowdfunding en betaling van publiek/private partijen niet meer kost dan veel gebruikte grasmengsels.

Zelf heeft Brouwer de Koning op het bedrijf in Heiloo twee keer drie hectare ingezaaid. 'Ik beschouw kruidenrijk grasland als een kans. Het is een bijdrage aan biodiversiteit en dankzij klavers gebruik je minder kunstmest-stikstof. De opbrengst in tonnen is gelijk aan gras en het kan veel beter tegen droogte.'

De percelen waar hij het zelf inzaaide zijn verschillend. Op zandgrond is het goed gestart en blijven de kruiden er nog goed in. Op een venige grond kwam er veel vogelmuur en ander onkruid op. Met een extra doorzaaibeurt hoopt

hij daar meer kruiden in te krijgen. 'Kruidenrijk gras vraagt wat ander beheer. Wij hebben de maaier op hogere sloffen gezet om op 9 cm te kunnen maaien. En het is goed om de kruiden een keer te laten bloeien.'

**Meer informatie**

- Productief en extensief kruidenrijk grasland: www.boerennatuur.nl/wp-content/uploads/2022/05/DC4.1.1-Factsheets-kruidenrijk-grasland.pdf
- Productief kruidenrijk grasland: www.dlf.nl/nieuws/artikel/beheer-van-kruidenrijk-grasland-waar-moet-je-rekening-mee-houden
- Inzaaien productief kruidenrijk grasland: www.dlf.nl/nieuws/artikel/kruidenrijk-grasland-inzaaien-doe-je-zo
- Doorzaaimachine productief kruidenrijk grasland: youtu.be/OLocAAN5tX8
- Extensief kruidenrijk grasland: www.louisbolck.nl/sites/default/files/publication/pdf/handreikingen-voor-boswachter-boer-1-tm-10.pdf

4.10 Agroforestry

Landbouw waarbij bewust bomen en struiken worden ingepast



Deze maatregel draagt bij aan:

klimaatadaptatie, klimaatmitigatie, verbetering biodiversiteit, korte kringloop, dierenwelzijn

Combineer de Engelse woorden agriculture en forestry en je hebt de term agroforestry. De samentrekking van woorden zegt het eigenlijk al, agroforestry slaat op mengvormen tussen landbouw en bosbouw: door bomen en struiken te combineren met veehouderij en teelt van gewassen op hetzelfde stuk land. De gedachte hierbij is dat de verschillende productiesystemen elkaar over en weer versterken. Je zou ook kunnen zeggen dat bomen en struiken niet langer in de weg staan, maar een functioneel onderdeel worden van het landbouwsysteem.

Verschillende vormen

Agroforestry kan veel verschillende vormen hebben (figuur 4.8). Het kan gaan om een weide voor vee, waar in lage dichtheden bomen zijn geplant die vrucht dragen en schaduw leveren. Vroeger was het beweiden van hoogstamboomgaarden veel gebruikelijker. Met name in mediterrane landen is de combi-

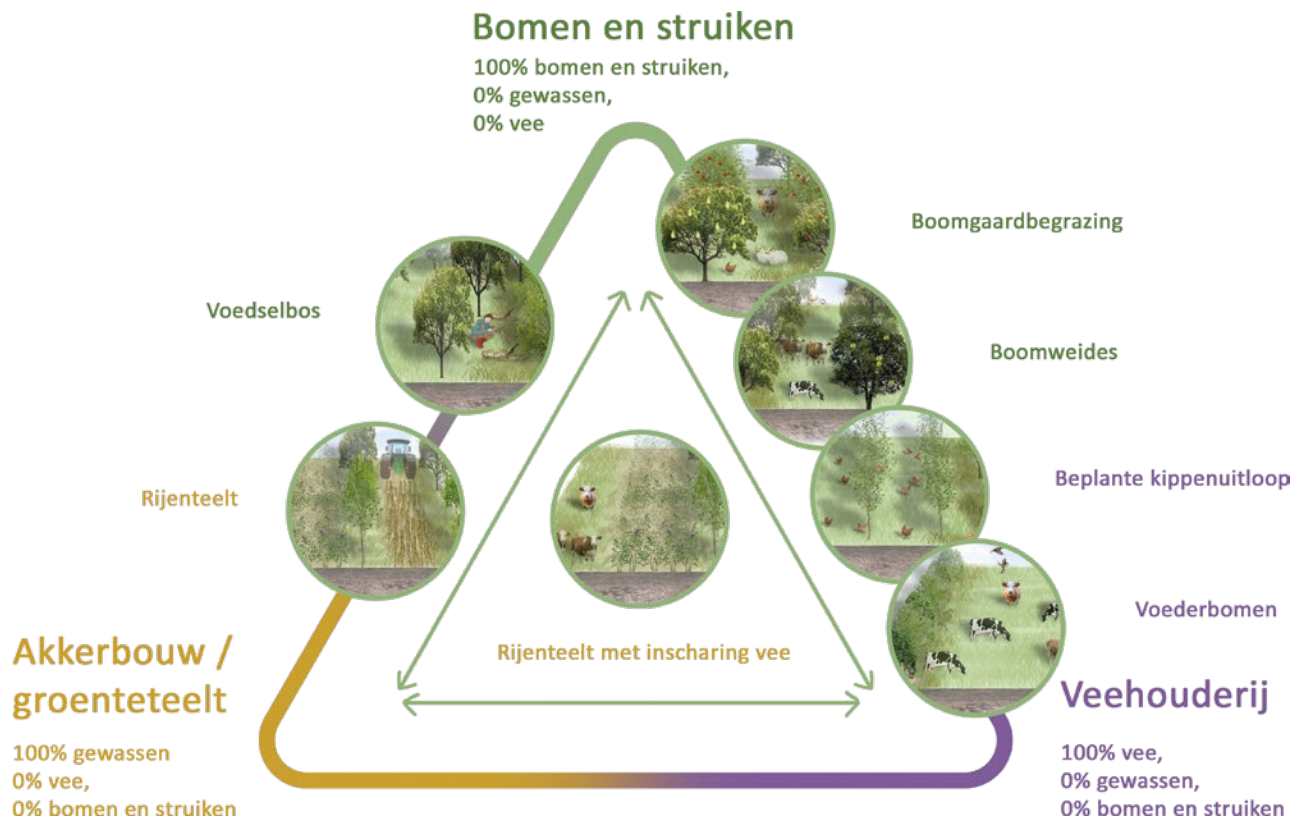
natie van vruchtbomen en veehouderij nog veel toegepast en in Nederland komt dit ook steeds meer in de belangstelling. Veehouders hebben ook walnotenbomen ontdekt voor verbreding van activiteiten en schaduw voor het vee. Met een mooie term spreek je dan over 'silvopastorale systemen'.

Veekerende hagen zijn in onbruik geraakt, maar hagen staan opnieuw in de belangstelling omdat ze het vee en de natuur veel te bieden hebben. Een haag met veel verschillende soorten struiken en bomen kan dienst doen als 'voederhaag', want de bladeren bevatten veel mineralen, sporenelementen en vitamines.

In de akker- en tuinbouw staan eveneens nieuwe combinaties van teelten met bomen en struiken in de aandacht. In de akkerbouw helpen hagen bijvoorbeeld om het effect van wind op het verwaaien van bestrijdingsmiddelen te voorkomen of om juist luwte te creëren, wat een positief effect kan hebben op gewasopbrengsten (zie § 4.6). Daarnaast zijn die hagen een eldorado voor insecten en vogels en bieden ze leefgebied voor natuurlijke plaagbestrijders dichtbij de gewassen. In Oost-Duitsland is bodemerosie het voornaamste argument voor gebruik van hagen tussen akkers op hellingen. Deze systemen worden 'silvoarable systemen' genoemd.



Koeien eten graag wilgenbladeren en twijgen.



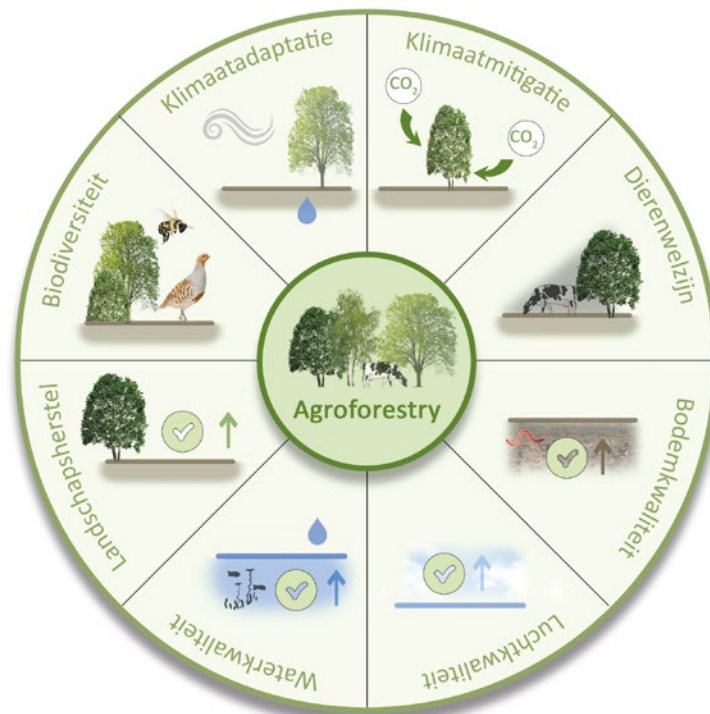
Figuur 4.8. Agroforestry is een mengvorm tussen bosbouw en landbouw en kent allerlei vormen waarin veehouderij en akkerbouw of groenteteelt gecombineerd worden met houtige gewassen.

Niet nieuw

Agroforestry klinkt modern en staat veel in de belangstelling, toch is het geen nieuw fenomeen. Bomen en struiken zijn altijd onderdeel geweest van het boerenlandschap omwille van het fruit, noten, geriefhout en hout voor energie. Tegelijk leverden die bomen en struiken een aantal belangrijke voordelen, ook wel 'ecosysteemdiensten' genoemd, zoals windscherm en veekering, maar ook verkoeling en schaduw voor boer en vee. Samen met de aandacht voor biodiversiteit en natuurinclusief boeren zorgt dit voor een herwaardering voor bomen en struiken in de landbouw. Steeds meer vat de gedachte post dat ook in de toekomst bomen en struiken een integraal deel horen te zijn van het landbouwsysteem en daarmee van het landschap.



Schape liggen in de schaduw van een boom.



Figuur 4.9. Er zijn veel voordelen van agroforestry tegenover eenjarige teeltsystemen.

Voedselbossen

Voedselbossen zijn een vorm van agroforestry die de laatste jaren in populariteit is toegenomen in Nederland. Vanuit boeren, burgers en maatschappelijke organisaties is er aandacht voor. Voedselbossen bestaan uit meerdere teeltlagen zoals een kroonlaag met hoge bomen, lagere bomen, heesters, kruiden, bodembedekkers en klimplanten. De producten uit voedselbossen zijn erg divers, zoals fruit, noten, kruiden, maar ook bladeren, bloemen en bloemknoppen. Kortom, een grote variëteit aan producten van een kleine oppervlakte, maar ook een complex systeem en daardoor moeilijk te mechaniseren. Telers die met hun voedselbossen inzetten op productie gaan er steeds meer toe over hun planten steeds op rijen zetten om de teelt makkelijker te maken.

Ecologische interacties

Bomen, struiken, gewassen en vee hebben invloed op elkaar. Ze maken gebruik van dezelfde hulpbronnen zoals water, licht en nutriënten en beïnvloeden elkaars habitat. Deze interacties kunnen positief, negatief of neutraal uitpakken voor beide soorten (tabel 4.3). In de biologie zijn er meerdere soorten interacties beschreven. In een goed ontworpen Agroforestry-systeem wordt maximaal gebruik gemaakt van deze interacties.

Inpassen van agroforestry

Wat voor soort agroforestry-systeem past bij een bedrijf hangt af van onder meer de grondsoort, ontwatering, landschap, het huidige bedrijfssysteem, mogelijkheden voor afzet en interesses, vaardigheden en ambitie van de ondernemer zelf. Het maken van een ontwerp kan daarom een hele zoektocht zijn.

Tabel 4.3. Verschillende vormen van interacties tussen soorten.

Interactie tussen organismen (van verschillende soorten)	
Mutualisme: Beide soorten hebben profijt.	De samenwerking tussen bomen en mycorrhiza-schimmels is een voorbeeld van mutualisme. Mycorrhiza zorgen voor de opname van mineralen uit de bodem die zij afgeven aan de boom. De boom geeft op zijn beurt suikers af aan de mycorrhiza.
Commensalisme: de ene soort heeft voordeel, de ander wordt niet beïnvloed.	Een voorbeeld hiervan is graan dat op 20 meter van een houtwal staat. Het graan is beschermd tegen sterke wind, maar het graan heeft geen invloed op de houtwal.
Parasitisme: de ene soort heeft voordeel, de ander nadeel	Paddenstoelen die op bomen groeien zijn vaak parasitair. De schimmels gebruiken de boom als voedingsbron, die daar uiteindelijk aan kan bezwijken.

Agroforestry integreren is maatwerk: systemen kunnen vaak niet zonder aanpassing van het ene naar het andere bedrijf gekopieerd worden. Het is nog pionieren. Soms werken bestemmingsplannen of andere wet- en regelgeving niet mee.

Plantkeuze

De grondsoort, diepte van de teeltlaag en de grondwatertrap zijn belangrijke uitgangspunten voor kiezen van bomen en struiken. Droge zandgronden zijn vaak minder geschikt voor de productie van hardfruit of walnoten, maar tamme kastanje past daar bijvoorbeeld wel, net als gevarieerde voederhagen. In tabel 4.4 is een lijst met vaak toegepaste bomen en hun ecologische functies opgenomen.

Kosten en baten

Op dit moment worden in Nederland tal van agroforestry-systemen ontwikkeld en uitgetoet. Er is nog weinig bekend over de daadwerkelijke productie en opbrengsten en evenmin over de kosten. Die worden nu in beeld gebracht door ze zo goed mogelijk te schatten. De hoeveelheid benodigde arbeid en kosten voor mechanisatie zijn nog met onzekerheden omgeven.

Aangezien agroforestry diverse ecosysteemdiensten verstuft (figuur 4.9), wordt ook gewerkt aan manieren om deze diensten te belonen. Zo valt te denken aan een betaling voor vergroting van biodiversiteit en het vastleggen van koolstof onder en boven de grond. Er zijn enkele systemen die middels certificaten betalen voor CO₂-vastlegging. Op het moment

van schrijven levert dit zo'n € 55 per ton vastgelegde CO₂ op. In een walnotenboomgaard of een voedselbos wordt naar schatting vijf ton CO₂ per hectare per jaar vastgelegd en zou het dus kunnen gaan om een extra opbrengst van 275 euro per hectare.

Voor het aanplanten van bomen en struiken zijn in de meeste provincies subsidies beschikbaar via de landschapsbeheerorganisaties of de agrarische collectieven. Afhankelijk van de locatie en de geplante soorten zijn er ook beheervergoedingen beschikbaar. Verschillende provincies geven bovendien aanplantsubsidie specifiek voor agroforestry-initiatieven.

Meer informatie

- Agroforestry: groenkennisnet.nl/dossier/Agroforestry
www.wur.nl/agroforestry
- Agroforestry Netwerk Nederland: www.agroforestrynetwerk.nl
- Agroforestry planner: www.agroforestryvlaanderen.be/nl/agroforestryplanner
- Praktijkvoorbeelden: janmickeshoeve.nl
boerderijtussendehagen.nl/agroforestry
vimeo.com/722148042

Tabel 4.4. Ecologische functie en mogelijke toepassingen van enkele boomsoorten.

Boomsoort	Ecologische functie	Groeiplaats
Wilg	Vroege bloei, waterinfiltratie verbeteren, voederboom, bodem zuiveren van zware metalen, voedselbron voor wilde bijen	Nat, zand, klei, löss, veen
Els	Stikstofbinding, bodemleven voeden, slootkanten verstevigen, veekering, hakhout, voedselbron voor vogels als sijzen en putters	Nat, zand, klei, löss, veen
Linde	Hout, jonge bladsalade, bloementhee, voederboom, bodem verbeteren met calcium, voedselbron voor bijen en hommels	Zand, klei, löss
Olijfwilg	Stikstofbinding, eetbare bessen	Zilt
Tamme kastanje	Kastanjes, hout, beschutting vee op zandgrond	Zandgrond
Walnoot	Walnoten, hout, looistoffen voor veevoer, bestuiving via metselbijen	Zand, klei, löss
Hazelaar	Hazelnoten, bodemleven voeden, voederboom, breken van de wind, windbestuiver	Zand, klei, löss
Zure kers	Fruit voor sap, bier, bloesem voor bijen	Zilt
Duindoorn	Stikstofbinding, bessen voor jam en voedsel voor vogels	Droog, zilt, kalkrijk
Meidoorn, kornoelje, vuilboom, vlier, hondstroos, hazelaar, braam, framboos, haagbeuk	Voederhaag, breken van de wind, veekering, biedt habitat (voedsel en beschutting) aan vogels, kleine zoogdieren, insecten, spinnen	Zand, klei, löss

Bronnenlijst Hoofdstuk 4: Gewas

4.1 Inleiding

- Dent, R.D. & R.H. Binks (2000). *Insect pest Management* 3rd edition. ISBN : 978-1-78924-105-1, CABI Books.
- FAO (2001). *The state of food insecurity in the world 2001*, Food and Agriculture Organisation, Rome.
- FAO (2022). *Soil for nutrition: state of the art*. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Gaines, J.C. (1957). Cotton insects and their control in the United States. *Ann. Rev. Entomology* 2, 319–38.
- Oerke, E.-C., Dehne, H.-W., Schönbeck, F. & A. Weber (1994). *Crop production and crop protection: estimated losses in major food and cash crops*. Elsevier, Amsterdam.
- Perkins, J. H. (2002). Integrated pest management: a global overview of history, programs and adoption. In: *Encyclopedia of Pest Management*, ed. Pimentel, D., p368–372. Marcel Dekker, New York.
- Peshin, R. & A.K. Dhawan (eds.) (2009). *Integrated pest management: innovation-development process*, Volume 1. Springer Science Business Media B.V.
- Pinstrup-andersen, P. (2010). Feeding the world in the new millennium issues for the new U.S. administration. *Environment: science and policy for sustainable development* 43(6): 22-30.

4.2 Gewasdiversiteit

- Doorn, A. M. van, Schütt, J., Visser, T., Waenink, R. J. B., ... & C. Weebers (2021). *BiodiversiteitsMonitor Akkerbouw: Wetenschappelijke onderbouwing en toepassing in de praktijk* (No. 3121). Wageningen Environmental Research.
- Ecopedia (2023). *Esparcette*, www.ecopedia.be/planten/esparcette, geraadpleegd op 6-12-2023.
- Bernelot Moens, H.L. & J.E. Wolfert (2003). *Teelt van koolzaad*. Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
- Leendertse, P., Hees, E., Well, E. van & P. Rietberg (2020). *Bijdrage van vlas en hennep aan milieu- en klimaatdoelstellingen van het toekomstige EU-landbouwbeleid*. CLM, Culemborg.
- Leendertse, P., Blok, A., Hees, E. & E. van Well (2020). *Bijdrage van luzerne aan Europese milieu- en klimaatdoelstellingen*. Publicatienummer 1047, CLM, Culemborg.
- Luske, B. & E. Nuijten (2019). *Diversifood: werken aan meer diversiteit in het voedselsysteem: Met een casus over de teelt en verwerking van 'oergranen' afkomstig van natuurakkers*. Louis Bolk Instituut, Bunnik.
- Sukkel, W., Cuperus, F. & D. van Apeldoorn (2019). *Biodiversiteit op de akker door gewasdiversiteit*. *De Levende Natuur*, jaargang 120 (4): 132-135.
- Wiersma, P., Ottens, H. J., Kuiper, M. W., Schlaich, A. E., ... & B.J. Koks (2014). *Analyse effectiviteit van het akkervogelbeheer in Provincie Groningen: Evaluatierapport (2)*. Stichting Werkgroep Grauwe Kiekendief, Groningen.

4.3 Onkruiden mechanisch aanpakken

- Bleeker, P. (2010). *Mechanische onkruidbestrijding perspectiefvol. Telen met Toekomst, PPO-AGV, Lelystad*.
- Vanwijnsberghe, J., Delanote, L., Callens, D., Latré, J., Vandevijver, E., Ven, G. van de & S. Torfs (2022). *Aan de slag met mechanische onkruidbestrijding*. *Onkruidbestrijding 2.0*. Inagro, Rumbeke-Beitum.

4.4 Biologische en geïntegreerde plaagbestrijding

- Leendertse, P.C., Lageschaar, L., Hoftijser, E., Rougoor, C.W., ... & J. van Beek (2019). *Tussenevaluatie Gezonde Groei, Duurzame Oogst (GGDO): geïntegreerde gewasbescherming*. Publicatienummer 968. CLM, Culemborg.
- Tiktak, A., Bleeker, A., Boezeman, D., Dam, J. van, ... & R. den Uyl (2019). *Geïntegreerde Gewasbescherming nader beschouwd*. *Tussenevaluatie van de nota Gezonde Groei, Duurzame Oogst*. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- Van Remoortere, L. & H. Casteels (2014). *Natuurlijke vijanden in de kwekerij: ken uw vrienden*. *Siereteelt & Groenvoorziening* 15. PCS.

4.5 Meten is weten

- Caffi, T., Legler, S. E., Rossi, V., & R. Bugiani (2012). *Evaluation of a warning system for early-season control of grapevine powdery mildew*. *Plant Disease* 96 (1): 104-110.
- Rossi, V., Salinari, F., Poni, S., Caffi, T., & T. Bettati (2014). *Addressing the implementation problem in agricultural decision support systems: the example of vite.net®*. *Computers and Electronics in Agriculture* 100: 88-99.
- Spruijt, J., Spooenberg, P. M., Rovers, J. A. J. M., Slabbekoorn, J. J., ... & B. J. van der Sluis (2011). *Milieueffecten van maatregelen gewasbescherming* (No. 244). *Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu*.

4.6 Zorgvuldig chemisch bestrijden

- CLM (2023). *Milieumeetlat*, www.milieumeetlat.nl, geraadpleegd op 7-12-2023.
- CML, Universiteit Leiden & Royal HaskoningDHV (2023). *Atlas bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater*, www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl, geraadpleegd op 7-12-2023.
- Hoogendoorn, M., Leendertse, P. & E. Hoftijser (2019). *Update van de risicolijst van bestrijdingsmiddelen*. CLM, Culemborg.
- Ministerie van landbouw Natuur en Voedselkwaliteit (2023). *Kamerbrief over loskoppeling verkoop en advies gewasbeschermingsmiddelen*. LNV, Den Haag.
- RIVM (2023). *Gewasbeschermingsmiddelen*, rvs.rivm.nl/onderwerpen/stoffen-en-producten/Gewasbeschermingsmiddelen, geraadpleegd op 7-12-2023.

Toolbox emissiebeperking (2023). www.toolboxwater.nl Geraadpleegd op 7-12-2023.

4.7 Gemengde teelt van granen en peulvrucht

De Long, J.R., Malland F.C. van, Buck, A. de & M. van den Berg (2023). Wheat and faba bean intercropping and cultivar impacts on morphology, disease, and yield. *Agronomy Journal* Vol. 115 (6): 3010–3024.

Stokkermans, P. (2018). Meer eiwit van eigen bodem met mengteelt. *Nieuwe Oogst* 15 dec 2018.

4.8 Strokteelt

Cuperus, F., Ozinga, W.A., Bianchi, F. J.J.A., Croijmans, L., ... & D. F. van Apeldoorn (2023). Effects of field-level strip and mixed cropping on aerial arthropod and arable flora communities, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 354: 108568.

Dodde, H. (2021). Strokteelt is droom die werkelijkheid wordt. *Nieuwe Oogst* 20 jan 2021.

Apeldoorn, D. van, Rossing, W. & G. Oomen (2017). Strokteelt klaar voor de praktijk. *Ekoland* mei 2017: 10-11.

Boo, M. de (2017). Gewassen mengen werkt beter. *Wageningen World* 2017 (2): 34-39.

Juventia, S.D., Rossing, W.A., Ditzler, L., & D.F. van Apeldoorn (2021). Spatial and genetic crop diversity support ecosystem service delivery: A case of yield and biocontrol in Dutch organic cabbage production. *Field Crops Research* 261: 108015.

Juventia, S.D., Norén, I.S., Van Apeldoorn, D.F., Ditzler, L. & W.A. Rossing (2022). Spatio-temporal design of strip cropping systems. *Agricultural Systems* 201, 103455.

4.9 Kruidenrijk grasland

Janssen, P.W.L., Hoekstra, N., Eekeren, N.J.M., Jansma, A., ... & T. Verhoeff (2018). Inzaaien van kruiden in grasland. *V-focus* december 2018: 19-20.

Eekeren, N. van & T. Visser (2019). Memo: invulling kruidenrijk grasland – Definitie, randvoorwaarden en borging. Louis Bolk Instituut en Wageningen Environmental Research.

Janssen, P.W.L., Wagenaar, J.-P., Eekeren, N. J.M. van & H. Antonissen (2020). Productief kruidenrijk grasland biedt kans. *V-focus* mei 2020: 32-35.

Janssen, P.W.L. & T. Verhoeff (2021). Van moeilijk naar mogelijk: doorzaaien productieve kruiden in grasland. *V-focus* jan 2021: 28-31.

Janssen, P.W.L. & T. Bongers (2022). Kunstmest besparen met kruidenrijk grasland. *V-focus* jan 2022: 28-30.

Wagenaar J.-P. (2012). Kruiden in grasland en de gezondheid van melkvee - Deel 1: De potentiële medicinale waarde van kruiden in grasland. Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Wagenaar J.-P. (2012). Kruiden in grasland en de gezondheid van melkvee - Deel 2: Kennis van veehouders over kruiden en diergezondheid verkend met 'free lists' methode. Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Wagenaar J.-P., Wit, J. de, Hospers-Brands, A.J.T.M., Cuijpers, W.J.M. & N.J.M. van Eekeren (2017). Van gepeperd naar gekruid grasland: Functionaliteit van kruiden in grasland. Louis Bolk Instituut, Driebergen.

4.10 Agroforestry

Eekeren, N.J.M., Luske, B., Vonk, M. & E. Anssems (2014). Voederbomen in de landbouw: Meer waarde per hectare door multifunctioneel landgebruik. Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Luske, B., Prins, E., Krommendijk, E. & N. Geerts (2020). Agroforestry op het landbouwbedrijf: bomen en struiken inpassen. Hoe pak je dat aan in Noord-Holland? Louis Bolk Instituut, Bunnik.

Reubens, B., Wauters, E., Coussement, T., Daele, ... & K. Verheyen (2019). Agroforestry in Vlaanderen 2014-2019. Handvatten na 5 jaar onderzoek & praktijkervaring. Consortium Agroforestry Vlaanderen.

Wendel, B., Rooduijn, B. & E. Disselhorst (2023). Voedselbossen: bodem, biodiversiteit, biomassa, business & beweging. Drie jaar onderzoek naar voedselbossen in Nederland. Nationaal Monitoringsprogramma Voedselbossen.

Titel

Natuurinclusieve landbouw in de praktijk

Uitgever

Brill

Hoofdredactie

Boki Luske, Bas Tinhout, Margot Veenbos

Auteurssteam

Monique Bestman, Alice Blok, Hugo Bosland, Abco de Buck, Roy Gommer, Eric Hees, Ruud Hendriks, Zwanet Herbert, Dennis Heupink, Merel Hondebrink, Tjalling Huisman, Peter Leendertse, Monique Mul, Udo Prins, Petra Rietberg, Burret Schurer, Pieter Struyk, Jenneke van Vliet, Jacco Vrijlandt, Jan-Paul Wagenaar, Erik van Well.

Met medewerking van Dirk van Apeldoorn, Annemarie Dekker, Nick van Eekeren, Leen Janmaat, Erik Kleijheeg, Chris Koopmans, Evert Prins, Frits van der Schans, Marcel Schillemans, Maureen Schoutsen.

Betrokken organisaties Aeres Hogeschool Wageningen, Aeres Warmonderhof, BoerenNatuur, CLM Onderzoek en Advies, HAS green academy, Hogeschool Van Hall Larenstein, Louis Bolk Instituut, DC Terra, Sovon, Vonk, Wageningen University & Research, Yuverta, Zoogdiervereniging.

Met dank aan de klankbordgroep: Tim Buist, Sigrid Dassen, Daan Groot, Alex Datema, Ingrid van 't Hek, Alette Los, Ellen Reuver, Ine Sturkenboom, Kees van Vuuren. En aan alle geïnterviewde boeren en overige betrokkenen.

Eindredactie

Ton van Schie en Diederik Sleurink

Vormgeving

Bart Bakker (Brill)

Illustraties

Anoula Voerman (RO-visuals.nl), Bart Bakker (Brill)

© CLM/Louis Bolk Instituut, 2024

ISBN 978-90-04-69554-2



Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit

De ontwikkeling van het boek 'Natuurinclusieve landbouw in de praktijk' is mogelijk gemaakt door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Fotografie

CLM, Louis Bolk Instituut en verder:

Aart van Wijk (84), Alexis Lours (167), Altitudedrone (141), Amirekul (175), An Bloemen (153), André Eijkenaar (173), Andreas Trepte (185, 190), Angel217 (139), Anoula Voerman, RO Visuals (15, 135, 137, 137, 138, 138, 140, 140, 140, 150, 152, 221, 227, 228, 228, 233, 234, 235, 239, 240, 240, 241), ANV de Kan (153), Arjan Mulder (194), Ben van Schie (173), Benjamin Wagener (185), Bert Geeraerts (150), Björn S. (72), Blonder1984 (115), Bodemdata.nl (30), boerenkpi.nl (22), Bouwe Brouwer (122), Budabar (112), Carolien Kooiman (174), Chris Bomers (128), Cornelis Mosselman (96, 97), De Bolster (46), De Groene Vlieg (83, 86), DEFI-Écologique (47), Donald Trung Quoc Don (17), Dunpharlain (133), Edo van Uchelen, Wildernis in trek (21, 117), Erik Wannee (176), Esther Meijer (145), Eurofins (29), Fam. Van Eck (205), Farm Media (34, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 52), Fotopersbureau De Boer (16), Fourure alt (175), Frank Vassen (189), Garant Zaden (47), GEA (127), Gemeente Midden-Delfland (209), Gerjan Brouwer (56, 83), Gerrit de Regt (93), Gigna (141), Hajothu (182), HAK (75), Hans Hillevaert (72), Heerlijk van Dichtbij (199, 210, 211), Henk Riswick (197, 200, 202, 202, 212, 215, 219), Herenboeren (20), Herman Menkveld (183), Hilde Harshagen (95), Insectron (131), J. Schroeder (191), Jan Johan ten Have (149), Jan-Pieter Timmerman (74), Jörg Hempel (172), Jorg Tönjes (78, 201), Juan Carlos Fonseca Mata (61), Judy Gallagher (130), Karel Kennes (224, 225, 226), Kok Aardbeien (180), Kozik Radoslaw (121), Krzysztof Ziarnik (182, 183), Land van Ons (19), Lukas - Art in Flanders (181), Maartje ter Horst (3), Marten van Dijl (211), Marton Berntsen (190), Matt Lavin (51, 71), Matti Virtala (190), Mikkel Houmøller (133), Nationaal Archief (17), Nieuwe Oogst (121), PDOK (140), Peasofme.com (35), phb.cz (139), Photoweges (141), PlanetProof (21), Platform Natuurinclusieve Landbouw Gelderland (57), Province Noord-Brabant (214), Rainer Theuer (170), Rasbak (46), René Visser (146), Rob Geerts (99), Roger Culos (184), Schoon water (76), Sjaak Sprangers (129), Sjoerd Fotografie (116), Skal (20), Sovon (189), St. Het Zeeuwse Landschap (218), Stefan Lefnaer (183), Sten Porse (71), Stephan Sprinz (185), Stichting Lakenvelder Vlees (123), Stichting Landschapsbeheer Gelderland (144), Suzanne de Jong (126), Tommy Andriollo (175), Toolbox Water (88), Topotijdreis.nl (143), Université Laval (73), Urgenda (19), Václav Kodousek (172), Veld en Beek (236, 237, 238), Vlodymyr Kucherenko (42), W. Bulach (133), Wakker Dier (18), Wilco Brouwer de Koning (103), WUR (119), Wytze Nauta (123), Ysbrand (139), Zeynel Cebeci (185).

De uitgever heeft getracht de rechthebbenden van al het beeldmateriaal te achterhalen. Wanneer een bron onvermeld is gebleven, kunnen rechthebbenden contact opnemen met de uitgever.

Niets uit deze uitgave mag worden veeveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De auteurs en uitgever hebben de inhoud van deze uitgave met grote zorg en naar beste weten samengesteld. De auteurs en uitgever aanvaarden echter geen aansprakelijkheid voor schade, van welke aard ook, die het gevolg is van handelingen en/of beslissingen die gebaseerd zijn op de verstrekte informatie.

CLM
Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg
internet: www.clm.nl
e-mail: info@clm.nl
tel.: (0345) 47 07 00

Louis Bolk Instituut
Kosterijland 3-5
3981 AJ Bunnik
internet: www.louisbolk.nl
e-mail info@louisbolk.nl
tel.: (0343) 52 38 60

Van Hall Larenstein
Postbus 1528
8901 BV Leeuwarden
internet: www.hvhl.nl
e-mail: info@hvhl.nl
tel.: (058) 284 61 00

Aeres MBO Warmonderhof
Wisentweg 10
8251 PC Dronten
internet: aereswarmonderhof.nl
e-mail: warmonderhof@aeres.nl
tel.: (088) 020 51 30

Brill
Postbus 9000
2300 PA, Leiden
internet: brill.com
e-mail: sales@brill.com
tel.: (071) 535 35 00

