Maatregelen
Natuurinclusieve landbouw

JUNI 2017

Jan Willem Erisman, Nick van Eekeren, Louis Bolk Instituut
Anne van Doorn, Willemien Geertsema, Nico Polman, WUR

Colofon

© 2017

Maatregelen natuurinclusieve landbouw

Louis Bolk Instituut

Prof. dr. ing. Jan Willem Erisman
Dr. ir. Nick van Eekeren
Publicatienummer 2017-024 LbD

Wageningen University & Research

Dr. ir. Anne van Doorn
Dr. ir. Willemien Geertsema
Dr. ir. Nico Polman
Wageningen Environmental Research rapport 2821

www.louisbolk.nl
@LouisBolk

www.wageningenur.nl
@Wageningen U & R

LOUIS BOLK INSTITUUT
de natuurlijke kennisbron

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Inhoud

Samenvatting 2

1 Inleiding 6

2 Wat is natuurinclusieve landbouw? 8

2.1 Definitie 9

2.2 Kenmerken van natuurinclusieve landbouw: weerbaar, divers en integraal 12

2.3 Natuurinclusieve landbouw en klimaat 14

3 Methode: overzicht van maatregelen en effecten 16

4 Effecten van natuurinclusieve maatregelen 20

4.1 Akkerbouw 21

4.2 Melkveehouderij 24

4.3 Landschapselementen 26

4.4 Ambitieniveaus en scenario's 28

5 Conclusies 32

5.1 Veel positieve effecten, investeringen en kennis noodzakelijk 33

5.2 Slotbeschouwing 34

Referenties 36

Samenvatting

In deze notitie wordt een overzicht gegeven van maatregelen voor natuurinclusieve landbouw. Dit is een vorm van duurzame landbouw die optimaal gebruik maakt van de natuurlijke processen en deze integreert in de bedrijfsvoering. Natuurinclusieve landbouw begint met een gezonde bodem, produceert voedsel binnen de grenzen van natuur, milieu en leefomgeving en heeft positieve effecten op de biodiversiteit en het klimaat.

Op basis van bestaande wetenschappelijke literatuur en praktijkervaringen zijn de effecten van natuurinclusieve maatregelen voor akkerbouw en melkveehouderij ingeschat op biodiversiteit, milieu, klimaat en bedrijfseconomische aspecten. Voor de akkerbouw gaat het om maatregelen als het verruimen van het bouwplan, niet-kerende grondbewerking, groenbemesters en akkerbedekking in de winter en akkerranden. Voor de melkveehouderij gaat het om blijvend of kruidenrijk grasland, weidegang en ruige mest. Ook wordt de invloed van landschapselementen op verschillende aspecten beoordeeld.

Hoewel natuurinclusieve landbouw idealiter vraagt om een integraal management op bedrijfs- of zelfs gebiedsniveau waarbij meerdere maatregelen in samenhang worden toegepast, zijn in de analyse de effecten van de individuele maatregelen bekeken. Het hangt namelijk van de ambitie van de ondernemer en de omstandigheden en omgeving van het bedrijf af welke combinaties maatregelen passend zijn. Individuele maatregelen bieden een basis om verschillende ambitieniveaus te onderscheiden, zodat het mogelijk is om stapsgewijs met natuurinclusieve landbouw aan de slag te gaan.

Uit de analyse van de effecten blijkt dat de meeste maatregelen positief uitwerken op één of meer van de aspecten voor biodiversiteit, milieu en klimaat. Deze vergen wel diverse investeringen in bijvoorbeeld machines en inrichting, zeker op korte termijn. Op lange termijn ziet het plaatje er anders uit en nemen de financiële baten voor de boer toe.

Tevens kunnen vanuit het overzicht ‘no regret’-maatregelen aangegeven worden die altijd kosteneffectief toegepast kunnen worden. Dit zijn bijvoorbeeld maatregelen ten behoeve van het bodembeheer en het optimaliseren van kringlopen. Werken met de natuur vergt andere kennis, technologie en management van het bedrijf dan werken met chemische middelen en inzet van zoveel mogelijk technologie. Een verdieping van de kennis moet verworven worden met onderzoek en door ervaring in de praktijk op te doen.

1 Inleiding

Natuurinclusieve landbouw begint in de maatschappij een bekend begrip te worden voor een vorm van duurzame landbouw. Er worden echter meerdere interpretaties aan gegeven en daarmee is het niet duidelijk welke maatregelen er zijn voor natuurinclusieve landbouw en wat de effecten van die maatregelen zijn.

Het ministerie van Economische Zaken heeft het Louis Bolk instituut en Wageningen Environmental Research daarom gevraagd om een overzicht te maken van maatregelen voor natuurinclusieve landbouw die boeren kunnen treffen op hun bedrijf en om de effecten van die maatregelen inzichtelijk te maken.

In deze notitie zijn op basis van bestaande wetenschappelijke literatuur en praktijkervaringen deze effecten op verschillende aspecten ingeschat, zoals milieu, biodiversiteit, opbrengsten en kosten. De analyse is afgebakend tot maatregelen op bedrijfsniveau en ook de effecten zijn op het niveau van het bedrijf ingeschat. Hierbij is de volgende werkwijze gevolgd:

- Er is gestart met het definiëren van natuurinclusieve landbouw.
- Vervolgens is er een selectie gemaakt van maatregelen die boeren kunnen treffen op hun bedrijf die van belang zijn voor natuurinclusieve landbouw. Deze maatregelen kunnen afzonderlijk worden getroffen, maar zullen in de praktijk door ondernemers worden gecombineerd, afhankelijk van bedrijfskenmerken en het ambitieniveau van de ondernemer.
- De effecten van de maatregelen op een aantal aspecten zijn vervolgens kwalitatief bijeen gebracht in een overzichtstabel. Dit is gedaan op basis van bestaande wetenschappelijke literatuur en praktijkervaringen. Positieve en negatieve effecten van maatregelen zijn bekeken ten opzichte van de situatie dat de maatregelen niet genomen zijn. Er is in de tabel niet gescoord op de interactie tussen de maatregelen.

Deze notitie gaat allereerst in op de definitie van natuurinclusieve landbouw zoals hier gehanteerd. Vervolgens geven we een toelichting op het tot stand komen van het overzicht van maatregelen en de effecten op een aantal aspecten en de achtergronden erbij. Ten slotte geven we een synthese van de natuurinclusieve maatregelen en hun effect voor de akkerbouw en melkveehouderij en een advies over hoe ondernemers met het concept natuurinclusieve landbouw en de hier gepresenteerde maatregelen kunnen omgaan.

2 Wat is natuurinclusieve landbouw?

2.1 Definitie

Natuurinclusieve landbouw is een vorm van duurzame landbouw en onderdeel van een veerkrachtig eco- en voedselsysteem. Deze maakt optimaal gebruik van de natuurlijke omgeving en integreert die in de bedrijfsvoering. Daarnaast draagt natuurinclusieve landbouw actief bij aan de kwaliteit van diezelfde natuurlijke omgeving. Natuurinclusieve landbouw produceert voedsel binnen de grenzen van natuur, milieu en leefomgeving, met een positief effect op de biodiversiteit. Natuurinclusieve landbouw kan omschreven worden aan de hand van de volgende drie dimensies (Van Doorn et al., 2016):

- Aan de basis van een veerkrachtig landbouw- en voedselsysteem staat de biodiversiteit die essentiële bijdragen levert aan de agrarische bedrijfsvoering, zoals natuurlijke ziekte- en plaagwering, bestuiving, watervoorziening en -zuivering, natuurlijke bodemvruchtbaarheid en een goede bodemstructuur. Dit heet functionele agrobiodiversiteit. Natuurinclusieve landbouw begint met het in stand houden, versterken en gebruikmaken van deze biodiversiteit en de ecosysteemdiensten die deze het bedrijf biedt.
- Door gebruik te maken van functionele agrobiodiversiteit en ecosysteemdiensten en het sluiten van kringlopen richting nul-emissie kan er steeds efficiënter gebruik worden gemaakt van grondstoffen en wordt de invloed van de bedrijfsvoering op water, bodem en lucht steeds kleiner. Hierdoor worden de negatieve effecten van de bedrijfsvoering op de (natuurlijke) omgeving geminimaliseerd (zowel lokale, regionale als globale afwentelingseffecten). Hierdoor ontstaat een positieve terugkoppeling naar kansen voor specifieke soorten op het bedrijf en in het omringende landschap.
- Ten slotte is er de zorg voor het landschap en specifieke soorten op het bedrijf. Door aanleg en onderhoud van landschapselementen wordt een groene infrastructuur op landbouwbedrijven in stand gehouden (belangrijk voor flora en fauna). Landschapselementen hebben ook een functie in het versterken van de functionele agrobiodiversiteit op het bedrijf. Agrarisch natuurbeheer zorgt voor het voortbestaan van bijvoorbeeld weide- en akkervogels en andere boerenlandsoorten.

Tussen deze dimensies bestaan diverse terugkoppelingen en interacties. Deze dimensies grijpen aan op de vier samenhangende elementen van natuur die beschreven worden in het conceptueel kader voor biodiversiteit in de melkveehouderij (Erisman et al., 2014), zie figuur 1:

1. Functionele agrobiodiversiteit (vooral gericht op bodemkwaliteit, mineralenkringlopen en gewassen);
2. Landschappelijke diversiteit (met name landschapselementen op het bedrijf zelf, ten behoeve van functionele agrobiodiversiteit);

3. Brongebieden en verbindingszones (met name maatregelen op landschapsschaal, afstemming tussen Natuur Netwerk Nederland, beheer, uitwisseling tussen gebieden, etc.);
4. Specifieke soorten (additionele maatregelen voor soortenbehoud en bevordering).

Figuur 1. De vier elementen van biodiversiteit in de melkveehouderij (Erisman et al., 2014)

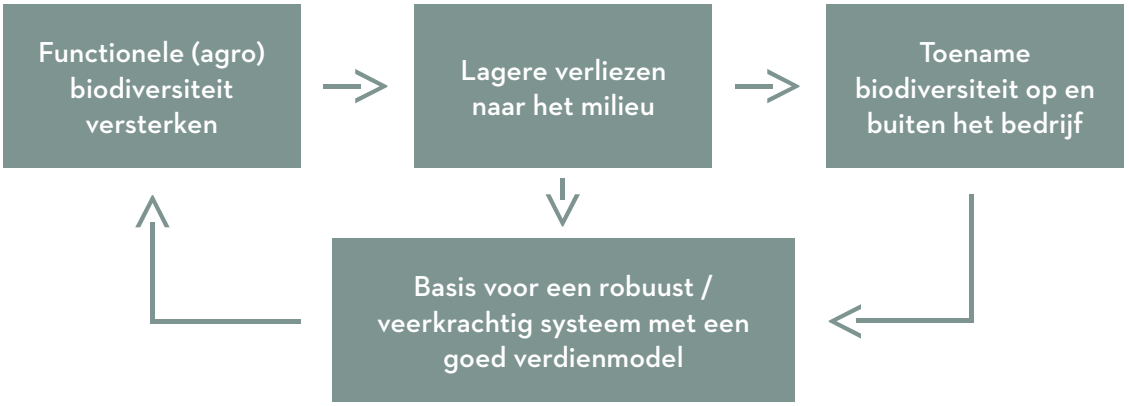
Voor natuurinclusieve landbouw is het van belang dat er een koppeling is tussen biodiversiteit ten behoeve van landbouw (ook wel functionele agrobiodiversiteit) en natuurwaarden, zoals landschap en specifieke doelsoorten.

Een gezonde bodem die in staat is voldoende water vast te houden en te leveren, die kan bijdragen aan de levering en het beheer van nutriënten en die koolstof vastlegt en gebruikt voor onderhoud van het bodemleven is daarbij essentieel (1e element figuur 1). De functie van een gezonde bodem voor landbouw wordt ondersteund door landschapselementen die een dubbelfunctie hebben: zij vormen de basis voor functionele agrobiodiversiteit: denk aan bestuiving en plaagbestrijding, en aan specifieke doelsoorten. Dit zijn soorten (zoals de akker- en weidevogels) die de natuurkwaliteit

van het agrarisch landschap vertegenwoordigen en afhankelijk zijn van bepaalde leefgebieden (2e element). Natuur- en landschapskwaliteit kan nog weer worden versterkt door goede afstemming in een gebied (3e element). Hiermee wordt de basis gelegd voor een productief agrarisch bedrijf maar ook voor de doelsoorten. Om de soorten te beschermen en te bevorderen zijn echter additionele maatregelen nodig, zoals uitgestelde maaidatum van gras wat ten koste gaat van de productie op het bedrijf (4e element).

Je kunt veel aan functionele agrobiodiversiteit werken met uiteindelijk een beperkt effect op specifieke soorten (zoals weidevogels, grauwe kiekendief, korenwolf). Maar je kunt ook heel veel aan specifieke soorten doen zonder gebruik te maken van functionele agrobiodiversiteit op bedrijven (huidige praktijk van agrarisch natuurbeheer). Natuurinclusieve landbouw zet in op de win-win, waarbij functionele agrobiodiversiteit samengaat met verlagen van de milieudruk door bijvoorbeeld verminderd gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in combinatie met het aanleggen en beheer van landschapselementen en specifieke soorten. Bij natuurinclusieve landbouw gaat het met nadruk niet enkel om landbouw in dienst van natuur, maar om landbouw die juist gebruik maakt van de natuur, waardoor de milieudruk vermindert. Daarvan profiteren zowel functionele biodiversiteit als specifieke soorten (zie Figuur 2).

Tot slot is het van belang dat ieder type landbouwbedrijf - ook een natuurinclusief bedrijf - een gezond economisch bedrijfsmodel heeft en dat er voldoende marge is, rekening houdend met extra kosten van de maatregelen (Figuur 2).



Figuur 2. Terugkoppelingen en interacties van natuurinclusieve landbouw (Erisman et al., 2014)

2.2 Kenmerken van natuurinclusieve landbouw: weerbaar, divers en integraal

Volledig natuurinclusieve landbouw is in principe grondgebonden omdat een gezonde bodem de basis is. Dit laat onverlet dat de intensieve, niet-grondgebonden sectoren ook kunnen werken aan natuur. Denk bijvoorbeeld aan natuur op het erf en beperken van de impact op de omgeving in de niet-grondgebonden veehouderij, en aan de glastuinbouw waar al veel gebruik gemaakt wordt van natuurlijke plaagbestrijding. De definitie van grondgebondenheid is voor natuurinclusieve landbouw van belang. Het kan eigen grond rond het bedrijf zijn, maar ook een samenwerking tussen bijvoorbeeld akkerbouw en veehouderij in de nabije omgeving van het bedrijf. Intensieve veehouderij die afhankelijk is van voerimport uit andere landen valt hier dus niet onder.

We maken onderscheid tussen akkerbouw en melkveehouderij (grasland) omdat er in de praktijk verschillende maatregelen voor de twee sectoren zijn. De effecten zijn vergelijkbaar voor andere grondgebonden sectoren (zoals de vollegronds groenteteelt, fruitteelt en bollenteelt). Maatregelen voor landschapselementen worden over het algemeen niet ingedeeld bij een van de sectoren, omdat de effecten van die maatregelen niet afhangen van het bedrijfssysteem. Een uitzondering is bijvoorbeeld de integratie van akkerranden in het akkerbouwbedrijf.

Over het algemeen geldt dat de huidige landbouwproductie sterk gespecialiseerd is op enkele gewassen. Door beschikbaarheid van chemische middelen, fossiele brandstoffen en mechanisatie zijn bedrijfssystemen ontstaan met een hoge milieudruk en weinig biodiversiteit, en dus een sterke vermindering van natuurinclusiviteit (Erisman et al., 2016, Tsiafouli et al., 2015). Deze specialisering heeft ertoe geleid dat bedrijven gevoeliger zijn voor onder andere ziekten en plagen. In de gangbare landbouw wordt dit onder controle gehouden met externe inputs. Middelen vervangen daarbij de natuurlijke processen. Het overmatig gebruik van externe inputs is vaak oorzaak van maatschappelijke problemen zoals slechte waterkwaliteit, antibioticaresistentie etc. Diversiteit van bijvoorbeeld bodemorganismen, specifieke soorten, landschap daarentegen zijn elementen die tot weerbare landbouwkundige systemen leiden. Daarbij is er minder afhankelijkheid van ingrepen in het systeem (o.a. Tscharntke et al., 2005; Van Eekeren et al., 2015; Erisman et al., 2016).

De transitie naar natuurinclusieve landbouw en het daarmee gepaard gaande streven naar het sluiten van kringlopen zou kunnen betekenen dat er meer gemengde bedrijven komen of dat er gemengde regio's komen met melkvee- en akkerbouwbedrijven die intensief samenwerken. De kansen hiervan ten opzichte van gespecialiseerde bedrijven of regio's, wanneer goed in de praktijk gebracht, zijn dat deze bedrijven een weerbaarder (eco)systeem hebben(diversiteit); efficiënter gebruik maken van natuurlijke hulpbronnen; en de mogelijkheid hebben om kringlopen te sluiten door meer voer

van eigen bedrijf of regio. In de biologische landbouw heeft dit zijn uitwerking gevonden in zogenaamde Koppelbedrijven (Prins et al., 2004). De plaatsen en ruimtelijke schaal waarop samenwerking tussen veehouderij en akkerbouw mogelijk is wordt door verschillende factoren bepaald, zoals cultuurhistorie, type regio (veenweide, zeeklei), economie, regelgeving, etc. Nader onderzocht dient te worden op welke schaal kringlopen gesloten kunnen worden, waar samenwerking meerwaarde biedt en wat voor effecten dat heeft op natuurinclusieve landbouw.

Een natuurinclusieve bedrijfsstrategie heeft niet alleen grote effecten op de ecologie, maar potentieel ook op de economie van een bedrijf. Belangrijke bedrijfseconomische kansen zijn:

- hogere kwaliteit en gezondere producten door o.a. verbeterde minerale en microbiële cyclus (Halweil, 2007; Benbrook, 2009) en
- economisch sterker, risicobestendiger bedrijfsprofiel door diversificatie in producten.

Natuurinclusieve bedrijven bedrijven blijken namelijk in de praktijk financieel weerbare bedrijven: ze hebben een laag risico t.a.v. de (lage) financieringslast en zijn op alle (zowel ecologische als economische) niveaus weerbaarder, zo blijkt uit een eerste beperkte inventarisatie (Bestman et al., 2016). Van belang hierbij is dat deze bedrijven geen kortetermijnvisie hebben, maar op de lange termijn gericht zijn.

In veel agro-ecologische systemen, zoals permacultuur, voedselbossen, ecosysteem restoratie en community/ consumer supported agriculture (CSA), is een vorm van integraal beheer te vinden dat verder gaat dan alleen de ecologie van het systeem en ook rekening houdt met de sociale aspecten binnen de voedselketen (de Nooy van Tol, 2016). Veel van deze vormen van landbouw nemen de bodem als uitgangspunt en onderscheiden zich door meerdere lagen in de vegetatie te gebruiken en producten tegelijk te produceren, de minerale kringlopen te sluiten en gebruik te maken van permanente begroeiing en koolstofvastlegging en nutriëntenvoorziening via biologische fixatie. Daarmee hebben ze vergelijkbare en soms zelfs betere prestaties dan de maatregelen die hier opgenomen zijn, zeker ook omdat het integrale concepten zijn. Aangezien ze nog wat ver van de gangbare praktijk staan zijn deze niet als maatregelen meegenomen in deze studie. Het zijn echter wel systemen waar veel van geleerd kan worden.

2.3 Natuurinclusieve landbouw en klimaat

Door menselijke invloeden zoals de uitstoot van broeikasgassen, luchtverontreiniging, veranderend landschap en allerlei interacties in de biosfeer verandert het klimaat. Door klimaatverandering stijgt de zeespiegel, wordt het warmer en komen er zowel drogere als nattere perioden. De extremen worden groter. We ervaren de gevolgen van klimaatverandering nu al en in grotere hevigheid dan gedacht. Denk bijvoorbeeld aan de gevolgen van de hevige regenval in Zuidoost-Brabant van juni 2016.

Klimaat vergt een integrale aanpak en een focus op bodem en landschapskwaliteit in de breedte. Natuurinclusieve landbouw kan hier een uitstekende rol in spelen. Zoals geschetst in Figuur 1 zijn de eerste drie elementen de basis voor een klimaatadaptief bedrijfsysteem met minder gevoeligheid voor droogte en ernstige regenval. Door meer koolstofopslag draagt het ook bij aan het verlagen van de CO_2-concentratie in de lucht. Een weerbare en gezonde bodem in combinatie met een divers en groen landschap kan een zeer grote rol spelen in versterking van het adaptieve vermogen van de landbouw en werkt positief op klimaat omdat het een koelende werking heeft in de regio. De bodem vormt naast de potentie voor zijn bijdrage aan klimaatadaptatie een basis voor veel andere thema's, zoals verduurzaming van de landbouw, voedsel, biodiversiteit, leefomgeving, waterkwantiteit en –kwaliteit.

Het adaptief vermogen kan versterkt worden door inzet op weerbaarheid en diversiteit; een mechanisme dat bekend is uit de ecologie: diverse systemen zijn weerbaarder tegen externe invloeden. Die grotere weerbaarheid kan bereikt worden door het verbeteren van de bodemkwaliteit in termen van structuur, samenstelling (mineralen, droge stof/compost) en bodemleven. Een weerbare bodem is minder gevoelig voor droogte, overmatige regenval en ziekten en plagen en dus klimaatadaptief.

Landbouw is een deel van de oorzaak van klimaatverandering, maar heeft dus ook potentie om een deel van de oplossing te worden omdat het beslag legt op meer dan 60% van het landoppervlak. Een belangrijke rol voor het beheer van de bodem in relatie tot voedsel en waterkwaliteit en -kwantiteit is het vastleggen van koolstof in de bodem.

3 Methode: overzicht van maatregelen en effecten

Natuurinclusieve landbouw vraagt om integraal management gericht op een veerkrachtig voedselsysteem en een gezond verdienmodel, met behoud van natuur en landschap. Het geheel is meer dan een lijst van individuele maatregelen, want juist in samenhang is er meerwaarde van natuurinclusiviteit. Een boer zal ook vaak meerdere maatregelen integraal op het bedrijf toepassen. Toch worden in dit rapport individuele maatregelen behandeld. Ten eerste om een bereikbaar perspectief te geven aan gangbaar werkende boeren, zodat zij laagdrempelig kunnen starten met één maatregel en die vervolgens stapsgewijs verder uitbouwen. Daarnaast zijn er per bedrijf andere combinaties van maatregelen mogelijk, waardoor samenhangende effecten behoorlijk verschillen en moeilijk in te schatten zijn.

Er is voor deze verkenning een selectie gemaakt van maatregelen en aspecten die van belang zijn voor de natuurinclusieve landbouw. De selectie is gebaseerd op relevantie, de huidige toepassing en ook op eerdere studies over agrobiodiversiteit en de biodiversiteitsmonitor voor de melkveehouderij (o.a. Erisman et al., 2014; van Eekeren et al., 2015; Geertsema et al., 2006; Zijlstra et al., 2016; Zaanen, 2017 http://biodiversiteitsmonitormelkveehouderij.nl/) Laarhoven et al., 2017; Zijlstra et al., 2016).

In tabel 1 staan de maatregelen die onderzocht zijn en de aspecten waarop de effecten zijn beoordeeld. De overzichtstabel met de scores per maatregel staat in Bijlage 1. De opsomming van maatregelen is niet uitputtend en er is een keuze gemaakt in het bespreken van de details per maatregel, maar de bronnen zijn wel vermeld. De maatregelen worden toegepast in de praktijk en de meeste worden toegepast op de schaal van een perceel of bedrijf. Naast individuele maatregelen zijn tevens een tweetal bedrijfssystemen opgenomen (een volledig grasgevoerd bedrijf en natte landbouw met aangepaste runderrassen in veenweidegebieden).

De effecten van de maatregelen zijn ingeschat aan de hand van een aantal aspecten (zie tabel 1 en de bovenste rij in de overzichtstabel van bijlage 1). Deze zijn gegroepeerd naar thema's, zoals functionele agrobiodiversiteit, het beperken van milieudrukfactoren (verliezen naar en effecten op milieu en klimaat) en specifieke biodiversiteit. Daarnaast zijn twee aspecten opgenomen die iets zeggen over overige maatschappelijke baten. Voor de landbouwpraktijk zijn bedrijfseconomische aspecten uiteraard van groot belang. Daarom zijn ook de volgende aspecten in de tabel opgenomen: opbrengst, financiële investering, bedrijfskosten en –opbrengsten (los van investeringskosten voor grond, gebouwen en machines), waarbij onderscheid is gemaakt tussen korte en lange termijn.

Maatregelen		Aspecten voor effect beoordeling	
Akkerbouw	**Melkveehouderij**	**thema**	**aspect**
Niet-kerende grondbewerking	Kruidenrijk grasland Weidegang	Functionele Agrobiodiversiteit	Bodemleven Plaagwering / ziekte bestrijding Bestuiving Bodemkwaliteit (functies en –structuur),
Bouwplan verruiming akkers	Aanleg plas-dras systeem	Beperken impact drukfactoren	CO_2/koolstof-vastlegging, Mineralen kringloop Verliezen naar het milieu
Groenbemesters, vanggewassen, akkers jaarrond groen	Natte landbouw en andere runderrassen in vernatte veenweidegebieden	Specifieke soorten	Biodiversiteit (bovengronds) en specifieke soorten
Reductie gewas-beschermingsmiddelen	Volledig grasgevoerd bedrijf	Overige maatschappelijke baten	Landschaps kwaliteit en beleving Klimaat adaptatie en –mitigatie Voedsel kwaliteit
Bloeiende akkerranden		Financiële kosten en baten (bedrijf)	Opbrengst Investering (euro's) Bedrijfskosten en –opbrengsten: korte termijn Bedrijfskosten en –opbrengsten: lange termijn
Landschapselementen	Landschapselementen		

Tabel 1: overzicht van maatregelen voor natuurinclusieve landbouw en aspecten voor effect beoordeling (nader uitgewerkt in Bijlage 1).

In de tabel is het hoofddoel per maatregel beschreven en zijn de positieve en negatieve effecten van de maatregelen geïnterpreteerd. Dit is een kwalitatieve inschatting op basis van literatuur en expert-kennis en praktijkervaring. De kennis over de maatregelen en aspecten varieert. Zo is er relatief veel kennis en literatuur beschikbaar over mineralenkringlopen en akkerranden, maar bijvoorbeeld heel weinig over het effect van verschillende natuurinclusieve maatregelen op de bodemkwaliteit, verliezen naar het milieu of op de meerwaarde voor het hele productiesysteem.

Positieve en negatieve effecten van de maatregelen zijn bepaald ten opzichte van de situatie waar de maatregel niet genomen is. Voor de economische parameters is ervoor gekozen om op bedrijfsniveau te bepalen wat de investeringen en korte- en langetermijnopbrengsten zijn: minder, gelijk of hoger dan in een situatie zonder de maatregel. De verandering in maatschappelijke baten en kosten is niet meegenomen. Maar wanneer de maatschappelijke baten (in euro's) meegenomen zouden worden, zouden veel maatregelen mogelijk op zichzelf al een positieve verhouding tussen de baten en kosten kunnen bewerkstelligen. Dit levert echter nog geen verdienmodel op voor een ondernemer, aangezien er geen eenduidige kwantificering en verzilvering van maatschappelijke baten en kosten bestaat.

Het effect van een maatregel is zelden beperkt tot het doel waarvoor de maatregel genomen wordt. Vrijwel alle maatregelen hebben ook neveneffecten, deze worden in de tekst toegelicht. De overheersende richting van het effect per aspect is aangegeven met een kleur: verbetering ten opzichte van het niet-uitvoeren van de maatregel is groen, gemengd of beperkt effect is geel en verslechtering is rood. Doordat de meeste maatregelen meerdere doelen dienen en (neven)effecten hebben, is de analyse van de effecten van maatregelen complex, vooral wanneer complete bedrijfssystemen worden bekeken die meerdere maatregelen tegelijkertijd implementeren. Daarnaast wordt het effect van een individuele maatregel op het totale verdienmodel slechts gedeeltelijk meegenomen door te kijken naar de verhouding bedrijfskosten en –opbrengsten. Bedrijven zullen vaak meerdere maatregelen combineren: de toepasbaarheid hiervan hangt af van de (markt)omstandigheden waarin een bedrijf zich bevindt.

4 Effecten van natuurinclusieve maatregelen

4.1 Akkerbouw

In de akkerbouw kunnen we onderscheid maken tussen volveldse maatregelen, maatregelen op de randen van het perceel en de combinatie van de twee. Om natuurinclusiviteit op de akkers zelf te verhogen is een combinatie van maatregelen nodig om tot resultaten te komen die op de langere termijn gelijkwaardige opbrengsten genereren in vergelijking met de gangbare praktijk (de Haan et al., 2016). Op korte termijn vergen die echter investering. Het gaat dan om de combinatie van: het verruimen van het bouwplan, niet-kerende grondbewerking, groenbemesters en akkerbedekking in de winter. Op deze manier wordt gewerkt aan de bodemkwaliteit en daarmee aan de productiviteit, naast het verbeteren van de leefomgeving van soorten zoals akkervogels. Mestkwaliteit in relatie tot bodemkwaliteit is van belang voor natuurinclusieve akkerbouw. Dat geldt ook voor de melkveehouderij en staat verder toegelicht in de paragraaf over de melkveehouderij (4.2).

Verruimen bouwplan

De huidige gangbare akkerbouw is gebaseerd op externe middelen (kunstmest, pesticiden, zware machines) waardoor het mogelijk is met een beperkt bouwplan met slechts een paar gewassen (granen, hakvruchten) hoge opbrengsten te behalen op grote percelen. Door een beperkte gewasrotatie is het systeem echter gevoelig voor veronkruiding en uitbraak van ziekten als schimmels en aaltjes en gaat de bodemkwaliteit achteruit. Bouwplanverruiming met een rustgewas als grasklaver of veldbonen afgewisseld met (winter)granen, vanggewassen, aardappelen etc. kan de bodemkwaliteit en de organische stofopbouw sterk verbeteren. Het gaat dan om een betere structuur maar ook om het vastleggen van stikstof door vlinderbloemige. Een ruimer bouwplan kan ook het gebruik van bestrijdingsmiddelen terugdringen, mits goed afgestemd op andere maatregelen (niet-kerende grondbewerking, bemesting met compost en/of ruige mest). Hierdoor kan bij een vervolgteelt van granen of hakvruchten eenzelfde opbrengst worden behaald met minder input van nutriënten en pesticiden. Een verruimd bouwplan en minder externe nutriënten hebben een positief effect op biodiversiteit (Geiger et al., 2010). Economische winst voor de boer wordt behaald door bodemverbeterende maatregelen, en de reductie in inkoop van (kunst)meststoffen en bestrijdingsmiddelen.

Niet-kerende grondbewerking

Normaliter wordt bouwland geploegd, een zogenaamde kerende grondbewerking. Een dergelijke intensieve grondbewerking op bouwland stimuleert de afbraak van organische stof. Met een niet-kerende grondbewerking of minimale grondbewerking wordt organische stof behouden, en blijven

gewasresten in de bovengrond (Holland, 2004). De effecten van grondbewerking op de bodembiodiversiteit zijn echter niet eenduidig, en hangen af van organismen en van bodemtypes. Een recente review van Duits onderzoek naar het effect van grondbewerkingsintensiteit laat zien dat de hoeveelheid en diversiteit van regenwormen toenemen bij afnemende grondbewerking (van Capelle et al., 2012). Met name regenwormen dragen bij aan het vergroten van het poriënvolume in de grond, het verstevigen van de draagkracht door de vorming van aggregaten, en ook aan de vergroting van de waterinfiltratie en het waterbergend vermogen als gevolg van meer organisch materiaal in de bodem. Hiermee vervullen ze een aantal belangrijke functies voor het landbouwsysteem.

Groenbedekking / vanggewassen / groenbemesters

Na de oogst van een gewas is het belangrijk dat bouwland begroeid de winter in gaat. Dit kan via een vanggewas/groenbemester of via het bouwplan (bijvoorbeeld inzaai van wintergraan). Met dit gewas kan stikstof in de bodem worden vastgelegd en de doorworteling is positief voor de bodemstructuur en het bodemleven. Wel is het zo dat begroeid bouwland weinig voedselbronnen voor vogels in de winter biedt, omdat de gewasresten ondergewerkt zijn (Holland, 2004). In combinatie met niet-kerende grondbewerking liggen hier echter wel mogelijkheden, maar voor specifieke soorten zoals zaadetende vogels is een stoppelgewas interessanter. Dat deze maatregel op de lange termijn rendabel is laat de ervaring van de Stichting Veldleeuwerik zien. Hierbij hebben telers met bodemmaatregelen en andere duurzaamheidsmaatregelen na 15 jaar stabielere opbrengsten die minder gevoelig zijn voor weersinvloeden, waardoor de opbrengsten toegenomen zijn.

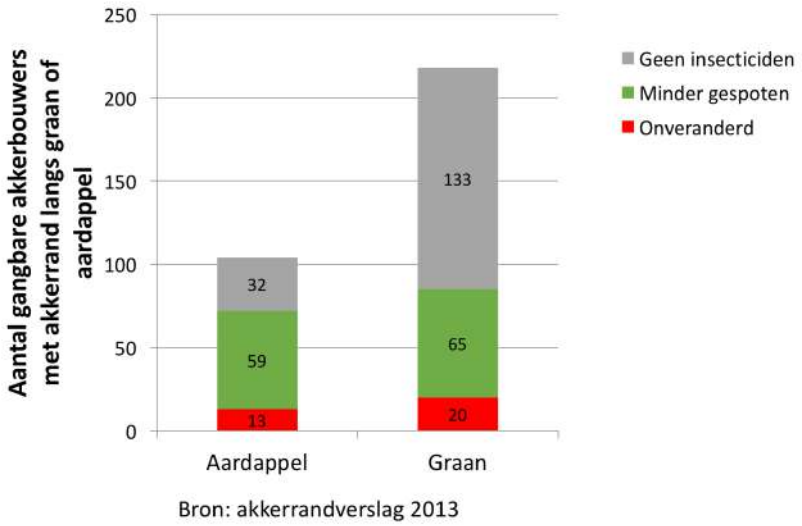
Akkerranden

In een recent literatuuroverzicht hebben Bos et al. (2014) een overzicht gegeven van de voordelen van akkerranden. Daarbij hebben ze onderscheid gemaakt tussen de wetenschappelijke status en de praktijk (Tabel 2). De bevindingen van Bos et al. (2014) zijn gebruikt voor de beoordeling van effecten in de overzichtstabel.

Dienst	Tussendoelen	Aangetoond?		Einddoelen	Aangetoond?	
		Wetenschap	Praktijk		Wetenschap	Praktijk
Bufferfuncties	• Minder af- en afspoeling van nutriënten en sediment • Minder drift van pesticiden	+ +	o o	• Schoner oppervlaktewater	o	±
Gewasbescherming	• Hogere diversiteit en aantallen natuurlijke vijanden in akkerranden • Hogere diversiteit en aantallen natuurlijke vijanden in gewas • Hogere predatie plaagorganismen in gewas	+ + +	± + o	• Lagere plaagdruk in gewassen • Minder schade aan gewassen door plagen • Minder insecticidengebruik in gewassen	+ o o	+ o ±
Gewasbestuiving	• Hogere diversiteit en aantallen bestuivende insecten in akkerranden • Meer bloembezoek door bestuivende insecten • Meer vruchtzetting in gewas	+ o o	+ o o	• Verbeterde oogst of zaadproductie	+	o
Natuurbescherming	*Te veel verschillende tussendoelen door grote verschillen tussen einddoelen. Zie Hs. 3.4 voor toelichting*			• Grotere biodiversiteit flora & fauna • Versterking populaties kwetsbare soorten	+ +	± +
Landschapsbeleving	• Verbeterde landschappelijke diversiteit door aanwezige akkerranden • Verbeterde landschappelijke kwaliteit door visueel aantrekkelijke akkerranden	+ +	o o	• Grotere tevredenheid onder onwonenden door verbeterde beleving van het landschap • Meer (inkomen uit) recreatie	o o	o o

Tabel 2: De maatschappelijke diensten van akkerranden met hun tussendoelen en einddoelen en of effecten met onderzoek (wetenschap) of monitoring (praktijk) zijn aangetoond (+ = aangetoond positief effect; ± = soms wel/soms geen positief effect aangetoond; o = niet onderzocht of gemonitord) (Bos et al., 2014).

Binnen het project Bloeiend bedrijf (www.bloeiendbedrijf.nl) is drie jaar lang met ongeveer 600 boeren gewerkt aan akkerranden voor geïntegreerde gewasbescherming via kennisuitwisseling en ervaring. De uitkomsten van dit project lieten zien dat 75% van de deelnemers de middelen voor gewasbescherming heeft verminderd (zie figuur 3).



Figuur 3 Veranderingen in gebruik van gewasbeschermingsmiddelen bij aardappelen en graan binnen het project Bloeiend Bedrijf (na 3 jaar)

Duidelijk is dat akkerranden, mits goed aangelegd en onderhouden een zeer positief effect hebben op bufferfuncties, verminderd gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, bestuiving en landschapsbeleving (zie Bos et al., 2014). Akkerrandenbeheer voor bedreigde vogelsoorten of voor minder insecticidengebruik kunnen elkaar versterken, maar die combinatie wordt nog nergens gemaakt (Bos et al., 2014). Door aanleg en beheer worden de kosten van de akkerbouwer hoger en wordt de productie lager doordat er een deel van de akker als rand wordt gebruikt. De verminderde kosten van gewasbescherming en de andere functies die economisch voordeel opleveren wegen hier in het algemeen momenteel nog niet tegenop. Toch zijn er recente voorbeelden die een positief effect van akkerranden op de opbrengst laten zien (Pywell et al., 2015).

4.2 Melkveehouderij

Mestkwaliteit

Mest werkt via organische stof aanvoergunstig op de bodembiologische kwaliteit (Faber et al., 2009). Voor de bodemkwaliteit is het essentieel dat hoogkwalitatieve mest wordt toegepast op een zodanige manier dat de bodemstructuur behouden blijft (ruige mest, lichte machines).
Met kwaliteit van mest kunnen specifieke bodemorganismen worden gestimuleerd met verschillende functies voor het landbouwbedrijf. Kwaliteit van mest heeft een grote invloed op de microbiële

cyclus op een bedrijf. Stro in ruige mest maar ook de vezels in de dikke fractie van drijfmest stimuleren regenwormen (van Eekeren et al., 2009; 2016). Deze hebben op hun beurt een positief effect op de bodemstructuur in de bovenste bodemlaag en stimuleren daarmee waterinfiltratie. Strooisel in ruige mest dient ook weer als nestmateriaal voor weidevogels en regenwormen zijn een belangrijke voedselbron voor weidevogels.

Grasland

Grondgebondenheid en een goede bodemkwaliteit zijn de basis voor de voervoorziening op natuurinclusieve melkveebedrijven. Een bepalende factor voor de grondgebondenheid kan uitgedrukt worden in het aantal GVE per hectare of melkproductie per hectare, maar ook in het percentage eiwit van eigen land en de beweiding. Eiwit is belangrijk voor het rantsoen van melkkoeien. Eiwit is momenteel voor een groot deel afkomstig uit gras en krachtvoergewassen, waaronder soja. Het percentage eiwit van eigen land hangt samen met biodiversiteit op het eigen melkveebedrijf en biodiversiteit in de regio's waar soja wordt geproduceerd. Veel melkveebedrijven hebben grasland en bouwland (vaak snijmaïs). Bedrijven die aan de eisen van de derogatie voldoen hebben minimaal 80% grasland en maximaal 20 % bouwland. Wat betreft functionele agrobiodiversiteit op een melkveebedrijf heeft grasland in principe de voorkeur boven bouwland (Reidsma et al., 2006). Grasland bouwt onder andere organische stof op. Bouwland heeft over het algemeen een dalend of licht stabiliserend effect op het organische stofgehalte. Het organische stofgehalte in de bodem heeft effect op de bodembiodiversiteit en functionele biodiversiteit (Faber et al., 2009). Wanneer een bedrijf bouwland heeft, is het belangrijk dat het organische stofgehalte op peil blijft. Via een organische stofbalans op bouwland kan dit worden gemonitord, waarmee tevens een inschatting gemaakt kan worden van de bodembiodiversiteit.

Reidsma et al. (2006) definieerden een waarde voor de ecosysteemkwaliteit van een landbouwbedrijf of regio gebaseerd op de verliezen naar het milieu en het effect op de biodiversiteit afgezet tegen natuurgrond (waarde 100). Volgens Reidsma et al. (2006) ligt de ecosysteemkwaliteit van extensief beheerd grasland op 40%, dat van extensief beheerd bouwland (25%), van intensief beheerd grasland op 20%, en van intensief beheerd bouwland op 10%. Intensief landgebruik zoals bouwland leidt tot voedselsystemen die minder sterk ontwikkeld zijn wat betreft het aantal soorten, maar ook tot een kleinere diversiteit in functionele groepen (Tsiafouli et al., 2015) en tot minder verbindingen tussen organismen (Creamer et al., 2015). Hoe meer grasland in het bedrijfssysteem, hoe beter voor de organische stof en bodembiodiversiteit, en uiteindelijk voor functies als grasproductie (o.a. stikstof-

leverend vermogen), milieufuncties (o.a. waterregulatie), klimaat (CO_2 vastlegging) en biodiversiteit (o.a. weidevogels) (van Eekeren et al., 2008; van Eekeren et al., 2010). Het aandeel grasland is daarmee een indicator voor meer functionele biodiversiteit op het melkveebedrijf.

Kruidenrijk grasland

Kruidenrijk grasland met de verschillende functionele groepen (grassen, vlinderbloemigen en kruiden) is een van de belangrijke onderdelen van functionele agrobiodiversiteit op een melkveebedrijf. Daarnaast is het uitermate belangrijk voor specifieke soorten zoals weidevogels. Momenteel wordt "kruidenrijk" grasland vooral gekoppeld aan weidevogeldoelstellingen in combinatie met een lagere bemesting en een uitgestelde maaidatum. Dat kruidenrijk grasland ook functioneel is voor de bedrijfsvoering wordt weliswaar nog weinig meegewogen, maar het draagt bij aan diergezondheid, droogtetolerantie en stabiliteit van de productie (Wagenaar et al., 2017).

Kruidenrijke graslanden zijn oude graslanden en hierbij blijkt: hoe ouder het grasland, hoe minder bodembewerking is toegepast, hoe meer het ecosysteem intact blijft, hoe meer kans voor diversiteit boven en onder de grond. Doordat er geen grondbewerking wordt uitgevoerd ontstaat er ondergronds een stabiel milieu met voldoende voeding en neemt de bodembiodiversiteit toe. Onderzoek van Van Eekeren et al. (2008) laat zien dat de diversiteit van regenwormen, aaltjes, schimmels en bacteriën hoger is in de bodem onder oud grasland (36 jaar) dan tijdelijk grasland (3 jaar). In ouder grasland loopt ook het organische stofgehalte op. Dit is gekoppeld aan de stijging van bodembiodiversiteit en functionele biodiversiteit (Faber et al., 2009) en aan de drukfactor netto CO_2 -emissies. De bovengrondse botanische samenstelling hangt ook gedeeltelijk met de leeftijd van het grasland samen, maar wordt in belangrijke mate bepaald door het management (o.a. gebruikte grassoorten bij inzaai, gebruik herbicides en bemesting) en de grondsoort.

Weidegang

Momenteel wordt vanuit het beleid voor weidegang op gangbare bedrijven een minimum van 120 dagen met 6 uur weidegang per dag nagestreefd. Belangrijk voor functionele agrobiodiversiteit en specifieke soorten is niet alleen de beweidingsduur, maar ook het oppervlak dat beweid wordt en de startdatum van weidegang. Weidegang heeft onder andere een positief effect op de botanische samenstelling (o.a. witte klaver), wat de functionaliteit van de natuurlijke stikstofbinding onder stikstofarme condities verhoogt (van Eekeren et al., 2015). Weidegang heeft ook een positief effect op de ammoniakemissie (Hoving et al., 2014). Daarnaast biedt koemest broedplaatsen voor wormen (Versteeg et al., 2014), die het strooisel verteren en de bodemstructuur in de bovenste bodemlaag

verbeteren. Deze wormen zijn ook voedsel voor weidevogels en de insecten die op koemest afkomen zijn voedsel voor kuikens (Versteeg et al., 2014).

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

In veenweidegebieden leidt verhoging van het waterpeil tot verbetering van een aantal indicatoren. Deze maatregel staat impliciet in de tabel bij Natte landbouw en andere runderrassen in vernatte veenweidegebieden.

4.3 Landschapselementen

Landschapselementen worden hier gedefinieerd als elementen op landbouwbedrijven die bestaan uit (half)natuurlijke vegetaties, zoals houtwallen, bomenrijen, kleine bosjes, overhoeken met ruige vegetaties, slootkanten en natuurvriendelijke oevers.

Bij de beschrijving van de effecten van landschapselementen op de verschillende aspecten is geen onderscheid gemaakt tussen akkerbouw of melkveehouderij. Veel landbouwbedrijven bestaan voor een klein percentage uit landschapselementen. Het type landschapselement varieert tussen verschillende regio's in Nederland (Geertsema et al., 2002). Veel van deze elementen zijn al decennialang aanwezig in het landschap en zijn dragers van regionale identiteit. In het verleden speelden ze een belangrijkere rol in de agrarische bedrijfsvoering, zoals houtwallen voor de perceel begrenzing, voervoorziening of plaagbestrijding. Door de schaalvergroting van de landbouw en het wegvallen van de functionaliteit voor de productie zijn veel landschapselementen verdwenen. Het beheer van de landschapselementen varieert, maar is vaak een sluitpost in de bedrijfsvoering. Denk bijvoorbeeld aan het beheer van slootkanten (klepelen, kaalschrapen). Ook staan ze onder invloed van eutrofiëring en drift van bestrijdingsmiddelen.

Het kenmerkende van de nog aanwezige landschapselementen is dat ze de stabiele factor in het productiesysteem zijn. Het beheer is een stuk minder intensief dan op de percelen zelf. En de vegetaties zijn meerjarig. De landschapselementen zijn de dragers van diversiteit en gradiënten in het huidige agrarisch landschap. De landschapselementen hebben een dubbelfunctie (zie Figuur 1): ze dienen voor het versterken van functionele agrobiodiversiteit en daarnaast als habitat voor specifieke soorten en als drager van regionale identiteit en landschappelijke kwaliteit.
In natuurinclusieve landbouw vormen landschapselementen een cruciale schakel (Figuur 2).
Voor zowel natuurlijke vijanden van plaaginsecten als bestuivers vormen landschapselementen een

cruciale bron als voedsel, nestgelegenheid of schuilplaats. Voor natuurlijke vijanden leveren ze een habitat om te overwinteren. In het voorjaar bloeien houtige landschapselementen eerder dan de akkers en akkerranden en leveren dan nectar en pollen voor natuurlijke vijanden zoals sluipwespen en zweefvliegen zodat ze hun populatie kunnen opbouwen. Wanneer het gewas begint te groeien op de akker is er voldoende potentieel aan natuurlijke vijanden om plaagpopulaties te onderdrukken (Van Rijn, 2016). Daarnaast zorgen landschapselementen voor schaduw en dat is belangrijk voor het vee.

Aan de andere kant worden landschapselementen door boeren ook als bron van plagen gezien. Uit onderzoek blijkt dat het voordeel van natuurlijke vijanden opweegt tegen de plagen (Bianchi et al., 2006). Oftewel, investeren in landschapselementen heeft een veel sterker effect op groei van natuurlijke vijanden dan op de groei van plaaginsecten.

Landschapselementen vormen het belangrijkste habitat voor veel planten- en diersoorten in het agrarisch landschap. Dat geldt voor alle typen habitats, van vochtige grazige vegetaties in slootkanten en droge dijktaluds tot houtwallen en bomenrijen. Positieve relaties tussen deze habitats en het agrarisch landschap zijn gevonden voor planten, vogels en meerdere insectengroepen (Billeter et al., 2008, Cormont et al., 2016). Het netwerk van elementen dat op landschapsschaal over meerdere landbouwbedrijven kan ontstaan, speelt een belangrijke rol in het verbinden van natuurgebieden en zo in het versterken van de biodiversiteit (Grashof et al., 2009).

Versterking van landschapselementen in natuurinclusieve landbouw kan gerealiseerd worden door goed beheer. Voor grazige elementen (slootkanten, dijken) betekent dat maaien (niet meer dan één tot twee keer per jaar) en afvoeren van het maaisel. Door gefaseerd te maaien blijft er stabiel habitat voor planten en dieren over.

Behalve in het beheer is in veel gevallen uitbreiding van het aantal elementen of de omvang van bestaande elementen een manier om de natuurinclusiviteit te versterken. Een voorbeeld is de ontwikkeling van natuurvriendelijke oevers langs sloten en het verontdiepen van sloten. Dit leidt tot een stabieler waterpeil, dat beter bestand is tegen extremen in neerslag (Van de Sandt & Goosen, 2011) en extra kansen biedt voor biodiversiteit.

Effectiviteit voor zowel functionele agrobiodiversiteit als specifieke soorten hangt af van de ruimtelijke samenhang op landschapsschaal (Element 3 in Figuur 1). Investering in geïsoleerde elementen heeft minder effect dan in elementen die samenhangen vertonen in het landschap.

Beheer en aanleg van habitats voor bevordering van specifieke soorten vergt ook investeringen van de boer. Deze leveren echter vooral maatschappelijke baten op. Om tot een gebalanceerd

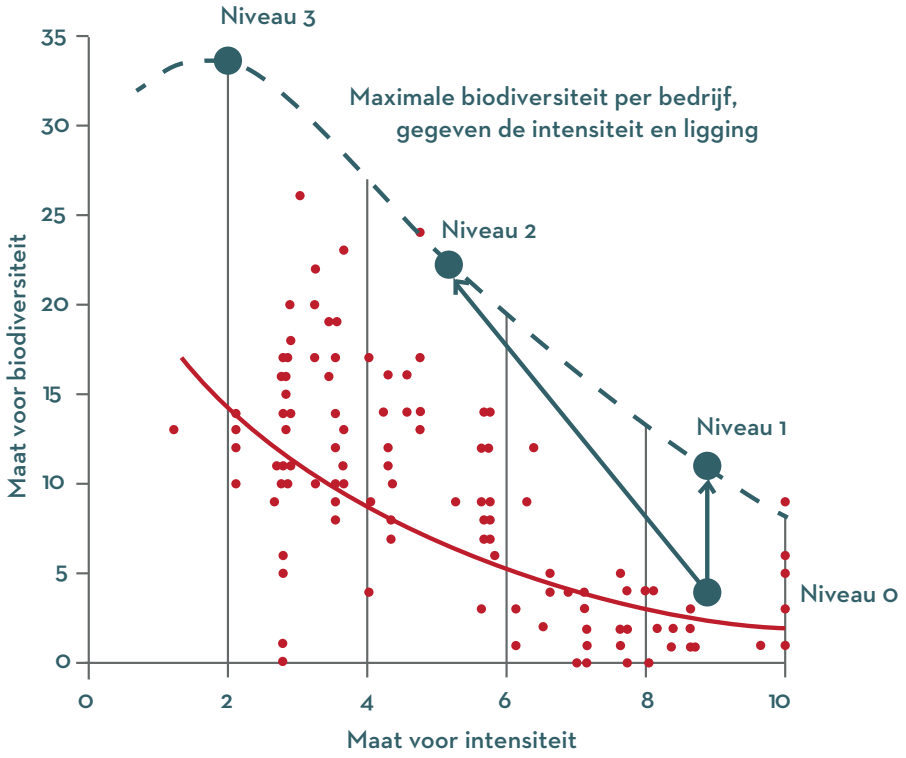
verdienmodel te komen is investering vanuit de maatschappij, dan wel verrekening vanuit de keten via een meerprijs voor producten nodig. Ook poelen en sloten zouden in dit overzicht kunnen staan. Voor aquatische soorten zijn zij een belangrijk habitat, maar ze hebben slechts een zeer beperkte rol in functionele agrobiodiversiteit.

4.4 Ambitieniveaus en scenario's

Natuurinclusieve landbouw is uiteindelijk meer dan het uitvoeren van individuele maatregelen zonder dat de samenhang in ogenschouw wordt genomen. Het vraagt om integraal management gericht op bodem- en landschapskwaliteit, (voedsel)productie en natuur, op bedrijfs- en zelfs gebiedsniveau. De hier gegeven beschrijvingen en kwantificeringen zijn generiek, maar voor natuurinclusieve landbouw kunnen we verschillende niveaus van ambitie of scenario's onderscheiden (Erisman et al., 2014). Dit maakt het mogelijk om stapsgewijs met natuurinclusieve landbouw aan de slag te gaan. Van belang hierbij is wel steeds om zoveel mogelijk van integraliteit uit te gaan en de volgorde van de samenhangende elementen uit Figuur 1 voor ogen te houden: eerst werken aan de bodemkwaliteit in relatie tot gewas en bemesting (kringlopen), en beheer en/of aanleg van landschapselementen afgestemd met de omgeving.

Een prikkel- of beloningssysteem zou gebaseerd kunnen worden op een ambitieclassificatie. Figuur 4 geeft een voorbeeld van de variatie aan biodiversiteit per bedrijf in relatie tot de opbrengst (Erisman et al., 2016). In het figuur worden vier ambitieniveaus geschetst. Het figuur zelf geeft de score van individuele bedrijven (rode stippen) op biodiversiteit in relatie tot intensiteit: hoe hoger de intensiteit, des te lager de biodiversiteit. In de praktijk blijkt de biodiversiteit een maximum te hebben per intensiteitsklasse. De blauwe lijn geeft de hoogste scores op biodiversiteit en is daarmee een soort maximale biodiversiteit die in die intensiteitsklasse te bereiken is. De potentie voor individuele bedrijven kan behoorlijk verschillen bij hetzelfde management. Ook de opbrengst kan nog behoorlijk toenemen voor de meeste bedrijven zonder dat de biodiversiteit vermindert. De opbrengst is weer mede afhankelijk van het intensiteitsniveau (niet gegeven in het figuur). Wanneer gekozen wordt voor een bepaald opbrengst-intensiteitsniveau, dan ligt de maximale biodiversiteit vast. De combinatie van het absolute biodiversiteitsniveau (dat wat het bedrijf al gerealiseerd heeft) en de vorderingen op weg naar het maximaal haalbare biodiversiteitniveau (blauwe stippellijn), kan gebruikt worden om ambitieniveaus te definiëren.

N.B. De productie en het gebruik van duurzame energie zijn uiteraard ook terreinen waarin ambities geformuleerd kunnen worden, maar die zijn buiten de kaders van dit onderzoek gebleven.



Figuur 4: Variëteit aan biodiversiteit per bedrijf (rode stippen) in relatie tot de intensiteit. Intensiteit is bepaald door de combinatie van bemesting, weidegang en maaien. De blauwe stippellijn geeft het maximum aan biodiversiteit per opbrengst, bepaald door de hoogste punten met elkaar te verbinden.

We onderscheiden de volgende niveaus van natuurinclusiviteit van de bedrijfsvoering:

Niveau 0: er wordt minimaal gebruik gemaakt van biodiversiteit op het bedrijf; alleen aan wettelijke verplichtingen wordt voldaan, bijv. weidegang volgens de daarvoor geldende minimumeisen;

Niveau 1: door op een deel van het bedrijf maatregelen te treffen voor specifieke soorten wordt biodiversiteit bevorderd, bijvoorbeeld door een deel van het land af te schermen en onbeheerd te laten, door plas-dras of akkerranden aan te leggen, door via een mozaïekstructuur rekening te houden met maaien en bemesten of het beheer van slootkanten, maar ook door nestkastjes op te hangen of door erfbeplanting. Ook biologische plaagbestrijding in kassen hoort bij dit niveau.
Praktijkvoorbeeld: Niveau 1 wordt eigenlijk ingevuld door gangbare bedrijven die op dit moment

aan Agrarisch Natuurbeheer[1] doen en maatregelen nemen om soorten te behouden of te bevorderen.

Niveau 2: dit is een stap richting grondgebondenheid: op het bedrijf wordt gestuurd op verbetering van de functionele biodiversiteit door verbetering van bodem-, gewas- en diercycli – bijvoorbeeld met een combinatie van maatregelen die in deze publicatie aan de orde komen -, naast het ruimte geven voor natuurlijk gedrag van dieren, beheer van landschapselementen als ondersteuning voor de functionele agrobiodiversiteit en maatregelen ten aanzien van specifieke soorten;

Niveau 3: het bedrijf heeft een adaptief systeem en is volledig grondgebonden, waarbij kringlopen geoptimaliseerd zijn en aandacht is voor b.v. kruidenrijk grasland en robuuste koeienrassen. Daarbij is oog voor de aanleg en het onderhoud van landschapselementen en maatregelen t.a.v. specifieke soorten. Deelname in een gebiedscollectief met ambitieuze gebiedsbeheerplannen ten aanzien van een groenblauwe dooradering en soortenbeheer kunnen de resultaten versterken.
Praktijkvoorbeeld: Bedrijven die zich kwalificeren als niveau 3 zijn schaars. Een voorbeeld is bijvoorbeeld een volledig grasgevoerd melkveebedrijf, zie http://www.zogroenalsgras.com

Een hogere biodiversiteitsambitie brengt verschillende kosten met zich mee op korte en lange termijn en ook de opbrengsten verschillen. De eerste bedrijfsambitie heeft de laagste kosten wat betreft investeringen in biodiversiteitsmaatregelen en de hoogste gewasopbrengsten op de korte termijn. Dit systeem benadert het 'controlemodel': dit zijn bedrijven waar door het gebruik van externe inputs weinig gebruik wordt gemaakt van natuurlijke processen. Zij zijn in grote mate afhankelijk van externe en technische hulpmiddelen zoals kunstmest, gewasbescherming, beregening, antibiotica, etc. met bijbehorende kosten. Op de lange termijn stijgen de kosten van dit model omdat de risico's van klimaatinvloeden, antibioticaresistentie en prijsschommelingen van voer en melk toenemen.

Bij het niveau 0 zijn de kosten voor investeringen in biodiversiteit hoger, maar de verschillen in opbrengsten met het eerste niveau beperkt. Niveau 2 biedt op de middellange en lange termijn de hoogste stabiliteit in inkomen, omdat het veel gebruik maakt van natuurlijke processen in plaats van externe inputs om verstoringen zoals ziekten en plagen op te vangen. Het leidt tot grote duurzaamheidsstappen, maar nog niet tot de grootste biodiversiteitswinst. Niveau 3 is zowel vanuit duurzaamheid als biodiversiteit het meest aantrekkelijk, maar biedt alleen op lange termijn (minimaal tien jaar) zicht op vergelijkbare verhoudingen in kosten-baten als niveau 0. Dat komt doordat het managen, optimaliseren en uittesten van natuurlijke processen en het agro-ecosysteem veel tijd vergt.

[1] Het collectieve stelsel voor Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer heeft als belangrijke meerwaarde dat er vanuit de collectieven wordt gestuurd op regionale samenhang tussen de maatregelen die individuele bedrijven nemen.

5 Conclusies

5.1 Veel positieve effecten; investeringen en kennis noodzakelijk

De tabel met maatregelen en effecten (zie bijlage 1) laat zien dat de meerderheid van de maatregelen positief uitwerkt op één of meer aspecten voor functionele agrobiodiversiteit en specifieke biodiversiteit. Ook is echter duidelijk dat er investeringen nodig zijn, zeker op korte termijn. Op lange termijn ziet het plaatje er anders uit en nemen de baten toe.

Een verbetering van indicatoren leidt over het algemeen tot een verhoging van maatschappelijke baten en een vermindering van de maatschappelijke kosten - daar is immers natuurinclusieve landbouw ook op geënt. Wanneer deze verrekend zouden kunnen worden met de financiële kosten en baten, zouden veel maatregelen op zichzelf al kosteneffectief kunnen worden.

De meeste maatregelen dienen meerdere doelen. Daarnaast hebben meerdere maatregelen vaak dezelfde (neven)effecten, zoals de verbetering van bodemkwaliteit, landschappelijke kwaliteit en soortenbevordering. Bedrijven zullen vaak meerdere maatregelen in combinatie nemen. Sturing binnen natuurinclusieve landbouw kan helpen om deze maatregelen vanuit integrale benadering versterkt en in samenhang uit te voeren. Daarbij is het conceptueel kader uit Figuur 1 een hulpmiddel: eerst werken aan bodemkwaliteit, gewassen en mineralenkringloop, die versterken door landschapselementen, versterkt in een regio. De aantrekkelijkheid van een verdienmodel hangt af van de combinatie van maatregelen, maar ook van de fysieke (omvang, bodem, etc.) en sociaaleconomische omstandigheden (b.v. afstand tot stad) waarin een bedrijf zich bevindt. Dit maakt een generieke analyse van de vertaling van meerdere natuurinclusieve maatregelen per bedrijf naar een bedrijfssysteem, waarin de maatregelen geïntegreerd worden genomen, buitengewoon complex. Het is geen simpele optelsom van kosten en baten.

Natuurinclusieve landbouw vergt uiteindelijk een integrale aanpak en dus implementatie van maatregelen, maar wel op een zodanige manier dat ze elkaar versterken. Afhankelijk van het ambitieniveau kan een agrariër bepalen in hoeverre voor hem of haar natuurinclusieve landbouw aantrekkelijk is. Naarmate er meer bekend wordt over de baten ervan en potentiële nieuwe verdienmodellen ontwikkeld worden, kan dit ertoe leiden het ambitieniveau te verhogen.

Werken met biodiversiteit vergt andere kennis, techniek en monitoring van het bedrijf dan werken met chemische middelen en technologie. Die kennis moet verworven worden met onderzoek en door ervaring in de praktijk op te doen. Zogenoemde koploperbedrijven zijn daarbij essentieel om van te leren en te duiden wat een effectieve aanpak is, en om de resultaten daarvan kwantificeren, zoals voor de indicatoren in de overzichtstabel. Het hier gegeven overzicht is nog heel kwalitatief. Een vervolgstap is mogelijk door het effect van maatregelen te kwantificeren (hectares, soorten,

dichtheden) op indicatoren (hoeveel extra soorten, hoeveel meer plagen onderdrukt, hoeveel minder middelen gebruikt) en kosten-baten. Daarmee zullen direct ook de kennishiaten boven water komen.

Er zijn vanuit dit overzicht 'no regret'-maatregelen aan te geven die altijd kosteneffectief getroffen kunnen worden. Hieronder vallen bodemmanagementmaatregelen en het optimaliseren van kringlopen.

5.2 Slotbeschouwing

De in bijlage 1 gepresenteerde tabel met maatregelen en scores op verschillende aspecten van duurzaamheid is een hulpmiddel. Natuurinclusieve landbouw beperkt zich niet tot een individuele maatregel maar betreft een ander, meer integraal systeem van landbouw bedrijven. Het is een bedrijfsconcept dat met verschillende ambitieniveaus op verschillende plekken in de praktijk wordt gebracht en op langere termijn tot duurzame resultaten kan komen, gericht op kwaliteit, ecosysteemdiensten en voldoende voedsel. Dat vraagt om omvorming van de bedrijfsvoering en/of geleidelijke implementatie en eventueel aanvullende marktontwikkeling voor specifieke producten. Boeren kunnen daar nu al mee aan de slag. Daarnaast is er ook verdere ontwikkeling en kwantificering nodig om het concept uit te werken en in de praktijk te testen. Hierdoor kunnen voordelen echt worden aangetoond, kan het systeem verder ontwikkeld worden en bezien waar ondersteuning vanuit de overheid nodig is.

Referenties

Benbrook, C., 2009. The Impacts of Yield on Nutritional Quality: Lessons from Organic Farming. The Organic Centre.

Bestman et al., 2016 (nog niet vrijgegeven notitie voor de Rabobank)

Bianchi, F.J.J.A., Booij, C. J. H., Tscharntke, T. 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. Proc. R. Soc. B 273, 1715–1727

Billeter, R., Liira, J., Bailey, D., et al., 2008. Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study. Journal of Applied Ecology 45: 141-150

Bos, M.M., C.J.M. Musters & G.R. de Snoo, 2014. De effectiviteit van akkerranden in het vervullen van maatschappelijke diensten. Een overzicht uit wetenschappelijke literatuur en praktijkervaringen. CML report 188, Department Conservation Biology, Institute of Environmental Sciences, Leiden University

Cormont et al., 2016. Landscape complexity and farmland biodiversity: Evaluating the CAP targets on natural elements. Journal of Nature Conservation 30: 19-26.

Creamer, R.E., S.E. Hannula, J.P. van Leeuwen, D. Stone, M. Rutgers, R.M. Schmelz, P.C. de Ruiter, N. Bohse Hendriksen, T. Bolger, M.L. Bouffaud, M. Buee, F. Carvalho, D. Costa, T. Dirilgen, R. Francisco, B.S. Griffiths, R. Griffiths, F. Martin, P. Martins da Silva, S. Mendes, P.V. Morais, C. Pereira, L. Philippot, P. Plassart, D. Redecker, J. Römbke, J.P. Sousa, M. Wouterse, P. Lemanceau (2015) Ecological network analysis reveals the inter-connection between soil biodiversity and ecosystem function as affected by land use across Europe. Applied Soil Ecology (article in press).

Cuijpers, W. en B. Timmermans 2016. Betere bestuivingsmix. De rol van gedomesticeerde en wilde bestuivers in de teelt van blauwe bes, Louis Bolk Instituut.

D'Hose, T., Ruysschaert, G., Viaene, N., Debode, J., Vanden Nest, T., Van Vaerenbergh, J., Cornelis, W., Willekens, K., Vandecasteele, B. 2016. Farm compost amendment and non-inversion tillage improve soil quality without increasing the risk for N and P leaching. Agriculture, Ecosystem and Environment 225: 126–139

De Groot et al., 2015, De bijdrage van (wilde) bestuivers aan de teelt van appels en blauwe bessen, Alterra-rapport 2636

De Groot et al., 2016, De bijdrage van (wilde) bestuivers aan een hoogwaardige teelt van peren en aardbeien, Alterra-rapport 2716

de Haan, Janjo., Verstegen, Harry. 2016. Effects of organic matter input on nutrient balances, nitrate leaching and crop yield in a long term experiment on sandy soils in the Netherlands. 19th Nitrogen Workshop 2016.De Nooy van Tol (2016) Transition to agro-ecology for a food secure world. AuthorHouse, Bloomington, USA. ISBN 978-1-5246-3336-3

Erisman, J.W., N.J.M. van Eekeren, J. de Wit, C.J. Koopmans, W.J.M. Cuijpers, N. Oerlemans, B.J. Koks, 2016. Agriculture and biodiversity: a better balance benefits both. AIMS Agriculture and Food. 1(2):157-174.

Erisman, J.W., N.J.M. van Eekeren, W.J.M. Cuijpers, J. de Wit, 2014. Biodiversiteit in de melkveehouderij: Investeren in veerkracht en reduceren van risico's. Rapport 2014-042 LbD. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 55 p.

Faber, J.H., Jagers op Akkerhuis, G.A.J.M., Bloem, J., Lahr, J., Diemont, W.H., Braat, L.C. (2009) Ecosysteemdiensten en

bodembeheer: maatregelen ter verbetering van biologische bodemkwaliteit. Wageningen, Alterra-rapport 1813. 150 p.

Fritz et al. (2014) Paludicultuur – kansen voor natuurontwikkeling en landschappelijke bufferzones op natte gronden. Vakblad Natuur Bos Landschap.

Garibaldi, L.A., Carvalheiro L.G., Leonhardt, S.D. 2014 From research to action: enhancing crop yield through wild pollinators. Front Ecol Environ 12: 439–447

Geertsema, W. 2002. Het belang van groenblauwe dooradering voor natuur en landschap. Achtergronddocument Natuurbalans 2002. WOT Werkdocument 2002/02

Geertsema, W. et al., 2006. Kwaliteitsimpuls groenblauwe dooradering voor plaagonderdrukking in de Hoeksche Waard. Alterra-rapport 2006

Geiger, F., Wäckers, F.L., Bianchi, F.J.J.A. 2009. Hibernation of predatory arthropods in semi-natural habtiats. BioControl 54: 529-535.

Geiger F, Bengtsson J, Berendse F, Weisser WW, Emmerson M, Morales MB, Ceryngier P, Liira J, Tscharntke T, Winqvist C, Eggers S, Bommarco R, Pärt T, Bretagnolle V, Plante- genest M, Clement LW, Dennis C, Palmer C, Oñate JJ, Guerrero I, Hawro V, Aavik T, Thies C, Flohre A, Hänke S, Fischer C, Goedhart PW & Inchausti P 2010. Persistent negative effects of pesticides and biological control potential on European farmland. Basic and Applied Ecology 11: 97-105.

Grashof, C.J. et al., 2009. The synergistic effect of combining woodlands and green veining for biodiversity. Landscape Ecology 24: 1105-1121.

Halweill, B., 2007. Still No Free Lunch: Nutrient levels in the U.S. food supply eroded by pursuit of high yields. The Organic Centre.

Holland, J. 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. Agriculture, Ecosystems & Environment 103, 1-25.

Idse Hoving, G.J. Holshof, G. Migchels, M.A. van der Gaag, M. Plomp, 2014. Reductie ammoniakemissie bij maximalisatie weidegang op biologische melkveebedrijven. Lelystad, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Rapport 792, 25 blz.

Laarhoven, G. van, Nijboer, J., Oerlemans, N., Piechocki, R., Pluimers, J. (2017) Op weg naar een biodiverse melkveehouderij.

Landis, D.A., Wratten, S.D., Gurr, G.M., 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture.

Oosterbaan, A., Haarsma, A.-J., Grashof-Bokdam, C.J. 2016. Groene landschapselementen. In De Snoo etal (eds) Agrarisch natuurbeheer in Nederland. pp 219-235

Oosterbaan, A., Tonneijck, A.E.G., De Vries, E.A. 2006. Kleine landschapselementen als invangers van fijn stof en ammoniak. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1419.

Polman, N., M. Dijkshoorn, B. Doorneweert, P. Rijk, T. Vogelzang &S. Reinhard, 2015. Verdienmodellen Natuurinclusieve landbouw. LEI, Wageningen UR, Den Haag

Prins, U., J. de Wit, E. Heeres. 2004. Handboek Koppelbedrijven: Samen werken aan een zelfstandige, regionale, biologische landbouw. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 112 p.

Pulleman, M.M., Frazão, J.F.T.A., Faber, J.H., De Goede, R.G.M., Groot, J.C.J., Brussaard, L. 2016. Aandacht voor de regenworm. Landschap 33: 23-26.

Pywell, R.F., Heard, M.S., Woodcock, B.A., Hinsley, S., Ridding, L., Nowakowski, M., Bullock, J.M. 2015. Wildlife-friendly farming increases crop yield: evidence for ecological intensification. Proc. R. Soc. B282: 20151740.

Reidsma, P., T. Tekelenburg, M. van den Berg, R. Alkemade (2006) Impacts of land-use change on biodiversity: an assessment of agricultural biodiversity in the European union. Agriculture, Ecosystems and Environment 114, p. 86-102

Riet, B. van de , R. van Gerwen, H. Groen, N. Hogeweg. Vernatting voor veenbehoud, carbon credits en kansen voor paludicultuur en natte natuur in Noord- Holland. Landschap Noord-Holland, Heiloo.

Sanders & Westerink, 2015. Op weg naar een natuurinclusieve duurzame landbouw. Alterra brochure

Sloots, K, Van der Vlies, A.W. 2007. Emission reduction by multipurpose buffer strips on arable fields. Water Science & Technology 56: 81-88.

Tsiafouli, M.A., E. Thébault, S.P. Sgardelis, P.C. de Ruiter, W.H. van der Putten, K. Birkhofer, L. Hemerik, F.T. de Vries, R.D. Bardgett, M.V. Brady, L. Bjornlund, H.B. Jørgensen, S. Christensen, T. D'Hertefeldt, S. Hotes, W.H.G. Hol, J. Frouz, M. Liiri, S.R. Mortimer, H. Setälä, J. Tzanopoulos, K. Uteseny, V. Pižl, J. Stary, V. Wolters, K. Hedlund (2015) Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. Global Change Biology 21, p.973-985

Tscharntke, T. et al., 2005 Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity: ecosystem service management. Ecol. Lett.; 8: 857–874

Van Alebeek, F., Visser,A., Van den Broek, R. 2006. Akkerranden als (winter)schuilplaats voor natuurlijke vijanden. Entomologische Berichten 67: 223-225

Van Capelle, C., Schrader, S., Brunotte, J., 2012. Tillage-induced changes in the func-tional diversity of soil biota: a review with a focus on German data. Eur. J. SoilBiol. 50, 165–181.

Van Doorn, Anne; Melman, Dick ; Westerink, Judith ; Polman, Nico ; Vogelzang, Theo, 2016. Food for thought: natuurinclusieve landbouw. *Wageningen : Wageningen University & Research*, - 31 p.

Van de Sandt, K. & Goosen, H. 2011. Klimaatadaptatie in het landelijk gebied. KvK044/2011, KvR040/2011

Van Eekeren, N. van, J.G.C. Deru, F. Lenssinck, J. Bloem. 2016. Bodemkwaliteit op veengrond: Effecten van drie maatregelen op een rij. Rapport 2016- 013 LbD. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 32 p.

Van Eekeren, N., F. Verhoeven en J.W. Erisman, 2015. Verkenning Kritische Prestatie Indicatoren voor stimulering van een biodiverse melkveehouderij. Driebergen, Louis Bolk Instituut

Van Eekeren, N., M. Hoogsteen, J.G.C. Deru, J. de Wit, E. Lantinga. 2015. White clover content and grassland productivity in simulated grazing systems. In EGF 2015. Wageningen, The Netherlands. 15-17 June 2015. p. 484-486.

Van Eekeren, N., P. Rietberg, G. Iepema, J. de Wit (2014) Does early spring grazing stimulate spring grass production? In 25th EGF, Grassland science in Europe. Aberystwyth, Wales. p. 665-667.

Van Eekeren, N., H. de Boer, M.C. Hanegraaf, J.G. Bokhorst, D. Nierop, J. Bloem, T. Schouten, R.G.M. de Goede, L. Brussaard (2010) Ecosystem services in grassland associated with biotic and abiotic soil parameters. Soil Biology & Biochemistry. 42(9):1491-1504

Van Eekeren, N., J.G. Bokhorst (2009) Beoordeling bodemkwaliteit zandgrond: Een inventarisatie van bodemindicatoren voor de veehouderij. Rapport LV77. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 61 p.

Van Eekeren, N., H. de Boer, J. Bloem, T. Schouten, M. Rutgers, R.G.M. de Goede, L. Brussaard. 2009. Soil biological quality of grassland fertilized with adjusted cattle manure slurries in comparison with organic and inorganic fertilizers. Biol Fertil Soils. 45:595-608.

Van Eekeren, N., L. Bommelé, J. Bloem, M. Rutgers, R.G.M. de Goede, D. Reheul, L. Brussaard (2008) Soil biological quality after 36 years of ley-arable cropping, permanent grassland and permanent arable cropping. Applied Soil Ecology. 40: 432-446.

Van Eekeren, N, G. Iepema, M. van Liere (2006) Zoektocht naar mengteelt van grasklaver en kruiden; mogelijkheden van inzaai van kruiden voor mineralenvoorziening. Ekoland, 4: 10-11.

Van Eekeren, N. (1999) Relatie calciumgehalte in gras-klaver en klaveraandeel Vlugschrift Veehouderij #5. Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Van Rijn, P.C.J. 2016. Landschapscompletering voor een betere plaagbeheersing Landschap 33: 41-43

Versteeg, C., J. Deru, D. Nierop, M. Hefting, N. van Eekeren (2014) Cow-dung pat disappearance at two contrasting soil types: positive feedback between dung pats and earthworms. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 36 p.

Wagenaar, J., J. de Wit, A.J.T.M. Hospers-Brands, W.J.M. Cuijpers, N.J.M. van Eekeren. 2017. Van gepeperd naar gekruid grasland: Functionaliteit van kruiden in grasland. Rapport 2017-022 LbD. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 44 p.

Wit, J. de, N.J.M. van Eekeren, W.J. Nauta, U. Prins, F.W. Smeding. 2008. Eén plus één is drie.: Biodiversiteitsmaatregelen voor rendabele melkveehouderij. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 32 p.

Zanen, M. 2017. Ontwikkeling van KPI's voor landschappelijke diversiteit en specifieke soorten. Onderdeel van de Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij. Louis Bolk Instituut.

Zijlstra, J., P.W. Blokland, N. van Eekeren, G. Michels, N. Polman en M. Bestman (2016). Monitoring van functionele agrobiodiversiteit in de melkveehouderij: ontwikkeling van KPI's, Wageningen Livestock Research, Rapport 984.

http://www.groenkennisnet.nl/nl/groenkennisnet/dossier/Dossier-Natuurinclusieve-landbouw.htm

http://www.aalburg.net/nieuws/2017-03-23-6791-75-agrarische-ondernemers-starten-met-natuurinclusieve-landbouw.html

http://www.grondbezit.nl/agrarisch-natuurbeheer-natuurinclusieve-landbouw-voedselbossen-en-meer.html

Bijlage 1
Overzicht van maatregelen en effecten binnen Natuurinclusieve landbouw - Bouwland

positief	neutraal	negatief

			Functionele Agrobiodiversiteit			Beperken impact drukfactoren
Land gebruik	**Maatregelen**	**Doel/functie**	**Bodem leven**	**Plaag wering / ziekte bestrijding**	**Bestuiving**	**Bodemkwaliteit (functies en -structuur),**
Bouwland en grasland	**Mestkwaliteit en -diversiteit aanpassen (ruige mest, beperken kunstmest, mestkwaliteit)**	Organisch stof opbouw, Beperken emissies, Stimuleren bodemeleven, Voedsel en nestgelegenheid voor speicfieke soorten	Neemt toe en is functioneel in verbetering bomemstructuur, waterhuishouding, mineralenbenutting en plaagbestrijding	Functie bodemleven verbeterd en ziekte druk verminderd	Geen effect	Mineralenbenutting bevorderen, Organische stof, Stimulering bodemleven, Verbeteren bodemstructuur
Bouwland	**Niet-kerende grondbewerking**	Gewasresten in bovengrond houden, minder organische stof afbraak en meer voedsel en minder verstoring van bodemleven	Neemt toe en is functioneel in bodemstructuurvorming en zieketewerendheid	Ziektedruk verminderd	Geen effect	Organisch stof neemt toe, bodemleven activiteit neemt toe, bodemstructuur verbeterd en minder CO_2 emmissie
	Bouwplan verruiming akkers	Organische stof opbouw, verbetering bodemstructuur en verhoging ziekteweerbaarheid	neemt toe en is functioneel in plaagbestrijding	functie bodemleven verbeterd en ziekte druk verminderd	Geen effect	Bodemstructuur en waterhudishouidng verbeterd
	Groenbemesters, vanggewassen, akkers jaarrond groen	Nutrienten vastleggen, stimuleren bodemleven, verbeteren bodemstructuur en organische stof productie	Neemt toe en is functioneel in bodemstructuurvorming en zieketewerendheid	functie bodemleven verbeterd en ziekte druk verminderd	Verbeterd	Verbetering bodemstructuur
	Reductie gewasbeschermingsmiddelen	Minder verstoring voedselweb voor specifieke soorten; productkwaliteit	Minder aantasting bodemleven	meer natuurlijke bestijding	Sterk verbeterd	Geen invloed op fysieke structuur
	Bloeiende akkerranden	bufferfuncties, gewasbescherming, gewasbestuiving, natuurbescherming (inclusief specifieke soorteen als akkervogels) en landschapsbeleving	alleen invloed op breedte rand	Hogere diversiteit en aantallen natuurlijke vijanden in akkerranden; Hogere diversiteit en aantallen natuurlijke vijanden in gewas; Hogere predatie plaagorganismen in gewas, wanneer goed beheerd (zaaimengsel) levert fors minder gebruik bestrijdingsmiddelen. Bloeiend bedrijf (60 boeren) lieten afname zien tot 70%.	Hogere diversiteit en aantallen bestuivende insecten in akkerranden; Meer bloembezoek door bestuivende insecten; Meer vruchtzetting in gewas	alleen invloed op breedte rand

			Specifieke soorten	Overige maatschappelijke baten		
CO2/kool-stof-vastlegging,	**Mineralen kringloop**	**Verliezen naar het milieu**	**Biodiversiteit (boven-gronds) en specifieke soorten**	**Landschaps kwaliteit en beleving**	**Klimaat adaptatie en -mitigatie**	**Voedsel kwaliteit**
bevordert kool-stof-vastlegging	Sluiten van kringlopen en verbeteren mineralen door stimuleren bodemleven, verbeteren bodemstructuur, verbeteren waterhuishouding en beworteling	afnemend bij goed mineralen beheer	Stimuleren bodemleven en betere toegangkelijkheid van voedsel voor bijvoor-beeld weidevogels (Deru et al.,	beperkt direct effect	mitigatie: C in de bodem, minder fossiele energie bij productie kunstmest	Goede balans van voedingsstoffen en mineralen
Organische stof af-braak verminderd, netto CO2/kool-stof-vastlegging	Stabielere mineralisatie in bodem waardoor nutrienten beter benut worden	afnemend bij goed mineralen beheer	Meer insecten en voer in de winter, waardoor akker-vogels toenemen		adaptatie: meer organische stof in de bodem verhoogt waterhoudend vermogen, vermindert effect van extreme droogte en extreme neerslag; ruim bouwplan spreidt risico's van extreem weer	
CO2/koolstof-vast-legging,	verbetering bij toepassing groenbemesters en vangge-wassen en beperken bemes-ting	Minder gewasbescher-mingsmiddelen	Gerichte gewassen opne-men zoals luzerne en gras-klaver voor akkervogels	wisselend landschap, bodembedekking	adaptatie: betere bodemstructuur verbetert inzijging (bv diepwortelende gewassen), helpt bij voorkomen wateroverlast bij extreme neerslag; gewassen die aangepast zijn aan hogere tempe-raturen worden kansrijk; evenals zilte landbouw	diverser productie en voedselkwaliteit
CO2/koolstof-vast-legging,	emissie reductie	afnemend bij goed mineralen beheer	Insecten kunnen toene-men, doordat gewasresten worden ingewerkt kan het ook minder voedsel ople-veren voor bovengrondse fauna	wisselend landschap, bodembedekking	mitigatie: C in bodem adaptatie: waterhoudend vermogen van bodem	
emissie reductie door minder pro-ductie; wanneer minder groei (door ziekte/plagen) minder CO2 opna-me gewas	emissie reductie	afnemend bij goed mineralen beheer	Meer insecten en voer in de winter, waardoor akker-vogels toenemen	neemt toe door toename soorten, afhankelijk van alternatieve maatregelen	mitigatie: minder energie nodig voor productie chemische middelen	Minder bestrij-dingsmiddelen in/ op voedsel
beperkt	beperkt	bufferfuncties: 3 meter brede randen kunnen 95% van bovengrondse emissies van gewasbe-schermingsmiddelen kunnen terugdringen beperkte mineralen uit en afspoeling door lagere bemesting en bufferfunctie	bijdrage aan akkervogels. Verbetring voedselweb en opgroei kuikens	Verbeterde landschap-pelijke diversiteit door aanwezigheid akkerran-den; Verbeterde land-schappelijke kwaliteit door visueel aantrekkelij-ke akkerranden	beperkt	beperkt

Bijlage 1
Overzicht van maatregelen en effecten binnen Natuurinclusieve landbouw - Bouwland

positief | neutraal | negatief

		Financiele kosten en baten (bedrijf)			
Land gebruik	**Maatregelen**	**Opbrengst**	**Investering (euro's)**	**Bedrijfskosten en –opbrengsten: KORTE TERMIJN**	**Bedrijfskosten en –opbrengsten: LANGE TERMIJN**
Bouwland en grasland	**Mestkwaliteit en -diversiteit aanpassen (ruige mest, beperken kunstmest, mestkwaliteit)**	Neemt toe	Afhankelijk aanpassing bestaand stalsysteem en machinepark	Hogere operationele kosten voor de aanwending van mest	lange termijn hoger door hogere opbrengst
Bouwland	**Niet-kerende grondbewerking**	Structuurverbetering met kans opopbrengst vermeerdering	investering aanpassing machines	korte termijn investering	lange termijn hoger
	Bouwplan verruiming akkers	Gerichte opbrengstverhoging van top cash crops		Bouwplansaldo ipv gewassaldo in ogenschouw	Bouwplansaldo ipv gewassaldo in ogenschouw
	Groenbemesters, vanggewassen, akkers jaarrond groen	5% opbrengstpotentieel in volggewas	Beperkte investering	Teelt gewas lijkt tot hogere kosten. Afhankeijk van	lange termijn hoger door hogere opbrengst
	Reductie gewasbeschermingsmiddelen	Sterk afhankelijk van alternatieve maatregelen (bodem, akkerranden, gewasrotatie, etc.)		groter risico als geen alternatieve maatregelen worden genomen; kostenreductie middelengebruik	kostenreductie middelengebruik
	Bloeiende akkerranden	lager door niet productieve randen en hogere onkruiddruk elders	Aanleg en onderhoud	Kosten onderhoud, productieverlies en onkruiddruk elders	Kosten onderhoud en productieverlies

Bijlage 1
Overzicht van maatregelen en effecten binnen Natuurinclusieve landbouw - Bouwland

Land gebruik	Maatregelen	Referenties
Bouwland en grasland	**Mestkwaliteit en -diversiteit aanpassen (ruige mest, beperken kunstmest, mestkwaliteit)**	Balen, D. van, C.G. Topper, W.C.A. van Geel, J.J. de Haan, M.J.G. de Haas, D.W. Bussink. Effecten bodem- en structuurverbeteraars, onderzoek op kleigrond. Eindrapportage voor de provincie Flevoland. Ppo-agv & NMI. 63 . Koopmans, C.J. and A. Zwijnenburg. 2015. Reststromen veilig en duurzaam inzetten in de akkerbouw. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 28 p. Faber, J.H., G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis, J. Bloem. J. Lahr, W.H. Diemont, L.C. Braat. 2009. Ecosysteemdiensten en transities in bodemgebruik; Maatregelen ter verbetering van biologische bodemkwaliteit. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1813. 150 blz. Haan, J. de. Het belang van organische stof; organische stof, meer waard dan je denkt. Presentatie bij Grond on te boeren, Papendal, 8 december, 2015.
Bouwland	**Niet-kerende grondbewerking**	Cooper, J.M., M. Baranski. et. al. 2014. Effects of reduced tillage in organic farming on yield, weeds and soil carbon: Meta-analysis results from the TILMAN-ORG project. Proceeding at OWC, Istanbul, 2014. Powlson, D.S., et.al. 2011. Soil management in relation to sustainable agriculture and ecosystem services. Food Policy 36: S72-S87. Lijster, E. de., J van de Akker, A. Visser, B. Allema, A. van der Wal en W. Dijkman (2016). Waarderen van bodemwatermaatrgelen. CLM, Culemborg. 54 p.
	Bouwplan verruiming akkers	Dijk, W. van, Spruijt, J., Runia, W., & van Geel, W. (2012). Verruiming vruchtwisseling in relatie tot mineralenbenutting, bodemkwaliteit en bedrijfseconomie op akkerbouwbedrijven. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit AGV, Lelystad. Van de Sandt, K. & Goosen, H. 2011. Klimaatadaptatie in het landelijk gebied. KvK044/2011, KvR040/2011
	Groenbemesters, vanggewassen, akkers jaarrond groen	CBAV. 2015. Werk groenbemesters op kleigrond niet te vroeg en vooral zorgvuldig in. Gepubliceerd op 15-10-2015 op Handboek Bodem en Bemesting. Geraadpleegd op 23-03-2016. url: http://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/show/Werk-groenbemesters-op-kleigrond-liever-niet-te-vroeg-en-vooral-zorgvuldig-in-.htm
	Reductie gewasbeschermingsmiddelen	Popp, J., K. Peto, J. Nagy. 2013. Pesticide productivity and food security. A review. Agronomy for Sust. Dev. Vol 33 No 1:243-255
	Bloeiende akkerranden	www.bloeiendbedrijf.nl Merijn M. Bos, C.J.M. Musters & G.R. de Snoo (2014) De effectiviteit van akkerranden in het vervullen van maatschappelijke diensten. Een overzicht uit wetenschappelijke literatuur en praktijkervaringen. CML report 188, Department Conservation Biology, Institute of Environmental Sciences, Leiden University

Bijlage 1

Overzicht van maatregelen en effecten binnen Natuurinclusieve landbouw - Grasland

positief	neutraal	negatief

			Functionele Agrobiodiversiteit		
Land gebruik	**Maatregelen**	**Doel/functie**	**Bodem leven**	**Plaag wering / ziekte bestrijding**	**Bestuiving**
Grasland	**Kruidenrijk grasland**	Verbeteren bodem, ruwvoeder, dier (gezondheid) en weidevogels	Diversitiet bodemleven	Lager antibiotica gebruik	Afhankelijk botanische samenstelling permant grasland neemt dit toe
	Weidegang	Dierenwelzijn en -gezondheid, sluiten kringlopen, beperken ammoniak	Meer beweidingsverliezen en mestflatten stimuleert bpodemleven	Meer weerbaarheid koeien	Door mestbossen meer bloei in weide
	Aanleg plas-dras systeem	Stimulering weidevogels	hoeveelheid neemt af	Leverbot besmetting kan toenemen	nvt
	Volledig grasgevoerd bedrijf	Grasland positief voor bodemkwalitiet (organische stof en bodemleven), emmissies nutrienten en gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlakte water en bovengrondse biodiversiteit	Bodemleven aantallen, activiteit en diversiteit neemt toe	functie bodemleven verbeterd en ziekte druk verminderd	Afhankelijk botanische samenstelling permant grasland neemt dit toe
	Natte landbouw en andere runderrassen in vernatte veenweidegebieden	Beperken CO_2 emissies veenweide, schoner water, waterberging, biodiversiteit/vogels, landschap	nvt	nvt	Afhankelijk gewassen kan dit toenemen

Beperken impact drukfactoren				Specifieke soorten
Bodemkwaliteit (functies en –structuur),	**CO_2/koolstof-vastlegging,**	**Mineralen kringloop**	**Verliezen naar het milieu**	**Biodiversiteit (bovengronds) en specifieke soorten**
Diversiteit beworteling, bodembiologie en verbeterd bodemstructuur	Afbraak organische stof verminderen, netto CO_2/koolstof vastelleging	Lagere bemesting dus betere kringloop	beperkt door lagere bemesting	Gezondere koeien en meer weidevogels; verminderd antibioticagebruik met voordelen in de keten
Minder bodemverdichting, betere vochtregulatie, grotere productiecapaciteit en herstelcapaciteit	Door meer beweidingsverliezen dan maaiverliezen hogere organische stof aanvoer. CO_2/koolstof vastellegging. Minder methaan emissie vanwege vervanging graskuil door weidegras. Minder CO_2 uitstoot vanwege minder gebruik machines. Lachgasemissie omhoog.	verbeterd wanneer goed geintegreerd in bedrijfsvoering	verbeterd wanneer goed geintegreerd in bedrijfsvoering. Minder ammoniak emissie vanwege scheiding urine en mest. Hogere efficiency van het stikstofgebruik van de bodem	Grotere diversiteit aan insecten en planten, goed voor o.a. weidevogels. Weidegang stimuleert mozaik gebruik grasland en voorkomt dat alles in een keer gemaaid gaat worden, daarnaast zijn mestflatten = snackbar voor weidevogels
Bodemstructuur kan verslecheterd	Indien waterpeil fluctueert kan afbraak organische stof toenemen	Kan verslechteren	Afhankelijk van ligging perceel hol of bol kunnen nutreinten verlizen naar oppervlaktewater toenemen	Toename toegankelijkheid bodemleven als voedsel voor weidevogels, daarnaast toename van insecten in overgangszone plas-dras
Bij permanent grasland neemt bodemkwaliteit toe	Permanent grasland verhoogt organisch stof en CO_2 vastlegging	Permanent grasland, veel organische stof, hoog stikstofleverend vermogen, weining verleizen naar mielieu	Wanneer kunstmest wordt verlaagd, mineralenkringloop verhoogd, minder verliezen	Wanneer kruidenrijkheid grasland verhoogd en maaibeheer aangepast (weidegang), dan gezondere koeien en meer weidevogels
Afname bodemkwaliteit	minder CO_2 emissie door beperking veenafbraak (waterpeilverhoging)	Gebruik mineralen uit bodem/water: lagere toediening	Op korte termijn mogelijk toename op lang termijn verbetering waterkwaliteit	Toename bovengrondse biodiversiteit; oa weidevogels

Bijlage 1
Overzicht van maatregelen en effecten binnen Natuurinclusieve landbouw - Grasland

positief | neutraal | negatief

		Overige maatschappelijke baten		
Land gebruik	**Maatregelen**	**Landschaps kwaliteit en beleving**	**Klimaat adaptatie en -mitigatie**	**Voedsel kwaliteit**
Grasland	**Kruidenrijk grasland**	Koeien meer in de wei, meer weidevogels en bloemrijke graslanden	mitigatie: C in bodem adaptatie: waterhoudend vermogen van bodem	Melkkwaliteit negatief en positief
	Weidegang	Koeien meer in de wei, meer weidevogels	mitigatie: C-vastlegging in bodem, minder methaan, maar lachgas adaptatie: betere waterhuishouding (inzijging en water vasthouden)	Meer weerbaarheid koeien, meer vers gras, meer onverzadidge vetzuren in melk
	Aanleg plas-dras systeem	Aantrekkelijker landschap (gevarieerd) met meer weidevogels	afhankelijk van waterpeil: bij versterking mineralisatie en toename CO_2 emissie; verbrede en evt ondiepere watergangen ondersteunen opvangen neerslagextremen	nvt
	Volledig grasgevoerd bedrijf	Koeien meer in de wei en (mogelijk) kruidenrijker grasland	mitigatie: C in bodem adaptatie: waterhoudend vermogen van bodem	Meer onverzadigde vetzuren in melk
	Natte landbouw en andere runderrassen in vernatte veenweidegebieden	Aantrekkelijker landschap (gevarieerd) met meer weidevogels	adaptatie: waterberging, watervasthouden	nvt

Financiele kosten en baten(bedrijf)				
Opbrengst	**Investering (euro's)**	**Bedrijfskosten en -opbrengsten: KORTE TERMIJN**	**Bedrijfskosten en -opbrengsten: LANGE TERMIJN**	**Referenties**
Stabieler	Aanleg kruidenrijk grasland	netto kosten zijn hoger door verlaagde opbrengst	netto kosten zijn hoger door verlaagde opbrengst ondanks lagere kosten???	Altieri MA. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment 74: 19–31. Zie bv brochure Kruidenrijk grasland: http://edepot.wur.nl/295728
vergelijkbaar	Afhankelijk van bedrijfsituatie	Afhankelijk van bedrijfsvoering en mate van weidegang is weidegang heeft weidegang een positief bedrijsfresultaat	Afhankelijk van bedrijfsvoering en mate van weidegang is weidegang heeft weidegang een positief bedrijsfresultaat	Van den Pol – van Dasselaar, A. (Praktijkonderzoek Veehouderij; PV), W.J. Corré (PRI), H. Hopster (ID), G.C.P.M. van Laarhoven (PV) en C.W. Rougoor (CLM) Belang van weidegang (2002) PV-PraktijkRapport Rundvee 14 82 p. ISSN 0169 – 3689 Allan et al. (2014) Interannual variation in land-use intensity enhances grassland multidiversity PNAS 2014 111 (1) 308-313; doi:10.1073/pnas.1312213111
Lager door uitnemen ha voor productie	Aanleg plas-dras	Operationele kosten en onderhoud en productieverlies	Operationele kosten en onderhoud en productieverlies	Van de Sandt, K. & Goosen, H. 2011. Klimaatadaptatie in het landelijk gebied. KvK044/2011, KvR040/2011
Melkproductie per koe lager		Afhankelijk van gve netto hogere marge door lagere kosten dierenarts en langere leeftijd koeien	Afhankelijk van gve netto hogere marge door lagere kosten dierenarts en langere leeftijd koeien???	Grass-Fed Nation Getting Back the Food We Deserve - Graham Harvey Van Eekeren, N., L. Bommelé, J. Bloem, M. Rutgers, R.G.M. de Goede, D. Reheul, L. Brussaard (2008) Soil biological quality after 36 years of ley-arable cropping, permanent grassland and permanent arable cropping. Applied Soil Ecology. 40: 432-446. Eekeren, N.J.M. van, J.G. Bokhorst, J.G.C. Deru, J. de Wit. 2014. Regenwormen op het melkveebedrijf: Handreiking voor herkennen, benutten en managen. Louis Bolk Instituut, Driebergen. Eekeren, N.J.M. van, J.G.C. Deru, H. de Boer, B. Philipsen. 2011. Terug naar de graswortel: Een betere nutrientenbenutting door een intensievere en diepere beworteling. Rapport 2011-023 LbD. Louis Bolk Instituut, Driebergen. Wit, J. de, N.J.M. van Eekeren, W.J. Nauta, U. Prins, F.W. Smeding. 2008. Eén plus één is drie.: Biodiversiteitsmaatregelen voor rendabele melkveehouderij. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
Ander verdienmodel	Nieuw bedrijfsysteem	Ander verdienmodel noodzakelijk	Ander verdienmodel noodzakelijk	Fritz et al. (2014) Paludicultuur – kansen voor natuurontwikkeling en landschappelijke bufferzones op natte gronden. Vakblad Natuur Bos Landschap. Riet, B. van de , R. van Gerwen, H. Gri oen, N. Hogeweg. Vernatting voor veenbehoud, car- bon credits en kansen voor paludicultuur en natte natuur in Noord- Holland. Landschap Noord-Holland, Heiloo. bufferzones op natte gronden. Vakblad Natuur Bos Landschap.

Bijlage 1

Overzicht van maatregelen en effecten binnen Natuurinclusieve landbouw - Landschapselementen

positief | neutraal | negatief

			Functionele Agrobiodiversiteit		
Land gebruik	**Maatregelen**	**Doel/functie**	**Bodem leven**	**Plaag wering / ziekte bestrijding**	**Bestuiving**
landschaps elementen	**Aanleg/beheer grazige, droge elementen of opgaande begroeiing**	Voedselweb functionele agrobiodiversiteit, natuurwaarde (soorten) en landschap	stabiel habitat als schuilplaats voor bodemorganismen (bv overwintering), met name in akkerbouwsystemen	belangrijk voor natuurlijke vijanden om levenscyclus te voltooien (overwintering, alternatief voedsel voor natuurlijke vijanden, pollen & stuifmeel, voortplantingshabitat)	belangrijk voor bestuivers om levenscyclus te voltooien (pollen & stuifmeel, nesthabitat)

Beperken impact drukfactoren				Specifieke soorten	Overige maatschappelijke baten	
Bodemkwaliteit (functies en –structuur),	**CO2/koolstof-vastlegging,**	**Mineralen kringloop**	**Verliezen naar het milieu**	**Biodiversiteit (bovengronds) en specifieke soorten**	**Landschaps kwaliteit en beleving**	**Klimaat adaptatie en -mitigatie**
indirect: biomassa uit maaisel, snoeiafval, onderwerken (als compost) in bodem indirect: randen als mogelijke bron van regenwormen	biomassa ondergewerkt (vers of als compost) slaat C op in de bodem, C in houtige elementen	verbeterd wanneer elementen worden ingezet voor voer (bv wilgen)	ondersteunen beperking van drift en afspoeling nutriënten en bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater, beplanting rondom stallen: vermindert emissie fijnstof	belangrijk voor allerlei soorten planten en dieren in agroecosystemen, afwisseling in habitats, ontsnippering en verbinding; belangrijk voor functionele biodiversiteit om levenscyclus te voltooien (overwintering, alternatief voedsel pollen & stuifmeel, voortplantingshabitat)	cruciaal in beleving landschapskwaliteit, oa door zichtbaar maken van regionale identiteit en afwisseling in landschappen	Mitigatie: C-vastleggen in opgaande begroeiing Adaptatie: schaduw voor vee bij hoge temperaturen

Overige maatschappelijke baten		Financiele kosten en baten (bedrijf)				
Land gebruik	**Voedsel kwaliteit**	**Opbrengst**	**Investering (euro's)**	**Bedrijfskosten en –opbrengsten: KORTE TERMIJN**	**Bedrijfskosten en –opbrengsten: LANGE TERMIJN**	**Referenties**
landschaps elementen	verbetering van voedselweb kan van invloed zijn	lager wanneer de landschapselementen veelruimte innemen, schaduwwerking van hoog opgaande landschapselementen zorgt voor minder lokale productie. Functioneel op langere termijn meer stabiliteit in opbrengsten	Aanleg en beheer	Onderhoud en productieverlies	Onderhoud en productieverlies, mogelijk weerbaarder systeem	Zie notitie met referenties Willemien: Effecten landschapselementen op diverse aspecten natuurinclusieve landbouw