



Evaluatie van gewassen als mogelijke equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden in het nieuwe GLB

Eefje den Belder, Hein Korevaar, Rob Geerts & Ben Schaap





Evaluatie van gewassen als mogelijke equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden in het nieuwe GLB

Eefje den Belder, Hein Korevaar, Rob Geerts & Ben Schaap

© 2014 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Plant Research International. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Plant Research International, Agrosysteemkunde.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 50 per exemplaar.

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het kader van BO Agro, thema Gemeenschappelijk Landbouwbeleid; projectcode 2013: BO-20-007.02-025 / 2014: BO-20-017-022

Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Agrosysteemkunde

Adres : Postbus 616, 6700 AP Wageningen
: Wageningen Campus, Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
Tel. : 0317 – 48 06 21
Fax : 0317 – 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.wageningenUR.nl/pri

Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
Samenvatting	3
Summary	7
Lijst met afkortingen en definities	13
1. Introductie	15
1.1 Aanleiding voor deze studie	15
1.2 Gewassen	16
1.3 Biodiversiteit en natuur	16
1.4 EFA's en equivalente maatregelen	16
1.5 Gewaskeuze en beoordelingssystematiek	17
2. Aanpak	19
3. Methodiek	21
3.1 Algemeen	21
3.2 Productie-saldo	21
3.3 Milieu-klimaat	21
3.4 Gewasbeschermingsmiddelen	22
3.5 Biodiversiteit	22
3.6 Inpasbaarheid	22
3.7 Afzet	22
3.8 Geschiktheid van de gewassen	22
4. Korte beschrijving van gewassen	25
4.1 Wintertarwe	25
4.2 Boekweit	25
4.3 Oliehoudende zaden	26
4.3.1 Soja	26
4.3.2 Koolzaad	27
4.3.3 Zonnebloem	28
4.3.4 Olievlas	29
4.4 Eiwitgewassen voor veevoeder	29
4.4.1 Voedererwten	29
4.4.2 Veldbonen	30
4.4.3 Lupine	30
4.4.4 Rode klaver	31
4.4.5 Wikke	32
4.4.6 Rolklaver	32
4.4.7 Esparcette	33
4.4.8 Luzerne	33

4.5	Peulvruchten voor humane consumptie	34
4.5.1	Kikkererwten en linzen	34
4.5.2	Peulen en doperwten	35
4.5.3	Stamsperziebonen	35
4.5.4	Bruine bonen en kapucijners/grauwe erwten	35
4.6	Vezelgewassen	36
4.6.1	Vezelvas	36
4.6.2	Hennep (vezel en olie)	36
4.6.3	Brandnetel	37
4.7	Energiegewassen	37
4.7.1	Wilg	37
4.7.2	Miscanthus	38
4.8	Braak	39
4.8.1	Braak met spontane vegetatie en graanopslag	39
4.8.2	Groene braak	40
4.8.3	Natuurbraak	40
5.	Bespreking van de resultaten	43
5.1	Kengetallen voor de verschillende gewassen	43
5.2	Scores van de verschillende gewassen als equivalente maatregel voor EFA	47
5.3	Vergelijking resultaten	48
5.4	Uitvoerbaarheid en controleerbaarheid	50
6.	Equivalenten maatregelen: ruimtelijke samenhang en beheer	51
6.1	Ruimtelijke samenhang en connectiviteit	51
6.2	Aanleg en beheer	51
6.3	Combinatiepakketten	52
6.4	Wegingsfactoren	53
7.	Conclusies	55
	Referenties	57
Bijlage 1	Oppervlakte, productie en saldo van gewassen die mogelijk in aanmerking komen als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden	61
Bijlage 2	Milieu en klimaat aspecten van gewassen die mogelijk in aanmerking komen als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden	63
Bijlage 3	Gewasbeschermingsaspecten van gewassen die mogelijk in aanmerking komen als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden	67
Bijlage 4	Biodiversiteit van gewassen die mogelijk in aanmerking komen als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden	69
Bijlage 5	Afzet en verwerking van gewassen die mogelijk in aanmerking komen als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden	71

Voorwoord

Dit rapport is geschreven in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken (EZ), Directie Europees Landbouwbeleid en Voedselzekerheid. Voor de invulling van vergroeningsprestaties in het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) voor de periode 2014-2020 heeft de Europese Commissie een lijst met maatregelen voorgesteld waaruit nationale overheden kunnen kiezen. Ook kunnen lidstaten voorstellen aan de Europese Commissie doen om een gedeelte van de vergroeningsverplichting in ecologische aandachtsgebieden (Ecological Focus Area's, EFA's) in te vullen met gewassen als zogenaamde equivalente maatregelen. Deze equivalente maatregelen moeten daarbij tot een gelijkwaardig resultaat voor biodiversiteit, klimaat en milieu leiden dan de al vastgestelde maatregelen voor ecologische aandachtsgebieden.

Om voorbereid te zijn op mogelijke verzoeken vanuit de landbouwsector om bepaalde gewassen aan te melden als equivalente maatregel voor EFA's, heeft het Ministerie ons gevraagd om een inventarisatie uit te voeren naar de ecologische waarde van die gewassen. De lijst met gewassen waaraan in deze inventarisatie aandacht wordt besteed is opgesteld in overleg met het vertegenwoordigers van het Ministerie.

De basis voor deze inventarisatie wordt gevormd door wetenschappelijke publicaties en teelthandleidingen over deze gewassen, aangevuld met informatie die via internet beschikbaar is en expertise van gewasdeskundigen en biologen, eigen veldkennis en ongepubliceerde resultaten. Ondanks deze uitgebreide zoektocht blijkt op veel onderdelen de beschikbare informatie beperkt. Temeer omdat we bij de teelt van deze gewassen als equivalente maatregel voor EFA's geconfronteerd zijn met het gegeven dat deze gewassen dan zonder (of met minimale) bemesting en gewasbescherming geteeld moeten worden om te kunnen voldoen aan de algemene vergroeningsdoelstelling die voor ecologische aandachtsgebieden geldt. Over de teelt van veel gewassen bij minimale input is weinig bekend.

We bedanken hier graag de volgende personen die ons tijdens deze inventarisatie op enigerlei wijze van informatie hebben voorzien: Ben Allen, Eugenie van de Bilt, Jules Bos, Ben Koks, Florian Schöne, Sjef van der Steen, Kars Veling en Felix Wäckers.

Hein Korevaar,
Teamleider Multifunctioneel Landgebruik

Samenvatting

Voor de invulling van vergroeningsprestaties in het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) voor de periode 2014-2020 kunnen lidstaten voorstellen aan de Europese Commissie doen om een gedeelte van de vergroeningsverplichting in ecologische aandachtsgebieden (Ecological Focus Area's, EFA's) in te vullen met zogenaamde equivalente maatregelen.

Het Ministerie van EZ heeft gevraagd om in een inventarisatie de bijdrage van verschillende gewassen als mogelijke 'equivalente maatregel' voor EFA's te onderbouwen. De equivalente maatregelen moeten daarbij tot een gelijkwaardig resultaat voor biodiversiteit, klimaat en milieu leiden dan de door de Europese Commissie voorgestelde maatregelen voor invulling van de EFA's.

De lijst met gewassen waarop we ons in deze inventarisatie richten, is opgesteld in overleg met de opdrachtgever en richt zich op een selectie van gewassen die in Europees verband regelmatig genoemd worden en die voor de Nederlandse situatie relevant kunnen zijn als equivalente maatregel voor EFA's.

Bij de beoordeling van de gewassen als mogelijke equivalente maatregel voor de EFA's zijn we in eerste instantie uitgegaan van de definiëring zoals die aangegeven wordt in artikel 43, lid 3 en Bijlage IX van EU Verordening 1307/2013 (Europese Unie, 2013b). In Bijlage IX wordt onder punt III.7 voor aan het ecologisch aandachtsgebied gelijkwaardige praktijken vermeld: 'Productie op bouwland zonder gebruik te maken van (minerale) meststoffen en/of bestrijdingsmiddelen, en zonder irrigatie, waarbij eenzelfde gewas niet gedurende twee opeenvolgende jaren op een vaste plaats wordt ingezaaid'. Vervolgens hebben we gekeken hoe de bijdrage van de gewassen verandert als er wel gewasbeschermingsmiddelen en bemesting worden toegediend.

Voor de gewassen zijn de volgende aspecten geïnventariseerd:

- teelt (areaal, productie, saldo)
- milieu en klimaat (nutriënten, brandstof- en energieverbruik, uitstoot broeikasgassen, bruto energievastlegging)
- gebruik gewasbeschermingsmiddelen en de daarmee samenhangende milieubelasting
- biodiversiteit (diversiteit aan kruiden, bloembestuivers, vogels, kleine zoogdieren, functionele agrobiodiversiteit)
- landschappelijke en cultuurhistorische waarde.

De inventarisatie heeft plaatsgevonden op basis van literatuurgegevens, teelthandleidingen, expert-judgements, 'grijze literatuur' en eigen veld- en gewaskennis.

Voor ieder gewas zijn deze gegevens omgezet naar 6 criteria: diversiteit aan kruiden; diversiteit aan bloem-bezoekende insecten; vogels en kleine zoogdieren; emissiebeperking naar bodem en water; mitigatie klimaat; landschap en cultuurhistorie. Elk criterium kreeg een waarde tussen 1 – 5, waarbij 1 een lage bijdrage als equivalente maatregel betekent en 5 een hoge bijdrage als equivalente maatregel. De scores per gewas zijn voor de 6 criteria opgeteld. Omdat we drie biodiversiteitscriteria tegenover één indicator voor emissiebeperking naar bodem en water, één criterium voor mitigatie klimaat en één criterium voor landschappelijke/cultuurhistorische waarde hebben, telt in het totaal de beoordeling van het ecologische effect het zwaarst.

Deze totaal scores voor de gewassen zijn relatief en zijn vergeleken met het referentiegewas wintertarwe en met braak onder drie scenario's:

- scenario 1: geen inzet van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen
- scenario 2: wel inzet van gewasbeschermingsmiddelen, maar geen meststoffen
- scenario 3: inzet van zowel gewasbeschermingsmiddelen en bemesting.

In de vergelijking van de 23 gewassen als mogelijke equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden zien we grote verschillen in de bijdrage die ze aan vergroening kunnen leveren onder deze drie scenario's.

Zonder inzet van gewasbeschermingsmiddelen en bemesting (scenario 1) wordt voor een vijftal gewassen (koolzaad, zonnebloem, olievlas, wilg en vezelvas) verwacht dat ze een goede bijdrage leveren aan vergroening als equivalente

maatregel voor ecologische aandachtsgebieden. Van boekweit, lupine, rode klaver, rolklaver, esparcette en luzerne wordt geschat dat ze enige bijdrage kunnen leveren.

Onder scenario 2, het scenario waar wel gewasbeschermingsmiddelen mogen worden ingezet, levert geen van de gewassen een goede bijdrage. De energiegewassen (koolzaad, zonnebloem en olievlas), de eiwitgewassen voor veevoeder (rode klaver, rolklaver, luzerne en esparcette), de oude cultuurgewassen boekweit en vezelvas en het energiegewas wilg leveren onder dit scenario enige bijdrage als equivalente maatregel.

Onder scenario 3 (zowel inzet van gewasbeschermingsmiddelen als bemesting) blijven 7 gewassen over (de eiwitgewassen luzerne, rode klaver, rolklaver en esparcette, het energiegewas wilg en olievlas en boekweit) die enige bijdrage leveren aan vergroening als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden. Dit zijn gewassen die alle geteeld kunnen worden bij geen of weinig input van gewasbeschermingsmiddelen en bemesting.

Meerjarige natuurbraak levert veruit de grootste bijdrage aan de vergroeningsdoelen onder alle drie de scenario's. Vooral als natuurbraak een meerjarig karakter krijgt, er een kruidenrijk mengsel wordt ingezaaid en het gecombineerd wordt met gefaseerd maaien, zal de ecologische waarde van deze vorm van braak flink toenemen. Ook braak met spontane kieming van vegetatie uit in de bodem aanwezige zaden heeft een goede ecologische waarde. Bij braak met gras/groenbemester is deze waarde geringer.

De meerjarige eiwitgewassen luzerne, esparcette, rode klaver en rolklaver zijn gewassen die in elk scenario perspectiefvol lijken als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden. De biodiversiteitswaarde van de meerjarige eiwitgewassen is aanzienlijk groter dan die van de eenjarige vlinderbloemigen. Om de meerwaarde voor biodiversiteit tot zijn recht te laten komen moet het beheer (bijvoorbeeld maaitijdstip i.v.m. bloei) van deze gewassen wel worden aangepast/afgestemd aan de eisen van de fauna. Het optimale beheer kan regionaal verschillen en is o.a. afhankelijk van de voorkomende soorten.

Wilg lijkt ook een aantrekkelijk gewas om als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden in aanmerking te kunnen komen. Dit energiegewas wordt op dit moment op zeer beperkte schaal geteeld in Nederland, het is een gewas waarmee onder de Nederlandse praktijkomstandigheden maar beperkte ervaring is opgedaan. Ook de oude cultuurgewassen boekweit en olievlas bieden enig perspectief als equivalente maatregel. Een eventuele erkenning van olievlas als equivalente maatregel kan gehinderd worden doordat de gewassen olievlas en vezelvas veel op elkaar lijken, terwijl voor een goede vezelkwaliteit vezelvas een hogere inzet van gewasbeschermingsmiddelen en bemesting vereist dan olievlas.

De door ons gekozen aanpak met zes criteria waarop de gewassen beoordeeld zijn, is een verregaande versimpeling van de realiteit. Ook het toekennen van de scores op basis van expert-judgement, eigen interpretaties en de gekozen criteria heeft een arbitrair karakter, maar het is naar onze mening de beste aanpak die, binnen het beschikbare kader van budget, tijd en aanwezige basisgegevens, mogelijk was.

De ecologische meerwaarde die met EFA's bereikt kan worden voor flora en fauna hangt in belangrijke mate af van de oppervlakte en kwaliteit van de habitat, de ruimtelijke ligging van de habitat in het landschap en de mate waarin de habitats met elkaar verbonden zijn. Deze vier factoren bepalen voor allerlei organismen of ze zich goed kunnen verspreiden, of ze genoeg voedsel, schuil- en rustplaatsen kunnen vinden, en of ze zich kunnen reproduceren om uiteindelijk een levensvatbare populatie op te bouwen. Veel onderzoek en praktijkervaringen laten zien dat het beheer essentieel is voor de verhoging van biodiversiteit in landbouwgebieden. Dit zal ook gelden in ecologische aandachtsgebieden. Het lijkt onvermijdelijk dat er aan dit beheer voorwaarden worden gesteld. Van combinatiepakketten van gewassen waarbij bijvoorbeeld luzerne en natuurbraak naast elkaar liggen en die volgens bepaalde richtlijnen worden beheerd (bijvoorbeeld het concept Vogelakkers) wordt verwacht dat het een extra bijdrage aan vergroening levert ten opzichte van de afzonderlijke maatregelen.

Als de toegelaten gewassen geteeld mogen worden met gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en bemesting (scenario 2 en 3), dan zal de ecologische meerwaarde beperkter blijven dan potentieel mogelijk is (scenario 1) en ook het door de EU beoogde vergroeningseffect niet bereikt worden.

Omdat na de teelt van vlinderbloemigen, maar ook na vlas en andere gewassen reststikstof in het profiel zal achterblijven, adviseren we om op uitspoelingsgevoelige gronden de gewassen die toegelaten worden als

equivalente maatregel voor EFA's altijd verplicht te combineren met een niet-vlinderbloemig vanggewas in herfst en winter, zoals dat nu ook al na maïsteelt verplicht is in Nederland.

In lijn met de Europese richtlijnen ligt het voor de hand om voor gewassen die als equivalente maatregel voor invulling van EFA's in aanmerking kunnen komen dezelfde wegingsfactor van 0,3 te hanteren als voor andere EFA maatregelen die (enige) productie leveren.

Summary

Evaluation of crops as possible equivalent measure for ecological focus areas in the new CAP

Member States may submit proposals to the European Commission for filling in the greening performances in the Common Agricultural Policy (CAP) for the period 2014-2020 to meet the greening obligation in Ecological Focus Areas (EFAs) by so-called equivalent measures.

The Ministry of Economic Affairs (EZ) has asked for an inventory in which the contribution of various crops as possible 'equivalent measure' for EFAs is detailed. Such equivalent measures should lead to an equivalent result for biodiversity, climate and environment as the measures proposed by the European Commission for filling in the EFAs.

The list of crops on which we are focusing in this inventory has been drawn up in consultation with the principal and focuses on a selection of crops frequently mentioned in a European context and which could be relevant for the Dutch situation as equivalent measures for EFAs.

Our evaluation of the crops as possible equivalent measure for the EFAs is primarily based on the definition as indicated in Article 43, section 3, and Annex IX to EU Regulation 1307/2013 (European Union, 2013b). Annex IX, item III.7, mentions the following as equivalent practices to the ecological focus area: 'Production on arable land with no use of fertiliser (mineral fertiliser and manure) and/or plant protection products, and not irrigated, not sown with the same crop two years in a row and on a fixed place'. We subsequently investigated how the contribution of the crops would change if plant protection products and fertilisation would be applied.

The following aspects of the crops have been analysed:

- cultivation (acreage, production, financial return)
- environment and climate (nutrients, fuel and energy consumption, greenhouse gas emission, gross energy fixation)
- use of plant protection products and corresponding adverse environmental impact
- biodiversity (diversity of herbs, flower pollinators, birds, small mammals, functional agrobiodiversity)
- landscape and historic-cultural value.

The inventory is based on literature data, cultivation guidelines, expert judgements, 'grey literature' and own field and crop knowledge.

For each crop these data have been transferred into 6 criteria: diversity of herbs; diversity of flower-visiting insects; birds and small mammals; emission restriction to soil and water; mitigation climate; landscape and historic-cultural. Each criterion was given a value between 1 – 5, where 1 means a very low score as equivalent measure and 5 is a high contribution as equivalent measure. The scores for the 6 criteria were added per crop. The fact that there are three biodiversity criteria against one indicator for emission restriction to soil and water, one criterion for mitigation climate and one criterion for landscape/historic-cultural value means that the ecological value carries most weight in the total evaluation.

These total scores for the crop are relative and were compared with the reference crop winter wheat and with set-aside measures under three scenarios:

- scenario 1: no utilisation of plant protection products and fertilisation
- scenario 2: utilisation of plant protection products but no use of fertilisation
- scenario 3: utilisation of plant protection products as well as fertilisation.

Comparison of the 23 crops as possible equivalent measure for ecological focus areas shows large differences in the contribution these crops can make to greening under these three scenarios. (See table S.1.a. and S.1.b).

Without the use of plant protection products and fertilisation (scenario 1) five crops (oilseed rape, sunflower, oil flax, willow and fibre flax) are expected to make a good contribution to greening as equivalent measure for ecological

focus areas. Buckwheat, lupine, red clover, bird's foot, esparcette and lucerne are expected to be able to make some contribution (See table S.1a. and S.1.b).

Under scenario 2, the scenario where plant protection products may be used, none of the crops makes a good contribution. Under this scenario the energy crops (oilseed rape, sunflower and oil flax), the protein fodder crops (red clover, bird's foot, lucerne and esparcette), the old culture crops buckwheat and fibre flax, and the energy crop willow make some contribution as equivalent measure (See table S.1a. and S.1.b).

Scenario 3 (use of plant protection products as well as fertilisation) leaves 7 crops (the protein crops lucerne, red clover, bird's foot and esparcette), the energy crop willow, and oil flax and buckwheat that make some contribution to greening as equivalent measure for ecological focus areas. All these crops can be grown without, or with a low input of plant protection products and fertilisation (See table S.1a. and S.1.b).

Permanent fallow makes by far the largest contribution to the greening objectives under all three scenarios. The ecological value of this form of set-aside will increase substantially when it is given a multi-annual character, when an herb-rich mixture is sown, and in combination with phased cutting. Rotational fallow with spontaneous germination of vegetation from seeds present in the soil has a good ecological value. This value is lower for rotational fallow with a grass/green manure crop.

The perennial protein fodder crops lucerne, esparcette, red clover and bird's foot seem to offer perspectives as equivalent measure for ecological focus areas in all scenarios. The biodiversity value of the perennial protein crops is considerably higher than that of the annual leguminous crops. Taking full advantage of the added value for biodiversity, however, does require adjustment/adaptation of the management regime of these crops (e.g. cutting time in view flowering) to the demands of the fauna. The optimum management regime may differ regionally and depends on factors such as the species that are present.

Willow also seems an attractive crop to qualify as equivalent measure for ecological focus area. This energy crop is currently grown on a very small scale in the Netherlands; only little experience has been gained with this crop under Dutch field conditions.

The old culture crop buckwheat and oil flax also offer some perspective as equivalent measure. A possible acceptance of oil flax may be restricted because oil flax and fibre flax are very similar crops while a good fibre quality of fibre flax requires a higher input of plant protection products and fertilisation than oil flax.

The approach we have chosen, with six criteria on which the crops are judged, is a strong simplification of the actual situation. Awarding scores on the basis of expert judgement, own interpretations and the chosen criteria also has an arbitrary nature but in our view it is the best possible approach within the available context of budget, time and available basic data.

The ecological added value that can be reached with the EFAs for flora and fauna to a large extent depends on the area and quality of the habitat, the spatial situation of the habitat in the landscape, and the extent to which the habitats are interconnected. These four factors determine for various organisms whether they can disseminate easily, whether they can find sufficient food, hiding and resting places, and whether they will be able to build up a viable population in the end. A lot of research and field experience shows that management is essential in increasing the biodiversity in agricultural areas. This will also apply in ecological focus areas. It seems inevitable that conditions are laid down for such management. Combination packages of crops, e.g., of adjacent lucerne and set-aside under specific management guidelines (e.g., the Farmland bird fields concept) are expected to make an extra contribution to greening in comparison with the separate measures.

When permitted crops may be grown while using plant protection products and fertilisation (scenario 2 and 3), the ecological added value will remain more restricted than potentially possible (scenario 1) and the greening effect desired by the EU will neither be achieved.

Because residual nitrogen will remain in the profile after cultivation of leguminous crops, but also after flax and other crops, we advise to make the combination of crops permitted as equivalent measure for EFAs with a non-leguminous

catch crop in autumn and winter mandatory on leaching-sensitive soils, as is now already mandatory in the Netherlands after maize cultivation.

In line with European directives it seems sensible to apply the same weighing factor of 0.3 for crops that may qualify as equivalent measure for filling in EFAs as for other EFA measures that yield (some) production.

Table S1.a. Results of the evaluation of crops in their contribution to greening as equivalent measure for EFA under three scenarios. Scenario 1: no plant protection products (PPP) and no fertilisation (FER); Scenario 2: with PPP, no FER; Scenario 3: with PPP and with FER.

	Scenario 1: no PPP, no FER								Scenario 2: with PPP, no FER	Scenario 3: with PPP, with FER		
	Diversity herbs ¹	Diversity flower visitors ¹	Birds, small mammals ¹	Emission restriction soil -water ¹	Mitigation climate ¹	Landscape and historic-cultural ¹	Total AF	Contribution to greening ²	Total AF	Contribution to greening ²	Total AF	Contribution to greening ²
	A	B	C	D	E	F						
Winter wheat	3	2	3	4	3	3	18		14		13	
Buckwheat	3	4	3	4	3	4	21	+	21	+	19	+
Soybean	3	2	3	3	3	3	17		14		14	
Oilseed rape (winter)	3	4	3	4	5	4	23	++	19	+	17	
Sunflower	3	4	3	4	5	4	23	++	20	+	18	
Oil flax	3	4	3	4	4	5	23	++	20	+	19	+
Peas	2	2	3	3	3	3	16		14		14	
Field beans	3	3	3	3	3	3	18		16		16	
Lupine	3	3	3	3	3	4	19	+	17		17	
Red clover	3	4	3	3	3	4	20	+	20	+	20	+
Vetch	3	3	3	3	3	3	18		18		18	
Bird's foot	3	4	3	3	4	4	21	+	21	+	21	+
Esparcette	3	4	3	3	4	4	21	+	21	+	21	+
Lucerne	3	4	4	3	3	4	21	+	21	+	21	+
Lentils	3	3	2	3	3	3	17		14		14	
Chick peas	3	3	2	3	3	3	17		14		14	
Brown beans/Marrowfat peas/Grey peas	3	3	2	3	3	3	17		14		14	
Sugar peas/Green peas	2	3	2	3	3	3	16		13		13	
French beans	2	3	2	3	3	3	16		13		12	
Fibre flax	2	4	3	4	4	5	22	++	19	+	17	
Hemp	2	2	3	4	4	3	18		18		17	
Stinging nettle	2	4	2	4	3	2	17		16		15	
Willow	2	4	3	5	5	3	22	++	21	+	21	+
Miscanthus	2	1	3	4	5	2	17		16		15	
Rotational fallow with spontaneous vegetation	4	4	4	4	3	3	22	++	22	++	22	++
Rotational fallow with green manure crop	3	4	3	4	3	3	20	+	20	+	20	+
Permanent fallow	5	5	5	4	3	5	27	+++	27	+++	27	+++

¹ Criteria A - F: score 1 = small contribution; score 5 = high contribution; total score = total A - F

² Total score ≤18 = winter wheat = no contribution EFA; total score between 19-21 = some contribution EFA = +; total score between 22-24 = good contribution EFA = ++; total score between 25-27 = very good contribution EFA = +++

Table S1.b. Results of the evaluation of crops in their contribution to greening as equivalent measure for EFA under three scenarios. Scenario 1: no plant protection products (PPP) and no fertilisation (FER); Scenario 2: with PPP, no FER; Scenario 3: with PPP and FER.

	Scenario 2: with PPP, no FER							Scenario 3: with PPP, with FER								
	Diversity herbs ¹	Diversity flower visitors ¹	Birds, small mammals ¹	Emission restriction soil- water ¹	Mitigation climate ¹	Landscape and historic-cultural ¹	Total A-F	Contribution to greening ²	Diversity herbs ¹	Diversity flower visitors ¹	Birds, small mammals ¹	Emission restriction soil/ water ¹	Mitigation climate ¹	Landscape and hisotico-cultural ¹	Total A-F	Contribution to greening ²
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F			
Winter wheat	2	1	3	2	3	3	14		2	1	3	2	2	3	13	
Buckwheat	3	4	3	4	3	4	21	+	2	4	3	3	3	4	19	+
Soybean	2	2	2	2	3	3	14		2	2	2	2	3	3	14	
Oilseed rape (winter)	2	3	2	3	5	4	19	+	2	3	2	2	4	4	17	
Sunflower	1	3	3	4	5	4	20	+	1	3	3	3	4	4	18	
Oil flax	2	3	3	3	4	5	20	+	2	3	3	2	4	5	19	+
Peas	1	2	3	2	3	3	14		1	2	3	2	3	3	14	
Field beans	2	3	3	2	3	3	16		2	3	3	2	3	3	16	
Lupine	2	3	3	2	3	4	17		2	3	3	2	3	4	17	
Red clover	3	4	3	3	3	4	20	+	3	4	3	3	3	4	20	+
Vetch	3	3	3	3	3	3	18		3	3	3	3	3	3	18	
Bird's foot	3	4	3	3	4	4	21	+	3	4	3	3	4	4	21	+
Esparcette	3	4	3	3	4	4	21	+	3	4	3	3	4	4	21	+
Lucerne	3	4	4	3	3	4	21	+	3	4	4	3	3	4	21	+
Lentils	2	2	2	2	3	3	14		2	2	2	2	3	3	14	
Chick peas	2	2	2	2	3	3	14		2	2	2	2	3	3	14	
Brown beans/Marrow fat peas/Grey peas	2	2	2	2	3	3	14		2	2	2	2	3	3	14	
Sugar peas/Green peas	1	2	2	2	3	3	13		1	2	2	2	3	3	13	
French beans	1	2	2	2	3	3	13		1	2	2	2	2	3	12	
Fibre flax	2	3	2	3	4	5	19	+	1	3	2	2	4	5	17	
Hemp	2	2	3	4	4	3	18		2	2	3	3	4	3	17	
Stinging nettle	2	3	2	4	3	2	16		2	3	2	3	3	2	15	
Willow	2	4	3	4	5	3	21	+	2	4	3	4	5	3	21	+
Miscanthus	2	1	3	3	5	2	16		2	1	3	3	4	2	15	
Rotational fallow with spontaneous vegetation	4	4	4	4	3	3	22	++	4	4	4	4	3	3	22	++
Rotational fallow with green manure crop	3	4	3	4	3	3	20	+	3	4	3	4	3	3	20	+
Permanent fallow	5	5	5	4	3	5	27	+++	5	5	5	4	3	5	27	+++

¹ Criteria A - F: score 1 = low contribution; score 5 = high contribution; total score = total A - F

² Total score ≤18 = winter wheat = no contribution EFA; total score between 19-21 = some contribution EFA = +; total score between 22-24 = good contribution EFA = ++; total score between 25-27 = very good contribution EFA = +++

Lijst met afkortingen en definities

ds	Droge stof
EC	Europese Commissie
EEA	European Environment Agency
EFA	Ecologisch aandachtsgebied (Ecological Focus Area)
E-J	Expert judgement
EU	Europese Unie
EZ	Ministerie van Economische Zaken
GBM	Gewasbeschermingsmiddel
g.g.	Geen gegevens
GJ	Gigajoule
GLB	Europees gemeenschappelijk landbouwbeleid
GPS	Gehele plantensilage
ha	Hectare
h.c.	Humane consumptie
kg	Kilogram
KWIN	Kwantitatieve Informatie
l	Liter
LEI	Landbouw Economisch Instituut
NVWA	Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit
Pw-getal	Maat voor de fosfaattoestand van de bodem
SBL	Stichting Beheer Landbouwgronden

1. Introductie

1.1 Aanleiding voor deze studie

Op de EU-Landbouwrap van 24/25 juni 2013 zijn besluiten genomen over de toekomst van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) van Europa (EZ, 2013a). In de verordeningen 1306/2013 en 1307/2013 van het Europese Parlement en de Raad van de Europese Unie zijn deze besluiten verder uitgewerkt (Europese Unie, 2013a; 2013b). In het nieuwe GLB is vergroening vanaf 2015 één van de eisen voor het ontvangen van een deel van de directe inkomensondersteuning in de eerste pijler. Eén van de vergroeningsmaatregelen is het bestemmen van vijf procent van het bouwlandareaal als ecologisch aandachtsgebied, de zogenoemde Ecological Focus Area's (EFA's) op bedrijven die meer dan 15 ha bouwland hebben (uitgezonderd bedrijven waarbij het areaal voor meer dan 75% uit gras of andere kruidachtige voedergewassen bestaat, braak ligt, gebruikt wordt voor de teelt van vlinderbloemige gewassen, of een combinatie daarvan en mits het akkerbouwareaal wat daaronder valt niet meer dan 30 ha beslaat). Aan lidstaten wordt onder voorwaarden de mogelijkheid geboden om op regionaal niveau voorschriften op te stellen¹ (Europese Unie, 2013b).

In het rapport 'Nationale invulling vergroening GLB' (Van Doorn *et al.*, 2013) zijn de mogelijke invullingen van de EFA's verder uitgewerkt voor alle maatregelen die de EU-landbouwrap op 24/25 juni 2013 heeft gedefinieerd. De Staatssecretaris doet in haar brief aan de Tweede Kamer van 6 december 2013 (EZ, 2013b) een voorstel voor de implementatie van het GLB in Nederland.

Vooruitlopend hierop had het Ministerie van EZ in de herfst van 2012 al een zogenaamde Helpdeskvraag richting Plant Research International (PRI-Wageningen UR) gesteld of de 'vergroeningsprestatie' van de EFA in het GLB geleverd kan worden door de teelt van bepaalde gewassen die op dit moment in Nederland op kleine arealen worden geteeld en/ of die een duidelijke meerwaarde kunnen hebben voor biodiversiteit, bodem en water. De opdracht omvatte het in kaart brengen van die effecten voor een aantal gewassen in vergelijking met gangbare teelten en andere invullingen van EFA zoals braak (Korevaar, 2012).

In aanvulling hierop heeft het Ministerie van EZ nu gevraagd om de 'waarde' van verschillende gewassen als mogelijke 'equivalente maatregel' voor EFA's verder te onderbouwen. De equivalente maatregelen moeten daarbij tot een gelijkwaardig resultaat voor biodiversiteit, klimaat en milieu leiden dan de door de Europese Commissie voorgestelde maatregelen voor invulling van de EFA's (EZ, 2013a; Europese Unie, 2013b).

De lijst van gewassen die in deze inventarisatie worden behandeld is geselecteerd in overleg met de opdrachtgevers bij het Ministerie van EZ.

¹ Teneinde ervoor te zorgen dat ecologische aandachtsgebieden op een efficiënte en coherente wijze worden gecreëerd en tegelijkertijd rekening wordt gehouden met de specifieke kenmerken van de lidstaten, moet aan de Commissie de bevoegdheid worden overgedragen om bepaalde handelingen vast te stellen met betrekking tot het bepalen van verdere criteria voor het aanmerken van gebieden als ecologische aandachtsgebieden; het erkennen van andere soorten ecologische aandachtsgebieden; het bepalen van omzettings- en wegingsfactoren voor bepaalde soorten van ecologische aandachtsgebieden; het vaststellen van voorschriften voor het door de lidstaten op regionaal niveau verwezenlijken van een deel van het ecologische aandachtsgebied; het bepalen van regels voor de collectieve tenuitvoerlegging van de verplichting tot het hebben van ecologische aandachtsgebieden voor bedrijven die in de onmiddellijke nabijheid liggen, het vaststellen van het kader voor de door de lidstaten vast te stellen criteria om deze onmiddellijke nabijheid te bepalen; en het vaststellen van de methoden om de verhouding van bosbouwgrond tot landbouwgrond te bepalen. Bij het toevoegen van andere soorten ecologische aandachtsgebieden, dient de Commissie ervoor te zorgen dat die gericht zijn op het verbeteren van de algemene milieuprestaties van het bedrijf, in het bijzonder wat betreft biodiversiteit, de verbetering van grond- en waterkwaliteit, en de landschapsbescherming, en dat zij voldoen aan de doelstellingen inzake beperking van en aanpassing aan klimaatverandering (Overweging 45 uit Verordening 1307/2013 (Europese Unie, 2013b)).

1.2 Gewassen

In (Korevaar, 2012) zijn voor een graangewas (spelt), vier eiwitgewassen (erwt, veldbonen, lupine, luzerne), vlas (vezel en olie), vezelhennep, twee zaadgewassen (graszaad, karwij) en twee energiegewassen (snijmaïs en miscanthus) ruwe inschattingen gemaakt hoe deze gewassen passen binnen de doelen en randvoorwaarden van EFA's. Als referenties zijn daarbij gebruikt: gangbare wintertarwe, zomergerst, Engels raaigras, snijmaïs en braak. In de huidige inventarisatie wordt een verdiepingsslag gemaakt en wordt de lijst met gewassen aangevuld met oliehoudende gewassen (soja, koolzaad, zonnebloem en olievlas). Tevens is er gekeken naar een bredere groep van stikstofbindende, vlinderbloemige gewassen die als eiwitrijk veevoer worden gebruikt (erwten, veldbonen, lupine, rode klaver, wikke, rolklaver, luzerne en esparcette) of als peulvruchten in de humane voeding. Deze laatste groep omvat de droge peulvruchten (linzen, kikkererwten, droge bonen, kapucijners) en verse groenten en conserven (doperwten, sperziebonen). Ook zijn de vezelgewassen vezelvlas, vezelhennep en brandnetel, en de energiegewassen miscanthus en wilg meegenomen. Daarnaast is als referentiegewas wintertarwe meegenomen en zijn ook een aantal vormen van braaklegging 'ecological set-aside' (braak met spontane opslag), groene braak (ingezaaid met gras of groenbemesters) en meerjarige natuurbraak in deze studie opgenomen.

1.3 Biodiversiteit en natuur

Bij de inventarisatie zijn naast de kengetallen van gangbare, intensieve teelt ook gekeken naar de kengetallen voor de biologische teelt van de verschillende gewassen en naar teelten zonder input van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen. De reden hiervoor is dat de vergroening van het GLB tot doel heeft om ecologie en duurzaamheid te versterken. Daarom zullen gewassen, om in aanmerking te komen als equivalente maatregel, bij voorkeur geteeld moeten worden bij minimale input van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen.

Hoewel we de bodem als een zeer belangrijke habitat voor biodiversiteit zien ter ondersteuning van een groot aantal functies, is de bodembiodiversiteit niet meegenomen in deze studie.

Bij de inventarisatie zijn de effecten op gewasniveau beoordeeld. In hoofdstuk 6 worden aanvullend daarop een aantal gedachten gepresenteerd over de configuratie en ruimtelijke ligging en combinatiemogelijkheden op perceel-niveau, zoals bij het concept 'vogelakker' waarbij natuurbraak en luzerne naast elkaar liggen, en op bedrijfsniveau om bijvoorbeeld via collectieven een optimale connectiviteit van EFA's maatregelen op aangrenzende bedrijven te realiseren.

1.4 EFA's en equivalente maatregelen

Eén van de verplichte vergroeningsmaatregelen is dat landbouwbedrijven met meer dan 15 ha subsidiabel bouwland er voor moeten zorgen dat 5% van de oppervlakte van het subsidiabele bouwlandareaal (uitgezonderd bedrijven waarbij het areaal voor meer dan 75% uit gras bestaat, tijdelijk en blijvend) bestemd wordt als ecologisch aandachtsgebied (EFA) (Europese Unie 2013b, art. 46). De Europese Commissie heeft een long list opgesteld van wat onder deze EFA's kan worden verstaan, hierin staan bijvoorbeeld de randen van percelen, heggen, bomen, braakliggend land, landschapselementen, bufferstroken en stikstofbindende gewassen (Tabel 1). Deze EFA's moeten óp een bouwlandperceel liggen. Landschapselementen mogen ook direct aangrenzend aan een bouwlandperceel liggen. Daarnaast stelt de Europese Commissie dat boeren 50% van hun EFA-verplichting via een collectief van maximaal 10 bedrijven mogen realiseren (Europese Unie, 2013b).

De lidstaten hebben zelf de ruimte om uit deze long list een keuze te maken voor de nationale implementatie (Van Doorn *et al.*, 2013; EZ, 2013b). Daarnaast krijgen lidstaten de mogelijkheid om ook equivalente maatregelen voor EFA's te nemen. Deze equivalentie krijgt vorm in alternatieve vergroeningsmaatregelen die als gelijkwaardig worden beschouwd aan de door de Europese Commissie voorgestelde maatregelen (EZ, 2013a, 2013b). Een lidstaat kan voorstellen hiervoor doen en ter toetsing voorleggen aan de Europese Commissie.

Tabel 1. *Lijst met mogelijke Ecological Focus Area maatregelen (Europese Unie, 2013b); Van Doorn et al., 2013).*

Ecologisch aandachtsgebied

Braakliggend land
 Terrassen
 Landschapselementen
 Bufferstroken
 Agro-forestry
 Stroken subsidiabele landbouwgrond langs bosranden
 Areaal met hakhout met korte omlooptijd (zonder gebruik van minerale meststoffen en/ of gewasbeschermingsmiddelen)
 (Tijdelijk) bos op landbouwgrond (SBL-grond)
 Vanggewassen
 Stikstofbindende gewassen

Inmiddels heeft de Staatssecretaris in haar voorstel (EZ, 2013b) aangegeven te willen inzetten op: landschapselementen; akkerranden, bufferstroken en natuurvriendelijke oevers met daaraan grenzende sloten; combinaties van enerzijds percelen, stroken of akkerranden en anderzijds teelt van bepaalde eiwitgewassen (de lijst met gewassen moet nog verder bepaald worden); duurzaamheidscertificaten, zoals het programma 'Veldleeuwerik'; ruimte voor een collectieve benadering.

Een inventarisatie op 105 Nederlandse bedrijven in zeven akkerbouwgebieden wijst uit dat gemiddeld 2,1 % van de bedrijfsoppervlakte al beheerd wordt als semi-natuurlijk habitat. Dit betreft vooral landschapselementen, akkerranden, slootkanten en sloten die bij de bedrijfskavel horen (Manhoudt & De Snoo, 2003). De auteurs maken ook een extrapolatie van het gemiddeld percentage van semi-natuurlijke habitat naar heel Nederland en komen dan uit op een percentage van 1,6 % van de bedrijfsoppervlakte.

1.5 Gewaskeuze en beoordelingssystematiek

Bij de beoordeling van de gewassen als mogelijke equivalente maatregel voor EFA's zijn we uitgegaan van de definiëring zoals die aangegeven wordt in artikel 43, lid 3 en Bijlage IX van EU Verordening 1307/2013 (Europese Unie, 2013b). In Bijlage IX wordt onder punt III.7 voor aan het ecologisch aandachtsgebied gelijkwaardige praktijken vermeld:

'Productie op bouwland zonder gebruik te maken van (minerale) meststoffen en/of bestrijdingsmiddelen, en zonder irrigatie, waarbij eenzelfde gewas niet gedurende twee opeenvolgende jaren op een vaste plaats wordt ingezaaid'.

In deze definitie wordt aangegeven dat bij een equivalente maatregel voor de EFA's:

- geen kunstmest en/of natuurlijke mest mogen worden gebruikt
- en geen gewasbeschermingsmiddelen
- niet geïrrigeerd mag worden
- en een gewas niet twee jaar achtereen op hetzelfde perceel mag worden gezaaid.

Overigens blijkt dat het gebruik van mest en gewasbeschermingsmiddelen bij de invulling van ecologische aandachtsgebieden nog een punt van discussie is tussen de Europese Commissie, de lidstaten en het Europese Parlement.

De lijst met gewassen waarop we ons in deze inventarisatie richten (Tabel 2) is het resultaat van een eerste globale inventarisatie (zie ook Korevaar, 2012) van alle mogelijke gewassen, waarna in overleg met de opdrachtgevers bij het Ministerie van EZ een keuze is gemaakt van de potentieel meest geschikte gewassen die verder zijn uitgewerkt.

Tabel 2. Lijst van gewassen die mogelijk in aanmerking kunnen komen als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden in het GLB 2014-2020.

Gewasgroep	Gewas	Referentie	Toelichting
Granen		wintertarwe	vergelijkingsbasis
Pseudograan	boekweit		
Oliehoudende zaden	soja		
	koolzaad (winter)		
	zonnebloem		
	olievlas		zie ook vezelvas
Eiwitgewassen (veevoeder)	voedererwten		
	veldbonen		
	lupine		
	klaver (rode)		
	wikke		
	rolklaver		
	esparcette		
	luzerne		
Peulvruchten (humane voeding)	kikkererwten en linzen		
	peulen en doperwten		
	bruine bonen/kapucijners/grauwe erwt		
	stamsperziebonen		
Vezelgewassen	vezelvas		zie ook olievlas
	vezelhennep		
	miscanthus		
	brandnetel		
Energiegewassen	wilg		
	miscanthus		
Braak	groene braak met spontane opslag		toegevoegd als
	groene braak met inzaai		vergelijkingsbasis
	natuurbraak met bloemenmengsel		

2. Aanpak

Van de in Tabel 2 genoemde gewassen worden de volgende aspecten geïnventariseerd:

- Teeltaspecten
 - areaal
 - productie
 - saldo
- Milieu en klimaat
 - gebruik van nutriënten (kunstmest en dierlijke mest)
 - brandstof- en energieverbruik
 - uitstoot broeikasgassen
 - bruto-energie vastlegging in gewas (als grondstof voor bio-energie)
 - gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en daarmee samenhangende milieubelasting
- Biodiversiteit
 - effecten van deze gewassen op insecten (bestuivers, vlinders, natuurlijke vijanden), plantensoorten, vogels, kleine zoogdieren en functionele agrobiodiversiteit
 - gevolgen voor landschap en cultuurhistorische waarde.
- Inpasbaarheid in bedrijfsvoering en afzet mogelijkheden van geoogst gewas
 - variatie in bouwplan/rotatie
 - verwerkingsmogelijkheden met eigen machines
 - bruikbaarheid van gewas als groenbemester, veevoer, eiwitbron, biomassa voor vergisting, energieopwekking en grondstof voor industrie.

Bij het schatten van de effecten op productie, klimaat en milieu zijn de gewassen vergeleken met het referentiegewas wintertarwe en met een aantal vormen van braak. Waar mogelijk zijn kwantitatieve gegevens vermeld (bijvoorbeeld uit Kwantitatieve Informatie, teelthandleidingen, nationale/internationale publicaties). Daarnaast is op internet gezocht naar informatie over deze gewassen en zijn een aantal gewasdeskundigen en biologen geraadpleegd. Het grootste knelpunt waar we tegenaan liepen is dat deze gewassen in Nederland en omliggende landen meestal op een intensieve wijze (dus met een hoge input van bemesting, gewasbeschermingsmiddelen en bewerkingen) geteeld worden om een hoge productie en een hoge productkwaliteit te bereiken. Voor een aantal gewassen is informatie beschikbaar over de teelt in de biologische landbouw, waarbij de input aan bemesting en gewasbescherming lager ligt, maar de teeltwijze nog steeds intensief genoemd kan worden. Als het gaat om EFA's, dan zullen deze gewassen in principe bij minimale input geteeld moeten worden.

Bij een landbouwkundig goede bodemvruchtbaarheid zal er vaak nawerking zijn van meststoffen uit voorgaande jaren, maar de productie zal aanzienlijk lager liggen dan bij gangbare teelt. Door het ontbreken van gewasbescherming zal de productkwaliteit vaak lager zijn, waardoor de gebruikelijke afzetkanalen wegvallen en producten bijvoorbeeld niet meer voor humane consumptie geaccepteerd worden. Over deze gevolgen is echter nauwelijks enige kwantitatieve informatie beschikbaar. In die gevallen waar geen concrete gegevens beschikbaar waren, is een kwalitatieve inschatting van de effecten op klimaat, milieu en biodiversiteit gemaakt in vergelijking met de betreffende scores van andere gewassen en het referentiegewas wintertarwe. Wintertarwe is als referentiegewas gekozen omdat het op grote schaal geteeld wordt en het in veel studies is opgenomen als referentie. Ook zijn er relatief veel gegevens bekend van tarwe bij een meer extensieve teeltwijze.

Bij het beoordelen van de effecten op biodiversiteit is in de nationale en internationale literatuur gezocht. Over de relaties tussen gewassen/gewasgroepen (zoals granen), het beheer daarvan en (akker)vogels en vlinders zijn wel gegevens te vinden, echter aan de kleine/nieuwe gewassen waar we ons hier ook op richten is weinig onderzoek gedaan naar de relatie met biodiversiteit in de breedte. Bianchi *et al.* (2013) constateerden dit ook al voor functionele biodiversiteit. Daarom is ook gebruik gemaakt van expert-judgements voor bepaalde groepen organismen.

In de beoordeling is zoveel mogelijk ook vermeld in hoeverre de teelt ingepast kan worden in de bedrijfsvoering en hoe het eindproduct benut kan worden, bijvoorbeeld als groenbemester, graan voor streekproducten, bijmengproduct in een biovergister, biomassa voor groene energieopwekking, grondstof voor industrie bijvoorbeeld vezels, etc. De acceptatie door ondernemers voor vergroeningsmaatregelen zal naar verwachting in sterke mate bepaald worden door de vraag of het beheer gemakkelijk inpasbaar is in de bedrijfsvoering (bijvoorbeeld uitvoerbaar met de al aanwezige machines), er hoge kosten gemaakt moeten worden voor beheer en afvoeren van de biomassa, of dat de 'productie' nuttig (en bijvoorbeeld kostenneutraal) verwerkt kan worden op eigen bedrijf (bijvoorbeeld als bron van organische stof voor de bodem) of elders in het gebied (bijv. in een bio-vergistingsinstallatie). Overigens, ook als de vergroeningsprestatie ingevuld wordt met bufferstroken, braakland en landschapselementen, zal gelden dat inpasbaarheid, kosten, opbrengsten en risico's voor de hoofdteelten belangrijke afwegingscriteria voor de boer zullen zijn.

3. Methodiek

3.1 Algemeen

De lijst met gewassen die mogelijk in aanmerking kunnen komen als equivalente maatregel voor EFA's (zie hoofdstuk 1.5, Tabel 2) is in overleg met de opdrachtgever opgesteld met een selectie van gewassen die in Europees verband regelmatig genoemd worden en die voor de Nederlandse situatie relevant kunnen zijn als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden. Aan de lijst zijn op verzoek van opdrachtgever enkele nieuwe gewassen toegevoegd: boekweit, miscanthus, brandnetel en wilg. In hoofdstuk 4 worden deze gewassen beschreven.

Daarnaast worden als vergelijking wintertarwe en verschillende vormen van braak besproken.

Wintertarwe is als referentie toegevoegd omdat dit een gangbaar gewas is in Europa. In Nederland is het na gras en snijmaïs het gewas met het grootste areaal. Tarwe wordt vaak in ecologische studies gebruikt als gewas waar waarnemingen aan gedaan worden, maar ook waar andere gewassen mee vergeleken worden. De teelt van wintertarwe kan qua ecologische effecten beoordeeld als een gemiddeld gewas. Het neemt goed de nutriënten op en laat aan het eind van het groeiseizoen weinig rest-stikstof in het profiel achter en kan, als er bij de teelt niet veel gewasbeschermingsmiddelen worden toegediend en de teelt daardoor vrij extensief is, ook een goed biotoop bieden voor flora en fauna. Laat men de stoppel de winter over staan, dan neemt de waarde voor flora en fauna (o.a. akkervogels) nog verder toe.

Er is een database opgesteld met vijf tabbladen met meer kwantitatieve gegevens over de gewassen en braak, zie Bijlagen 1 t/m 5. Daarin is onderscheid gemaakt tussen gangbare en biologisch teelt (G en B). Gangbare teeltmethoden zijn door ons in deze studie als referentiepunt genomen, maar vanwege de doelstelling 'ecologisch aandachtsgebied' nemen we waar mogelijk ook informatie mee over biologische productiewijzen en teelten zonder externe input. De gegevens gelden in principe voor het telen van de gewassen op het niveau van individuele percelen.

3.2 Productie-saldo

Gegevens over geteelde oppervlakte en gewasopbrengst voor de gangbare teelt en biologische teelt zijn ontleend aan de statistieken van CBS (CBS, 2013; LEI/CBS, 2013). De vermelde arealen hebben betrekking op het jaar 2013. De saldoberekeningen komen voor de meeste gewassen uit KWIN AGV (2012), of uit rapporten, bijvoorbeeld van de Voort *et al.* (2008) en voor enkele nieuwe gewassen zoals soja van experts. Gegevens uit buurlanden hebben beperkte waarde als het gaat om productieniveaus (neem soja, zonnebloem) gezien de verschillen in bijvoorbeeld klimatologische omstandigheden zoals uren zon, temperatuur en neerslag.

Indien akkerbouwgewassen als equivalente maatregel voor EFA's worden opgenomen met beperkingen voor het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (zoals fungiciden, herbiciden etc.), dan kan dat leiden tot problemen in het volggewas (bijv. hogere ziekte- of onkruiddruk) en daarmee draagvlak en inpasbaarheid beperken.

3.3 Milieu-klimaat

Evenals bij de onderdelen productie en saldo is voor bemesting, brandstofverbruik en energieopbrengst uitgegaan van de kengetallen voor gangbare teelten uit KWIN AGV (2012), KWIN Akkerbouw (2009) of van der Voort *et al.* (2008). Het in KWIN vermelde brandstofverbruik is berekend op basis van de bewerkingen die in de betreffende teelt worden uitgevoerd. Voor de biologische teelt zijn de gegevens afkomstig uit KWIN AGV (2012) en/of expert-judgements.

Bij klimaat hebben we vooral gelet op mitigatieaspecten; de opbouw van bodemkoolstof en de productie van biomassa (voor bio-energie). In de aanloop naar het nieuwe GLB is gaandeweg een zwaarder accent komen liggen op het verhogen van de milieuprestaties van het GLB in de vorm van klimaat- en milieuvriendelijke landbouwpraktijken.

3.4 Gewasbeschermingsmiddelen

Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is gebaseerd op gangbare teelt en ontleend aan het in KWIN vermelde middelengebruik (KWIN Akkerbouw 2009, KWIN AGV 2012). De genoemde gewasbeschermingsmiddelen zijn met behulp van de Milieumeetlat, een puntensysteem waarmee wordt aangegeven hoe schadelijk een middel is voor het milieu (CLM, 2013), omgerekend naar milieubelasting voor waterleven, bodemleven en grondwater.

3.5 Biodiversiteit

Er is veel literatuur over de negatieve effecten van intensivering van landbouw op biodiversiteit in het algemeen (Altieri, 1999) en op een aantal groepen organismen. We noemen hier slechts een aantal voorbeelden zoals negatieve effecten op wilde bijen (Le Feón *et al.*, 2010), natuurlijke vijanden van plagen (Thies *et al.*, 2011), op vogels (Wilson *et al.*, 1999; Donald *et al.*, 2001) en akkerflora (Albrecht, 2003). Het blijkt dat er veel literatuur is over de effecten van extensivering van landbouw op biodiversiteit, zoals bijen (Batáry *et al.*, 2010a) en vogels (Batáry *et al.*, 2010b) en ook over de effecten van een gevarieerd bouwplan (Winqvist *et al.*, 2012) op de verschillende organismen en de rol van groenblauwe dooradering (Geertsema *et al.*, 2004a, b). Er zijn echter nauwelijks gegevens te vinden over de effecten van afzonderlijke gewassen. Bianchi *et al.* (2013) geven in hun overzicht 'Opportunities and limitations for functional biodiversity in the European context' aan, dat de informatie over biodiversiteits-initiatieven en de bijbehorende praktische ervaring uiterst gefragmenteerde en nauwelijks toegankelijk is. Voor de beoordeling van de doeltreffendheid en toepasbaarheid in de specifieke context is de ontwikkeling en ontsluiting van die kennis van het grootste belang.

3.6 Inpasbaarheid

Uitgaande van gewasbeschrijvingen, teelthandleidingen, ervaringen van gewasexperts en eigen praktijkervaring is geschat hoe de teelt zal passen in een gangbaar bedrijf. Inschatting van de inpasbaarheid van een teelt zonder input van bemesting en gewasbescherming in een gangbaar bedrijf is moeilijk te maken omdat er voor de meeste gewassen geen ervaring is met het telen ervan zonder input. Soms kan ervaring uit de biologische landbouw enig houvast bieden, daar hebben we dan gebruik van gemaakt.

Bij het aspect inpasbaarheid hebben we ook meegenomen in hoeverre de gewassen geteeld kunnen worden met machines die al op het bedrijf of bij de lokale loonwerker aanwezig zijn.

3.7 Afzet

Ook voor dit onderdeel geldt dat informatie uit diverse bronnen bij elkaar is gebracht om een inschatting te maken hoe oogstproducten/biomassa uit deze gewassen verwerkt en afgezet kunnen worden.

3.8 Geschiktheid van de gewassen

Vergelijkbaar met een recente studie in Duitsland naar de meerwaarde van EFA's voor biodiversiteit en landbouw (NABU, 2013; Schöne *et al.*, 2013), zijn voor de gewassen de gegevens uit literatuur en expert-judgement omgezet naar zes criteria die gezamenlijk de waarde van de gewassen voor biodiversiteit/natuurwaarde, emissiebeperking naar bodem en water, klimaat mitigatie, en landschap en cultuurhistorie van het gewas uitdrukken. Aan elk criterium is een waarde tussen 1 en 5 gegeven en dit leverde voor ieder gewas een score tussen 6 (6x1) en 30 (6x5), waarbij 1 een gering bijdrage/waarde betekent en 5 een hoge bijdrage/waarde. Er is eerst gescoord voor een teeltwijze zonder gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en zonder bemesting (scenario 1). Vervolgens is gescoord als

(enig) gebruik van gewasbeschermingsmiddelen zou worden toegestaan (scenario 2). Tot slot is nogmaals gescoord voor de situatie met zowel (enig) gebruik van gewasbeschermingsmiddelen als bemesting (scenario 3).

Het NABU-onderzoek (NABU, 2013; Schöne *et al.*, 2013) is opgezet vanuit een vergelijkbare vraagstelling, maar is ook gebaseerd op veldwaarnemingen in bijna 100 percelen en op interviews met bedrijfsleiders. Ondanks het gemis van veldwaarnemingen/interviews is ook voor onze studie het opstellen van een scoringstabel zinvol omdat men met deze schattingen een eerste indruk krijgt van de mogelijkheden van de gewassen als equivalente maatregel voor EFA's.

Voor de gewassen (Tabel 2) zijn scores bepaald voor de volgende criteria:

Diversiteit kruiden - aantal soorten (A)

Gewassen waarin lage aantallen kruidensoorten worden gevonden, krijgen een lage score en gewassen met een grote diversiteit aan plantensoorten (zoals natuurbraak) een hoge score.

Diversiteit bloembezoekende insecten - aantal soorten (B)

Voor de insecten is bij de beoordeling gekeken in welke mate een gewas geschikt is voor bloembezoekers (bijen/hommels, vlinders, maar ook natuurlijke vijanden van plaaginsecten). Een gewas dat over langere tijd bloeit, heeft vanzelfsprekend meer waarde dan een gewas dat een korte bloeiperiode kent. Het gaat hier in eerste instantie om het aantal soorten. Bij deze score is vooral gebruik gemaakt van twee expert-judgements plus een overzicht zoals die is opgesteld door Van der Steen (2014).

Vogels en kleine zoogdieren (C)

Bij de beoordeling van de gewassen voor vogels en kleine zoogdieren is er vanuit gegaan dat het van belang is dat er aan de ene kant een dichtere structuur is waar vogels en kleine zoogdieren zich schuil kunnen houden, voedsel vinden, zich kunnen reproduceren en aan de andere kant een meer open structuur waarin vogels en kleine zoogdieren zich makkelijk kunnen bewegen.

Emissiebeperking naar bodem/water (D)

Bij dit criterium wordt er vanuit gegaan dat percelen/gewassen die zwaarder bemest en bespoten worden, regelmatig bewerkt worden en/of voor langere tijd kaal liggen, laag scoren. Percelen met een meerjarige bedekking en weinig bewerking scoren hoger. Dit zijn bijvoorbeeld de meerjarige vlinderbloemigen en verschillende vormen van braak.

Mitigatie klimaat (E)

Het vaststellen van het klimaat effect is zeer moeilijk. Gewassen met een hoge C-binding, weinig kunstmest-N bemesting, weinig veldbewerkingen en/of gewassen waarvan de biomassa als bio-energie benut kan worden, hebben een hoge score gekregen. Tevens wordt daar waar mogelijk het energierendement en het broeikasgasrendement meegenomen. Het energierendement is de bruto energieopbrengst min energieverbruik gedeeld door bruto energieopbrengst (zie van der Voort *et al.*, 2008). Broeikasgasrendement is netto broeikasgasemissiereductie gedeeld door het bruto broeikasgasemissie reductie x 100 (Van der Voort *et al.*, 2008). Het zijn relatieve getallen op basis waarvan gewassen onderling vergeleken kunnen worden, maar het zegt weinig over de absolute bijdrage aan klimaatmitigatie.

Landschap en cultuurhistorie (F)

Dit is een ander criterium dan in het NABU-onderzoek (NABU, 2013) werd toegepast. In het NABU-onderzoek was de structuur van het plantbestand één van de criteria, wat in hun onderzoek relevant was omdat zij ook combinaties van

gewassen met wilde bloemenmengsels inzaaiden en daardoor veel meer variatie in gewasstructuur mochten verwachten. In plaats daarvan hebben we het criterium landschap en cultuurhistorie toegevoegd. Daarbij hebben we een waarde toegekend aan bijdrage van het gewas aan het landschap (landschapsbeleving) dan wel de cultuurhistorische waarde van het gewas.

Combi score: som van de scores A-F

Bij het vaststellen van de totale score voor ieder gewas is er geen weging geweest tussen de bijdragen van de hiervoor besproken criteria A t/m F. Dus de bijdrage van elke categorie (A-F) heeft even zwaar gewogen. Omdat we drie biodiversiteitindicatoren (A-C) tegenover één indicator voor emissiebeperking naar bodem en water (D), één indicator voor mitigatie klimaat (E) en één indicator voor landschappelijke/cultuurhistorische waarde (F) hebben, telt in het totaal de beoordeling van de ecologische effecten het zwaarst.

De gewassen met een totaal score gelijk aan wintertarwe onder scenario 1 (geen gewasbeschermingsmiddelen en bemesting) of lager dan wintertarwe leveren geen extra bijdrage aan vergroening en komen niet in aanmerking als equivalente maatregel voor EFA's.

Om de gewassen goed te kunnen onderscheiden en te vergelijken hebben we gekozen voor vier categorieën: geen, enige, goede en zeer goede bijdrage aan vergroening. In de totaal-beoordeling zijn die gewassen die bij alle drie scenario's (zonder gebruik van bemesting en gewasbescherming, met alleen gewasbescherming, en met zowel gewasbescherming als bemesting) hoog scores het meest belovend. Hierop wordt in hoofdstuk 5 en 6 nader ingegaan.

Net als in de aanpak van NABU (NABU, 2013) is er in de door ons gekozen aanpak sprake van een verregaande versimpeling: bijvoorbeeld bij indicator A en B zijn het aantal soorten genomen. Het aantal soorten zegt echter niet iets over het functioneren van het ecosysteem. De soorten zelf en de aantallen per soort zijn eveneens belangrijke parameters van een ecosysteem.

4. Korte beschrijving van gewassen

4.1 Wintertarwe

Wintertarwe (*Triticum aestivum*) is in dit overzicht opgenomen als standaard gewas waarmee de prestaties van de andere gewassen vergeleken worden. Wintertarwe wordt in Nederland vooral geteeld voor veevoer maar vormt ook grondstof voor menselijke voeding (brood en pasta's). In het kader van alternatieve energiebronnen wordt tarwe genoemd voor de productie van (bio)ethanol (Van der Voort *et al.*, 2008). In 2012 waren het totaal areaal en het biologisch areaal in Nederland respectievelijk 135.000 en 750 ha.

Wintertarwe groeit op diverse grondsoorten, waarbij de pH varieert van 5 tot 8. Gedurende het gehele seizoen moeten voor een goede groei van de tarwe steeds voldoende mineralen beschikbaar zijn. Binnen het bouwplan vervullen granen een essentiële rol. De toenemende mechanisatie en de noodzaak om ook onder slechte omstandigheden (oogst)werkzaamheden te moeten verrichten zijn ongunstig voor de bodemstructuur. Verreden hakvruchtenland kan zich tijdens het groeiseizoen van wintertarwe herstellen, zodat na de tarwe de bodemstructuur weer geschikt is voor een volgende rooivruucht. Wintertarwe kan door een groot aantal schimmelziekten worden aangetast en zijn bladluizen vormen een belangrijke plaag.

Aan wintertarwe wordt ongeveer 200 kg N/ha gegeven om de hoogste opbrengst te bereiken. Bij een bemesting in bouwplanverband zal aan tarwe alleen fosfaat worden toegediend, als het Pw-getal beneden de streefwaarde voor een optimale fosfaattoestand zakt. Uitspoeling van stikstof is relatief laag t.o.v. andere granen, koolgewassen en lijnzaad. Het aantal dagen zonder bedekking is relatief kort (50 dagen).

Wintertarwe heeft een zeer laag energie- en broeikasgasrendement (respectievelijk 35-38% en 6-12%, Van der Voort *et al.*, 2008).

Vanaf de inzaai wordt door muizen en vogels als fazanten en duiven naar het gezaaide zaad gespeurd. In gebieden met een hoger percentage biologische geteelde tarwe lag de diversiteit aan wilde planten, loopkevers en potentiële biologische bestrijding hoger in vergelijking met gangbaar geteelde tarwe. De diversiteit aan vogels verschilde niet (Geiger *et al.*, 2010). Voor loopkevers en biologisch bestrijding werd een negatieve relatie met insecticiden gevonden. Voor planten, herbiciden en insecticiden, vogels en vonden ze een negatieve relatie met gebruik van fungiciden.

4.2 Boekweit

Boekweit (*Fagopyrum esculentum*) is een plant uit de duizendknoopfamilie. Boekweit is een oud cultuurgewas en werd gedurende enkele eeuwen in Europa op vrij grote schaal verbouwd (InnovatiefPlatteland, 2012). In het midden van de negentiende eeuw besloeg boekweit in heel Nederland nog acht procent van het landbouwareaal (65.000 ha), na de Tweede Wereldoorlog is het praktisch verdwenen. De Oost Europese landen (voornamelijk Rusland en Oekraïne) (Michalová, 1999) en in mindere mate Frankrijk zijn nog belangrijke Europese productielanden van boekweit als voedselgewas. Opbrengsten aan zaad liggen tussen de 1.500 en 2.000 kg/ha. Boekweit is geen graan, maar een 'pseudograan': de zaden, het meel en alle andere afgeleide producten van boekweit bevatten geen gluten.

Boekweit verlangt een diep losgemaakte bouwvoor, de penwortel krijgt dan gemakkelijker gelegenheid om te groeien. Boekweit stelt geen bijzondere eisen aan vruchtwisseling. Voor de teelt van boekweit op veengrond vond weinig grondbewerking plaats. De bovenste laag van de grond, die in het voorjaar droog was, werd verbrand waardoor voedingsstoffen vrijkwamen, het zgn. 'boekweitbranden'. Boekweit is uitsluitend een zomergewas. Het is zeer gevoelig voor nachtvorst en heeft een korte groeiperiode van drie maanden. De oogst mislukte dan nog al eens. Niet voor niets stond boekweit ook bekend als 'jammerkoren'. Bij boekweit zijn weinig ziekten of plagen

bekend, wel treedt bij afrijping soms vogelvraatschade op. Dicht gezaaide boekweit onderdrukt onkruid goed. Gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is dan ook niet nodig.

Boekweit is een gewas van de arme gronden, de zandgronden en de dalgronden van hoogveen. Op vruchtbare grond is de groei te weelderig, het gewas wordt wel een meter hoog. Er komt dan te veel blad aan de plant en de zaadvorming vermindert, bovendien gaat boekweit dan eerder plat liggen. Bemesting bevordert verder ongewenste onkruidgroei. Om die redenen wordt boekweit niet bemest. Boekweit groeit het best op reststikstof die achterblijft van een vorig gewas (Björkman, 2010). Natte en zware gronden zijn ongeschikt voor boekweit; het is daar alleen als groenbemesting te gebruiken.

Over de relatie van boekweitteelt en klimaatmitigatie is geen informatie gevonden. Boekweit zal ongeveer een vergelijkbaar energierendement en broeikasgasrendement hebben als wintertarwe.

Boekweit bevat veel nectar en is een echte bijenplant en wordt daarom in vrijwel elk flora- en faunamengsel opgenomen. Ook hommels bezoeken boekweit goed. Boekweit is daarom opgenomen in de lijst van aantrekkelijke gewassen voor honingbijen voor het verzamelen van nectar en/of pollen (NWWA, 2012).

4.3 Oliehoudende zaden

4.3.1 Soja

De teelt van soja (*Glycine max*) levert een eiwitrijk krachtvoer met een hoger ruw-eiwit gehalte dan erwten en bonen. Al een aantal jaren wordt geprobeerd om soja in Nederland te telen, maar er zijn nog veel problemen met de teelt (lage opbrengsten, late afrijping, onkruidgevoelig en moeilijk te combineren met granen, bron Bayern, 2011). In de veredeling wordt gewerkt om in 2019 koude-tolerante en vroegbloeiende rassen op de markt te kunnen brengen en in 2025 rassen die zelfs 6 ton en meer zaad per ha opleveren. Het areaal soja in Nederland blijft vrij klein en steeg in 2013 tot 33 ha (CBS, 2013).

Eurostat (2013) geeft aan dat totaal soja areaal in Frankrijk de laatste jaren bijna vertienvoudigd is van 5.000 tot 42.000 ha. In 2009 had Frankrijk 14% van het soja-areaal op gecertificeerde biologisch land (Rüdelsheim & Smets, 2012).

De teeltomstandigheden en het oogstmoment zijn vergelijkbaar met maïs. Ideaal is een luchtige en snel opwarmende grond met een goede structuur en vocht-leverend vermogen. Soja heeft minimaal 180 warme en zonnige groeidagen nodig. Soja is gevoelig voor laat kiemende warmte-minnende onkruiden, slechte bodemstructuur en *Sclerotinia* in de bodem. Door een goed ontwikkelde beworteling laat soja een goede bodemstructuur achter. De rijafstand ligt tussen de 17 en 50 cm (Anbauanleitung für Sojabohnen, 2012).

Door soja-specifieke Rhizobium-bacteriën (moeten geënt worden) wordt 70% van de N uit lucht gehaald. Onkruidbestrijding lijkt op die van erwten en boon (vals zaaibed en schoffelen). De opbrengst in de vorm van droge peulvruchten is gemiddeld 2.700 kg/ha en 6.000-9.000 kg/ha als gehele plantsilage (GPS) (informatie afkomstig van Agrifirm).

Soja kan in principe goed biologisch worden geteeld (Ercin *et al.*, 2012). Dit zal bij voorkeur op onkruidvrije percelen moeten plaatsvinden omdat het gewas laat sluit en daarmee lang vrij moet worden gehouden van onkruiden. Dit vergt naast schoffelen en eggen ook (veel) uren handwerk. In de biologische sojateelt is onkruidbeheersing het grootste obstakel. Opbrengsten uit testen lagen iets lager in biologisch (2.4 ton, Agrifirm) dan voor gangbaar. Goede vruchtwisseling is essentieel bij de onderdrukking van onkruiden en plagen met behoud van de vruchtbaarheid van de bodem.

Nummer één ziekte is *Sclerotinia* (zie voor overzicht Rüdelsheim & Smets, 2012). *Sclerotinia* heeft een wijde waardplantenreeks zoals andere vlinderbloemigen, zonnebloem en koolzaad. Agrifirm heeft voorlopig geen problemen met soya bean bladluis geconstateerd.

Het is echter niet te verwachten dat we in Europa gevrijwaard zullen blijven van de soya bean bladluis (bladluisexpert, NWWA). In een productieomgeving met relatief veel maïsproductie zoals in de VS blijken natuurlijke vijanden deze bladluis relatief slechter te kunnen onderdrukken dan in een productiegebied met weinig maïs (Landis *et al.*, 2008). Welke eisen dit zal stellen aan de inzet van gewasbeschermingsmiddelen is nog onbekend.

Soja heeft een energie- en broeikasgasrendement van 43 en 53% (Van der Voort *et al.*, 2008).

Soja heeft geen cultuurhistorische waarde voor Nederland. De landschappelijke waarde zal vergelijkbaar zijn met bijvoorbeeld voedererwten of veldbonen.

In de literatuur konden we voor biodiversiteitsaspecten van soja geen resultaten vinden. Soja is minder aantrekkelijk voor natuurlijke vijanden van plaagorganismen en bestuivers (Pfannenstiel *et al.*, 2009). Wij hebben geen aanwijzingen gevonden dat soja in Noordwest Europa specifiek bijdraagt aan biodiversiteit. Wel is soja zeer geliefd bij wild (hazen, konijnen en reeën), duiven en kraaiachtigen, wat kan leiden tot behoorlijk wildschade bij inzaai en gedurende het groeiseizoen. De intensieve mechanische bewerking die in het voorjaar nodig is kan een probleem zijn voor akkervogels (Nabu, 2013).

4.3.2 Koolzaad

In West Europa wordt voornamelijk winterkoolzaad (*Brassica napus*) gezaaid. In het seizoen 2012-2013 stond er 3.500 ha koolzaad in Nederland (CBS, 2013) en lag de opbrengst tussen de 3,4 en 4,3 ton per ha.

Koolzaad geeft de hoogste opbrengsten op rijke gronden met een goede structuur, zoals jonge zeekleigronden en gescheurd grasland (Lamont *et al.*, 2005). Voor koolzaadteelt is het belangrijk dat de bodem weinig onkruidzaden en wortelzaden bevat, een goede waterhuishouding heeft en voldoende vruchtbaar is. Koolzaad is qua stikstof input vergelijkbaar met wintertarwe. Bij een opbrengst van 3.000 kg zaad per ha is de nutriëntenopname ongeveer 250-300 kg N, 80 kg P₂O₅ en 135 kg K₂O per ha. Uitspoeling van stikstof ligt hoger dan bij wintertarwe (EEA Technical report, 2007). Koolzaad is een goede voorvrucht voor grasland, winter en zomergranen (Moens & Wolfert, 2003). Na koolzaad kan nog een groenvoeder- of groenbemestingsgewas worden verbouwd. Door de hoge plaag- en ziektedruk (Sclerotinia, Verticillium) zien we een aanzienlijke inzet van gewasbeschermingsmiddelen.

De relatief hoge N-gift en het gewasbeschermingsmiddelengebruik kunnen een negatieve impact hebben op habitat-kwaliteit/biodiversiteit. Het lange groeiseizoen (300 dagen bedekking) is gunstig tegen erosie. De relatieve intensieve beworteling gaat bodemverdichting tegen.

Voor koolzaad is het energie- en broeikasgasrendement ongeveer 47 en 25%. De resultaten hangen vooral af van de raseigenschappen (Van der Voort & Meuffels, 2012).

In berekeningen rond perspectieven van biologisch koolzaad (Borm *et al.*, 2005) wordt aangegeven dat de inpassing van koolzaad in het bouwplan ook afhangt van de bodem-gebonden ziekten en plagen waarbij vooral aaltjes aandacht verdienen. In verband met een hoge ziektedruk wordt een 1 op 4 vruchtwisseling geadviseerd. De geschatte opbrengst van biologisch geteeld koolzaad is 49% van gangbare teelt (Offermann, 2003) bij een N-input van 44 kg N/ha.

Aangetoond is dat ingezaaide randen met koolzaad-bloemigen in het voorjaar grote aantallen koolluis kunnen herbergen en in april en mei een brug kunnen vormen naar nieuwe koolgewassen (den Belder *et al.*, 2008). Hoe zich dit verhoudt tot de infectiedruk afkomstig uit wegbermen is niet bekend.

Koolzaad is een grote leverancier van pollen en nectar voor bijen, hommels en vlinders en wordt als zeer aantrekkelijk beoordeeld voor honingbijen (NWWA, 2012).

De appreciatie voor koolzaad in het landschap loopt zeer uiteen (EEA, 2007).

4.3.3 Zonnebloem

Zonnebloemen (*Helianthus annuus*) worden geteeld voor zaad, als plantsilage en voor een klein deel als snijbloemen, veelal biologisch. Als zaad en GPS (gehele plantsilage) leveren zonnebloemen olie- en vetbestanddelen (CBI, 2011). De vetbestanddelen leveren een hogere biogasopbrengst, waardoor zonnebloemen interessant kunnen zijn voor vergisting (AgriHolland, 2012b).

Zonnebloem zit op de rand van zijn productiegebied in Nederland. De productie kan worden beperkt door droogte (Zuidoost Nederland), onvoldoende warmte (Noordelijke zeeklei) en *Sclerotinia* (Noordelijke zeeklei en Veenkoloniën). Het gewas staat relatief kort op het veld, het aantal dagen zonder bedekking is 250. *Sclerotinia* is een van de hoofdproblemen (Grady, 2011). Daarnaast vormt valse meeldauw een steeds groter probleem in de zonnebloemeteelt. Het wordt veroorzaakt door de oömyceet *Plasmopara halstedii*, die tot tien jaar in de grond kan overleven in de vorm van rustsporen. In de bodem kunnen de sporen van valse meeldauw onder natte omstandigheden via jonge wortels de kiemplant infecteren (Duyvesteijn *et al.*, 2009). Inzet van gewasbeschermingsmiddelen kan een impact hebben op habitatkwaliteit/ biodiversiteit.

De oogst van zonnebloemen als GPS is vergelijkbaar aan snijmais, wat betreft mechanisatie. De inkuilbaarheid van zonnebloemen is mogelijk minder goed dan van energiemais (Van der Voort *et al.*, 2008).

De optimale N-gift voor zaadteelt is 40-180 kg N per ha. Dit is sterk afhankelijk van grondsoort en klimaat. De optimale gift kan eventueel gekoppeld worden aan economische opbrengst. Bemesting is gebaseerd op voldoende P en K-getallen via bouwplanbemesting en anderzijds voorziening via dierlijke mest. Uitspoeling van nutriënten wordt laag geschat door een relatief lage gift en goede vastlegging (EEA, 2007). Zonnebloem heeft een energierendement en broeikaskasemissiereductie van 78 en 62% (Van der Voort *et al.*, 2008).

Gegevens over biologische productie in Nederland zijn zeer beperkt, maar schattingen van de opbrengst van biologisch geteelde zonnebloemen (Offermann, 2003) geven een indicatie dat dit ongeveer 50% van de gangbare teelt is.

Zonnebloemen kunnen voor een brede groep van insecten interessant zijn omdat zij nectarklieren buiten de bloem vormen die over een langere periode voedsel leveren. Zonnebloemen worden daarom aangemerkt als zeer aantrekkelijk voor honingbijen (NWWA, 2012). Ruimte voor onkruiden in het gewas en het laten staan als winterstoppel levert kansen voor biodiversiteit (EEA, 2007). Variatie in gewassen is belangrijk voor bestuivers: in gebieden in het buitenland waar alleen zonnebloemen worden verbouwd worden bloemenrijke perceelsranden aangelegd (Torretta & Poggio, 2013). Een recente Italiaanse studie (Morelli, 2012) laat zien dat een akkervogelsoort als de Ortolaan een habitatvoorkeur heeft voor gewassen als luzerne, haver én zonnebloemen, vooral in combinatie met de aanwezigheid van plekken met kale grond. Als mogelijke agro-ecosysteemmaatregel wordt dan ook voorgesteld om randen met zonnebloemen rond gewassen aan te leggen. Een Amerikaanse studie (Jones & Sieving, 2006) laat zien dat door randen met zonnebloemen aan te leggen rond biologische groentegewassen, er meer insectenetende vogels worden gelokt die vervolgens meer foerageren in het groentegewas en zo bijdragen aan het bestrijden van schadelijke insecten in dat betreffende gewas.

Kraaien worden in grote aantallen in zonnebloem aangetroffen (Linz *et al.*, 2012). In wildmengsels wordt zonnebloem vaak opgenomen omdat ze landschappelijk aantrekkelijk zijn. Zonnebloemen worden door hun uitbundige bloei gewaardeerd in het landschap in Nederland.

4.3.4 Olievlas

Vlas (*Linum sp.*) wordt geteeld voor meerdere producten en er zijn twee teelttypen te onderscheiden, de teelt van olievlas (ook wel lijnzaad genoemd) en vezelvlas. Ook bij de olievlasteelt is de vezelopbrengst een belangrijk onderdeel, maar het accent ligt op productie van zaad voor lijnolie en voor zaaizaadvermeerdering. Het telen voor alleen de olie is vaak onvoldoende rendabel. Olievlas levert lijnzaad waaruit lijnolie wordt geperst, die gebruikt wordt als grondstof voor verven en linoleum. De olieopbrengst ligt gemiddeld op een kleine 1.000 liter per hectare afhankelijk van het percentage olie in zaad en persing. Het areaal vlas (olievlas en vezelvlas) is ongeveer 2.000 ha (CBS, 2012).

Met betrekking tot de teelt van olievlas zijn de gegevens overgenomen uit Van der Voort *et al.* (2008) en Borm *et al.* (2005). De teelt van olievlas lijkt in grote lijnen op die van vezelvlas met als belangrijkste verschil dat olievlas een extensiever gewas is dat nauwelijks bemesting nodig heeft en waarbij weinig tot geen gewasbescherming nodig is. In sommige gevallen zal een insecticide tegen aardvlooiën (*Psylliodes*) nodig zijn en in het geval van hoge onkruiddruk kan een herbicide nodig zijn. Om bodemgezondheidsproblemen te voorkomen wordt een teeltrotatie van eenmaal in de zes jaar vlas op hetzelfde perceel aangeraden.

Olievlas heeft een energierendement en broeikasrendement van respectievelijk 47 en 37% (Van der Voort *et al.*, 2008). Uit mitigatie oogpunt scoort vlas positief omdat de CO₂ langdurig wordt vastgelegd in vezels.

Uit onderzoek in Noord-Frankrijk blijkt dat veldleeuweriken meer territoria in vlas hadden dan in koolzaad, geploegd land (een soort zwarte braak) en verbeterd grasland maar dat dit aantal niet verschilde van granen, suikerbiet, aardappel en mais. Geelgors meed vlas (evenals wintertarwe) en het aantal territoria was hoger in gras, geploegd land en gerst (Tolhurst *et al.*, 2013). Montford & Small (1999) beoordelen de biodiversiteit van vlas in vergelijking tot andere gewassen redelijk positief en op hetzelfde niveau als tarwe.

De bloei van olievlas is zeer rijk, 15-20 bloemen per plant (1200 planten per m²) met een bloeiduur van 6-8 weken en trekt veel bijen en hommels aan. Olievlas staat op de lijst van aantrekkelijke planten voor honingbijen (NWWA, 2012). Vlas heeft zowel een cultuurhistorische als een landschappelijke waarde.

4.4 Eiwitgewassen voor veevoeder

4.4.1 Voedererwten

De teelt van erwten bestemd voor veevoeder (*Pisum sativum*) daalde vanaf 2010 en het areaal beslaat in Nederland nog maar 150-200 ha. Erwten is een goed eiwitrijk voer, ze kunnen zowel als ruwvoer in de vorm van GPS (gehele plantsilage) of als krachtvoer worden geoogst. De opbrengst als GPS wordt geschat op 7,5 ton droge stof/ha. Als groene erwten geoogst, is de opbrengst ca. 5 ton/ha plus nog ca. 2,2 ton erwtenstro.

Erwten is een lastig gewas om te telen. Vooral rond zaaien en oogst kunnen veel problemen optreden. Daarom wordt het veelal geteeld in combinatie met gerst en vroeg in het seizoen als GPS geoogst. De teelt van erwten vereist een goede structuur en ontwatering van de bodem. Erwten kunnen op vrijwel alle grondsoorten worden geteeld. De pH dient op zandgronden minimaal 5 en op klei minimaal 6 te zijn.

Vanwege grote gevoeligheid voor aantasting door bodem-gebonden ziekten en plagen wordt aangeraden om erwten niet vaker dan eenmaal in de zes jaar te telen (De Boer *et al.*, 2003). Een groot probleem bij erwtensteelt is vraat door vogels, hazen en reeën, daarnaast zijn erwten gevoelig voor (late) schimmelaantasting en luizen. Ook veronkruiding vormt een groot probleem. De biologische teelt van alleen erwten wordt dan ook afgeraden (Prins, 2007). In een mengteelt met granen zijn er minder problemen te verwachten.

Erwten zijn vanwege hun stikstofbindend vermogen zelfvoorzienend voor N, maar vragen net als andere vlinderbloemigen wel om een goede fosfaatvoorziening voor de beginontwikkeling in het voorjaar.

Uit oogpunt van klimaatmitigatie zijn voedererwten, evenals de andere eiwitgewassen, positief te waarderen. Voor de teelt is weinig of geen stikstofbemesting nodig, want de stikstof bindt het gewas zelf. Daardoor is er geen veel

energie-vergende kunstmest-N productie nodig voor deze groep gewassen. Een ander positief aspect is dat vlinderbloemigen een belangrijke vervanger vormen van de soja-import uit landen als Brazilië en daarmee ook besparen op brandstofverbruik voor dit transport. Het helpt ook om het eigen bedrijf meer zelfvoorzienend voor de veevoorziening te maken.

De landschappelijke waarde van erwten is vergelijkbaar met veel andere gewassen.

Naast de al genoemde aantrekkelijkheid voor vogels (kraaiachtigen en duiven) zijn de bloemen van erwten aantrekkelijk voor honingbijen. Erwten zijn opgenomen in de lijst van aantrekkelijke gewassen voor honingbijen voor het verzamelen van nectar en/of pollen (NVWA, 2012).

4.4.2 Veldbonen

De teelt van veldbonen (*Vicia sp.*) bestemd voor veevoeder is vanaf 2000 meer dan gehalveerd en beslaat in Nederland 230 ha (CBS, 2013).

Een goede perceel-keuze is belangrijk voor een optimale opbrengst van veldbonen. Veldbonen zijn behoorlijk gevoelig voor droogte. Alleen redelijk tot goed vochthoudende gronden zijn daarom geschikt voor deze teelt. Belangrijk is hierbij wel dat tussen die verschillende grondsoorten veel spreiding kan optreden in de opbrengsten van veldbonen. De pH-waarde op zand- en dalgronden mag niet lager zijn dan 5 en bij kleigronden niet lager dan 6 (Van Leijsen, 2011a). Vruchtwisseling is belangrijk bij de teelt van veldbonen. Wanneer naast de veldbonen geen andere vlinderbloemigen in het bouwplan zijn opgenomen (dus ook geen gras/klaver) kan volstaan worden met een teelt van 1 op 4. Wanneer naast veldbonen meerdere vlinderbloemigen in het bouwplan geteeld worden, kan het beste een teelt van 1 op 6 aangehouden worden.

Van Leijsen (2011a) rapporteert een opbrengst van rond de 4,5 ton product (bonen) per ha. In mengteelt met tarwe worden opbrengsten bereikt van 5-7 ton/ha op klei en 4-6 ton/ha op zand (Prins, 2007). Het grote probleem van veldbonen is het risico op veronkruiding aan het einde van het groeiseizoen. Pure veldbonen kunnen daarom alleen geteeld worden op percelen met een lage onkruiddruk en intensieve onkruidbeheersing. In mengteelt met tarwe, haver of zomertriticale wordt het echter een gemakkelijk te telen, goed onkruid onderdrukkend gewas. Net als bij erwten geldt ook bij veldbonen dat vogels, konijnen en reeën behoorlijk schade aan kunnen richten. Verder zijn veldbonen gevoelig voor luizen en late schimmelaantasting (Prins, 2007). Biologisch telen van veldbonen is dan ook geen eenvoudige opgave.

Veldbonen zijn als vlinderbloemigen in staat stikstof uit de lucht te binden in symbiose met Rhizobium bacteriën. Ze kunnen daardoor goed geteeld worden op stikstofarme gronden. Ze leveren zelfs stikstof voor het volggewas. Mede hierdoor is de teelt van veldbonen net als voedererwten positief te beoordelen vanuit oogpunt van klimaatmitigatie.

Veldbonen zijn geliefd bij vogels als duiven en kraaiachtigen en konijnen, hazen en reeën en worden in de bloeitijd goed bezocht door honingbijen. Veldbonen zijn opgenomen in de lijst van aantrekkelijke gewassen voor honingbijen voor het verzamelen van nectar en/of pollen (NVWA, 2012).

De landschappelijke waarde van veldbonen is vergelijkbaar met die van veel andere cultuurgewassen.

4.4.3 Lupine

De teelt van lupine (*Lupinus sp.*) bestemd voor veevoeder beslaat in Nederland ongeveer 70 hectare (CBS, 2013).

Lupine is een zeer goede voorvrucht voor veel gewassen omdat lupine zeer diep wortelt. Het laat een goed doorwortelde bodem achter. Vanwege deze diepe beworteling kunnen lupinen nutriënten uit de ondergrond halen die voor andere gewassen onbereikbaar zijn. De benutting van allerlei soorten nutriënten in de grond wordt hierdoor verbeterd. Om ziekten te voorkomen wordt een vruchtwisseling van minimaal één op vier geadviseerd bij lupine. Van Leijsen (2011b) vermeldt een gemiddelde bruto opbrengst van 3,5 ton droge stof/ ha.

Lupine zit qua oogstzekerheid tussen erwten en veldbonen in. Grootste bedreigingen vormen een late schimmelaantasting met *Botrytis*, openspringende peulen en veronkruiding. Voor de korte lupines is veronkruiding een groot probleem terwijl de lange lupines legeringsgevoelig kunnen zijn. Een mengteelt met graan kan in beide gevallen een uitkomst bieden. Verder is lupine gevoelig voor (vroeg) schimmel aantasting en luizen. Hazen en reeën kunnen vraatschade veroorzaken. Biologische teelt van korte lupine rassen wordt ontraden (Prins, 2007)

Ook lupine is een vlinderbloemig gewas dat zelf stikstof bindt, daardoor is het niet nodig om veel beschikbare stikstof in de grond te hebben. Vanwege de stikstofbinding is lupine een gewas dat veel stikstof nalevert aan volggewassen. Een schatting is dat een nalevering van 130-150 kg N per ha mogelijk is, die opneembaar is voor het vervolggewas (Van Leijsen, 2011b). Mede hierdoor is de teelt van lupinen net als andere eiwitgewassen positief te beoordelen vanuit oogpunt van klimaatmitigatie.

Naast de hierboven genoemde aantrekkelijkheid voor reeën en hazen is lupine voor bijen aantrekkelijk om stuifmeel te verzamelen. Lupine is opgenomen in de lijst van aantrekkelijke gewassen voor honingbijen voor het verzamelen van nectar en/of pollen (NVWA, 2012). De landschappelijke waarde van lupine ligt hoger dan bij veel andere gewassen door de uitbundige bloei.

4.4.4 Rode klaver

De teelt van rode klaver (*Trifolium pratense*) bestemd voor veevoeder beslaat in Nederland ongeveer 100 hectare (CEBECO, 2002). Het CBS geeft in zijn algemene landbouw-info geen actuele cijfers (CBS, 2013).

Rode klaver is een inheems gewas met grote bladeren en diepgaande wortels dat als hoofdgewas, als stoppelgewas en onder dekvrucht gezaaid kan worden. De teelt als hoofdgewas is echter minder gebruikelijk geworden omdat de akkerbouw- en tuinbouwbedrijven geen vee meer houden. Rode klaver kan worden aangetast door klaverkanker. Door een ruime vruchtwisseling is dit te voorkomen, een minimale rotatie van 6 jaar is hiervoor noodzakelijk.

Klaver kan optreden als waardplant voor de verwelkingsziekte *Verticillium dahliae*. Als groenbemester die in de herfst is ingezaaid levert rode klaver bij oogsten in het voorjaar bijna 20 ton aan verse massa, waarvan 2.600 kg droge stof (Timmer *et al.*, 2004). Bij een meerjarige teelt wordt rode klaver meestal in een mengsel met gras geteeld. In een praktijkproef op zandgrond lag de opbrengst tot en met de derde snede bij de mengsels met klaver gemiddeld 17% hoger dan bij de mengsels met alleen gras. De VEM-opbrengst was gemiddeld 11% hoger. Deze verschillen werden vooral veroorzaakt door de opbrengstverschillen in de derde snede. Daarbij deden vooral de mengsels van klaver met rietzwenkgras het zeer goed. Op kleigrond waren de verschillen nog groter dan op zand: de droge-stof-opbrengst tot en met de derde snede lag 28% hoger bij de mengsels met klaver dan bij de mengsels zonder klaver, en de VEM-opbrengst 19% hoger (Louis Bolk, 2013). Rode klaver is daarmee een van de productiefste vlinderbloemige gewassen als het gaat om voederwaarde.

Rode klaver stelt vrij hoge eisen aan de kali-, fosfaat- en kalktoestand, al kan rode klaver op zuurdere gronden geteeld worden dan luzerne. Vanwege het stikstofbindend vermogen is het niet nodig rode klaver van stikstof te voorzien. Mede hierdoor is de teelt van rode klaver positief te beoordelen vanuit klimaatmitigatie oogpunt. De teelt van grasklaver wordt in de melkveehouderij als een belangrijke maatregel gezien die zowel energie bespaart als broeikasgasemissies verlaagt (Louis Bolk, 2013).

Rode klaver is vooral een goede hommelpant maar wordt ook goed bezocht door honingbijen, vlinders en diverse soorten wilde solitaire bijen, zo heeft de gewone langhoornbij een voorkeur voor rode klaver (www.wildebijen.nl). Klavers zijn opgenomen in de lijst van aantrekkelijke gewassen voor honingbijen voor het verzamelen van nectar en/of pollen (NVWA, 2012). De landschappelijke waarde van rode klaver ligt hoger dan bij veel andere gewassen door de uitbundige bloei.

4.4.5 Wikke

Wikke (*Vicia sp.*) wordt geteeld als groenbemester, het CBS geeft in zijn algemene landbouw-info geen areaal (CBS, 2013). In 2002 was het ongeveer 500 ha (CEBECO, 2002). Al van oudsher is voederwikke een gewaardeerde groenbemester.

Mits op tijd gezaaid biedt dit gewas een grote zekerheid van slagen. Wikke wordt meestal ingezaaid in een vroege stoppel (half juli - begin augustus). Het is een gewas dat nogal wat eisen stelt aan de bodem. Het gedijt het beste op grondsoorten met een niet te lage pH (minimaal 5,0) en een goede vochtvoorziening (klei-, zavel- en lössgrond en goede vochthoudende zandgrond). Voor lichtere zandgronden is het dus niet geschikt. Wikke kan worden aangetast door valse meeldauw (*Peronospora vicia*). Als wikke in een erwtenstoppel wordt gezaaid kan het nodig zijn een bestrijding uit te voeren tegen de bladrandkever. Vanuit een zomerteelt wikke kunnen de bladrandkevers uitvliegen en hun eieren afzetten in erwten en tuinbonen. Onkruidbestrijding in wikke is vrijwel onmogelijk (Timmer *et al.*, 2004). Voederwikke als stoppelgewas levert aan bovengrondse delen tot de winter 20-30 ton verse massa. Het droge-stofgehalte is gemiddeld 11,5 %, en de drogestof opbrengst daarmee zo'n 2.500 kg. Daarbij wordt nog ca. 500 kg aan ondergrondse plantendelen geleverd.

Het gewas vraagt nagenoeg geen stikstof. Alleen gezaaid in een stoppel die veel stikstof vraagt om te verteren, is een startgift van 25-30 kg aan te bevelen. Vanwege de teeltwijze als groenbemester/stoppelgewas is er niet veel zinnigs te zeggen over het effect voor klimaatmitigatie.

Voederwikke is opgenomen in de lijst van aantrekkelijke gewassen voor honingbijen voor het verzamelen van nectar en/of pollen (NVWA, 2012). De landschappelijke waarde van wikke is vergelijkbaar met die van veel andere eiwitgewassen.

4.4.6 Rolklaver

Gewone rolklaver (*Lotus corniculatus*) is een van nature inheemse, meerjarige plant van matig voedselrijke, niet te natte standplaatsen. Als vlinderbloemige (stikstofbinder) met gezonde inhoudsstoffen (rijk aan mineralen en gecondenseerde tannines waardoor het ontstaan van trommelzucht wordt geremd en infecties van maagdarmpwormen worden onderdrukt) is er internationaal veel belangstelling voor deze soort als mogelijk ruwvoergewas voor vee. Het areaal aan rolklaver wordt niet door het CBS vermeld.

Uit onderzoek blijkt dat onder Noord-Europese omstandigheden opbrengsten gerealiseerd kunnen worden van 4,5 tot 8,5 ton drogestof per ha per jaar bij een in monocultuur gezaaide rolklaver zonder N bemesting. In een mengsel met gras werden opbrengsten gerealiseerd tot 11 ton (Halling *et al.*, 2002). Op basis van productie en vooral persistentie zal rolklaver geen grote betekenis gaan spelen in de veehouderij als alternatief voor vlinderbloemigen zoals luzerne, witte en rode klaver. Het gewas is weinig concurrentiekrachtig.

Rolklaver is een vrij traag groeiende plant en vormt een diepe penwortel zonder vertakkingen. Rolklaver tolereert een lage vruchtbaarheid en kan vrij goed groeien bij lage pH en is redelijk droogte tolerant. Maar om een goede opbrengst te behalen is een vruchtbare grond benodigd, vooral een goede P en K voorziening. Er zijn diverse cultivars geschikt voor de teelt in gematigde streken zoals Noord-Amerika en Noord-Europa maar ook cultivars voor drogere, mediterrane streken. Bij inzaai is het noodzakelijk om met *Rhizobium* bacteriën geïnoculeerd zaad te gebruiken, zeker daar waar deze soort niet eerder is geteeld.

Over de waarde uit oogpunt van klimaatmitigatie is geen informatie gevonden.

Rolklaver bloeit van mei tot aan september en wordt als een belangrijke drachtplant beschouwd voor veel bijen, vooral solitaire bijen. Rolklaver wordt daarom ook wel toegevoegd aan bloemen- en wildmengsels. De lange bloeitijd is voor het landschap een meerwaarde.

4.4.7 Esparcette

Esparcette (*Onobrychis viciifolia*) is een vlinderbloemige die verbouwd wordt voor ruwvoerwinning op een vergelijkbare wijze als luzerne (zie 4.4.8). Uiterlijk lijkt de plant meer op lupine. Het is voor Nederland een nieuw gewas en in zoverre een interessante voederplant omdat het, net als gewone rolklaver, een hoog gehalte aan gecondenseerde tannines (CT) bevat. Het CBS vermeldt geen areaalgrootte.

Esparcette groeit bij voorkeur op bodems die snel in het voorjaar opwarmen. Het is een warmte-minnende soort, die goed gedijt op droge, goed doorluchte lichte gronden. Natte en verdichte bodems en te zure bodems zijn ongunstig voor de teelt van esparcette.

De soort kan, vergelijkbaar met luzerne, 2 tot 3 jaren achtereenvolgend worden verbouwd, daarna dient een rustperiode van 5 tot 6 jaren in acht te worden genomen alvorens weer op hetzelfde perceel esparcette te verbouwen. Aanbevolen wordt met geïnoculeerd zaad te werken. Het eerste jaar kan volstaan worden met organische mest (vaste mest of runderdrijfmest).

Voor een goede opbrengst is jaarlijks een bemesting nodig van 40 tot 70 kg/ha aan P_2O_5 en 150 tot 240 kg/ha aan K_2O . Een aanvullende N-gift is niet nodig. De gecondenseerde tannines (CT) zorgen ervoor dat in de magen van herkauwers afbraakproducten tegelijkertijd vrijkomen, waardoor de microbiële eiwitsynthese efficiënter verloopt en minder N verloren gaat in urine en minder methaan gevormd wordt (klimaatvriendelijk). Verder worden door CT infecties van maag-darmparasieten onderdrukt, medicijngebruik (antibiotica) kan daarmee worden teruggedrongen.

Opbrengsten van 6 tot 10 ton droge stof per ha zijn mogelijk op basis van vier snedes per jaar (Agridea, 2012). Gewasbeschermingsmiddelen worden niet toegepast in deze teelt. Het gewas kan in kiembladstadium gevoelig zijn voor vraat van bladrandkevers.

Het gewas biedt volop honing en pollen voor bijen en hommels. Esparcette is opgenomen in de lijst van aantrekkelijke gewassen voor honingbijen voor het verzamelen van nectar en/of pollen (VWA, 2012). Verder worden planten graag gegeten door reeën. Zaden zijn geliefd voedsel voor vele vogelsoorten en knaagdieren (USDA, ongedateerd).

De landschappelijke waarde van esparcette ligt hoger dan bij veel andere gewassen door de uitbundige bloei die vergelijkbaar is met luzerne.

4.4.8 Luzerne

Luzerne (*Medicago sativa*) is een vlinderbloemige die verbouwd wordt voor ruwvoerwinning. Het areaal in Nederland schommelt de afgelopen jaren rond de 5.500 ha (CBS, 2013).

Luzerne groeit optimaal op kalkrijke klei- en zavelgronden met een diep bewortelingsprofiel en een goede ontwatering. Natte omstandigheden bevorderen de aantasting door schimmels en remmen de stikstofbinding. Luzerne is een meerjarig vlinderbloemig gewas. Afhankelijk van de teruggang in plantdichtheid en mate van veronkruiding kan luzerne drie tot vier jaar geteeld worden. Geadviseerd wordt om daarna een vruchtwisselingsperiode van minimaal vier jaar aan te houden. Luzerne wordt vooral gebruikt als ruwvoer. Het heeft een hoger eiwitgehalte dan kuilgras. De voederwaarde per kg droge stof is echter lager dan die van kuilgras. De hogere opname van luzernekuil is vooral een gevolg van een snellere vertering. Ook valt op dat de mineralengehalten in luzerne hoger zijn dan die in gras (Van der Schans, 1998).

In een volledig productiejaar kan luzerne gemiddeld tussen de 10 en 15 ton oogstbare droge stof per ha produceren. De variatie is onder andere afhankelijk van het weer en de grondsoort. In het jaar van inzaai kan (bij inzaai half april) in twee à drie sneden nog een droge-stofopbrengst van 7 tot 9 ton per ha worden gerealiseerd. Dit is lager dan na grasinzaai in het eerste jaar wordt geoogst.

Uit oogpunt van klimaatmitigatie is luzerne, evenals de andere eiwitgewassen, positief te waarderen. Voor de teelt is vanwege het stikstofbindend vermogen van de plant weinig of geen stikstofbemesting nodig, wat een aanzienlijke energiebesparing geeft t.o.v. gewassen die wel veel kunstmest-N behoeven. Als luzerne gedroogd wordt, kan het gebruikt worden als eiwitrijke krachtvoerbron en het is daardoor een belangrijke vervanger voor geïmporteerde soja.

De biodiversiteitswaarde van luzerne (en rode klaver) is aanzienlijk groter dan van eenjarige vlinderbloemigen. Het gewas bloeit over een veel langere periode (na tussentijds maaien kan ook de hergroei nog tot bloei komen) hetgeen aantrekkelijk is voor veel insecten.

Om de meerwaarde voor biodiversiteit goed tot z'n recht te laten komen, moet het beheer van luzerne worden aangepast aan de eisen van de fauna, zoals het niet oogsten van de luzerne tijdens het broedseizoen van bijvoorbeeld veldleeuweriken, gefaseerd maaien voor insecten. Luzerne biedt dekking voor kleine zoogdieren en dus indirect ook voedsel voor roofvogels in de winter. De veldleeuwerik is een soort die luzerne waardeert en vaak in luzerne percelen broedt (Bos *et al.*, 2010). Het optimale beheer kan regionaal verschillen. In Flevoland en Oost Groningen boekt de Werkgroep Grauwe Kiekendief veelbelovende resultaten met luzerne bij akkerrandenbeheer voor de grauwe kiekendief, veldleeuwerik en andere akkervogels (Kuiper *et al.*, 2013, Trierweiler *et al.*, in prep.). Luzerne is een zeer goede drachtplant voor honingbijen (www.wildebijen.nl). Luzerne is opgenomen in de lijst van aantrekkelijke gewassen voor honingbijen voor het verzamelen van nectar en/of pollen (NVWA, 2012).

De landschappelijke waarde van luzerne ligt hoger dan bij veel andere gewassen door de uitbundige bloei en het wintergroene karakter tussen akkers die voor het merendeel er in winter kaal bij liggen.

4.5 Peulvruchten voor humane consumptie

4.5.1 Kikkererwten en linzen

De kikkererwt (*Cicer arietinum*) is een eetbare peulvrucht die wordt geteeld om de zaden en jonge scheuten. De teelt van kikkererwten en linzen is in Nederland een nichemarkt, vooral als vervanger voor dierlijk eiwit (vleesvervangers). Het CBS vermeldt geen areaal.

Van oorsprong worden kikkererwten geteeld in tropische en subtropische regio's, maar ze kunnen ook geteeld worden in gematigde streken, al zijn opbrengsten dan aanzienlijk lager. Kikkererwten voor droge oogst worden geteeld in Turkije, Rusland en Canada. De opbrengst van kikkererwten is beduidend lager dan van erwten of bruine bonen. In Turkije is de opbrengst 1.089 kg per hectare. De opbrengst in Rusland is hoger met zo'n 1.610 kg per hectare. De opbrengst in Canada is 1.491 kg per hectare. In Noord Amerika wordt zo'n 30 kg P₂O₅ en 45 kg K₂O per ha aan kunstmest gegeven (Broekema, 2011).

Linzen zijn de oudst bekende groenten, in het stenen tijdperk werden linzen samen met gerst gegeten. Oorspronkelijk komen linzen uit India, maar ze verspreiden zich via Mesopotamië naar de Middellandse zee. Met name Canada heeft zich in de laatste 10 jaar ontwikkeld tot de grootste linzen producent en exporteur. Linzen die in Nederland worden geconsumeerd worden geteeld in China, Canada of Turkije. Net als bij de droge teelt van kikkererwten is de opbrengst in deze landen in relatie tot andere peulvruchten laag: resp. 1.947, 1.412 en 1.248 kg per hectare.

Uit oogpunt van klimaatmitigatie zijn over kikkererwten en linzen twee aspecten te noemen. Het merendeel van de geconsumeerde kikkererwten en linzen moet over een grote afstand worden aangevoerd, hetgeen energetisch ongunstig is. Echter vaak worden deze peulvruchten geconsumeerd in plaats van vlees waardoor ze toch duidelijk minder milieubelastend zijn in ons menu.

Linzen is een open gewas dus onkruiden kunnen er zich makkelijk in vestigen. Dit kan tot problemen leiden (Nabu, 2013). Vanwege hun bloei zijn linzen en kikkererwten opgenomen in de lijst van aantrekkelijke gewassen voor honingbijen voor het verzamelen van nectar en/of pollen (NVWA, 2012).

4.5.2 Peulen en doperwten

Het areaal peulen en doperwten (*Pisum sativum*) voor de verse markt valt in het niet in vergelijking met droge erwten en doperwten voor de verwerkende industrie met een totaal areaal voor doperwten van 3.167 ha en een productie van 15.000 ton product (CBS, 2012). De laatste jaren is het areaal met ongeveer 40% afgenomen.

Peulen en doperwten voor de verse markt kunnen op vrijwel alle grondsoorten geteeld worden, mits structuur, vochtvoorziening en ontwatering in orde zijn.

Peulen en doperwten worden in het algemeen als een goede voorvrucht beschouwd voor diverse gewassen. Belangrijkste reden hiervoor is dat een erwtengegewas weinig stikstof en andere voedingsstoffen aan de bodem onttrekt en een vrij rijke grond achterlaat. Het gewas heeft een positieve invloed op de bodemstructuur. In peulen en doperwten voor de verse markt kan een aantal schimmel- en virusziekten, insecten en aaltjes voorkomen (Neuvel *et al.*, 1995).

Peulen en doperwten zijn opgenomen in de lijst van aantrekkelijke gewassen voor honingbijen voor het verzamelen van nectar en/of pollen (NVWA, 2012).

4.5.3 Stamsperziebonen

Stamsperziebonen (*Phaseolus vulgaris*) worden voornamelijk geteeld als vollegrondsgroente. In Nederland is het areaal rond de 2.400 ha gangbaar en net onder de 300 ha in de biologische landbouw (CBS, 2013). In 2011 had het areaal stamsperziebonen met ruim 470 hectare (-17 %) de grootste afname bij de vollegrondsgroenten.

Stamsperziebonen stellen geen bijzonder hoge eisen aan de vruchtwisseling. Het komt voor dat bonen zeer intensief (1:2) worden geteeld. In Frankrijk wordt mede daardoor veel hinder ondervonden van *Rhizoctonia solani*. Naast een goede vochtvoorziening stellen stamslabonen ook eisen aan de ontwatering. Bij een slechte ontwatering zal het gewas snel afsterven. Ook ontstaan er meer problemen met voetziekten. Stamsperziebonen hebben een hoge bemestingsbehoefte (KWIN-AGV, 2012), daarnaast binden ze stikstof uit de lucht en kunnen daardoor over een extra hoeveelheid beschikken van naar schatting 50 à 70 kg N per ha.

Door de korte en intensieve teeltwijze hebben sperziebonen geen mitigatievoordeel t.o.v. andere gewassen in een gangbaar bouwplan.

Stamsperziebonen zijn vanwege hun bloei opgenomen in de lijst van aantrekkelijke gewassen voor honingbijen voor het verzamelen van nectar en/of pollen (NVWA, 2012), maar deze bloei is veel geringer dan van lupine, rode klaver, luzerne en erwten. De landschappelijke waarde van stamsperziebonen is beperkt.

4.5.4 Bruine bonen en kapucijners/grauwe erwten

Het areaal bruine bonen en kapucijners/grauwe erwten is respectievelijk 1.800 en 390 ha (CBS, 2013).

De teelt van bruine bonen en kapucijners (*Pisum sativum* var. *arvense*) komt voor een groot deel overeen met die van stamsperziebonen (Neuvel *et al.*, 1994), ze stellen dezelfde eisen ten aanzien van de grondsoort, grondbewerking en bemesting. Ze worden geteeld op alle grondsoorten. De voorkeur gaat uit naar humeuze, vochthoudende, lichte gronden, zoals humeuze zandgrond, veenkoloniale gronden, zavelgronden en lichte kleigronden.

Bruine bonen hebben een langer groeiseizoen (Neuvel *et al.*, 1994) en voor bruine bonen geldt in grote lijnen eenzelfde ziekte- en plaagbeheer als bij stamsperziebonen.

Bruine bonen, kapucijners en grauwe erwten zijn opgenomen in de lijst van aantrekkelijke gewassen voor honingbijen voor het verzamelen van nectar en/of pollen (NVWA, 2012).

4.6 Vezelgewassen

4.6.1 Vezelvlas

In hoofdstuk 4.3.4. hebben we al toegelicht dat er twee teelttypen bij vlas te onderscheiden zijn, de teelt van olievlas en vezelvlas. Het areaal vlas (olie- en vezelvlas) in Nederland is tegenwoordig ongeveer 2.000 ha (CBS, 2013). In Europa is de vezelvlasteelt voor linnen geconcentreerd in Zuidwest-Nederland, België en Noord-Frankrijk (Normandië). In Nederland wordt op ongeveer 80% van het areaal vlas zowel voor de vezel als voor zaaizaadproductie geteeld. Nederland is een belangrijke veredelaar en vermeerderaar van vlas. In België en Frankrijk is de zaaizaadproductie veel minder belangrijk. De vlasteelt binnen Frankrijk is in de laatste 25 jaar bijna verdriedubbeld en omvat meer dan 100.000 hectare. Ook in Rusland, Wit-Rusland en Egypte wordt veel vlas geteld. Volgens het CBS is het areaal biologische vlas de afgelopen jaren zeer beperkt geweest, tussen de 1 en 6 ha.

Vezelvlas wordt voor een belangrijk deel geteeld voor de lange vezel (75-100 cm) die gebruikt wordt in de textielindustrie. De vezels zijn relatief lang ten opzichte van de vezels van katoen en brandnetel. Daarom zijn ze een hoogwaardig vezelproduct waarmee linnengaren worden geproduceerd. Naast de vezels wordt ook het zaad geogst voor met name zaadvermeerdering en in mindere mate voor de lijnzaadolie. De korte, minder hoogwaardige vezels worden verwerkt in diverse toepassingen zoals in kunststofonderdelen van auto's en de productie van meubelplaten.

Vlas is een akkerbouwgewas dat het vooral goed doet op vruchtbare kleigronden, maar in principe zijn alle grondsoorten geschikt (Paauw, 2005). Omstreeks de 100^e dag van het jaar (half maart) wordt vlas gezaaid en rond de 200^e dag (half juli) wordt er geogst. Voor de oogst is aangepaste mechanisatie nodig waarbij zaad wordt geogst en het vlas op de akker wordt neergelegd om het te laten 'rotten' zodat de vezel los komt van de houtige kern. De mechanisatie wordt veelal door de afnemer van de vezels geleverd. Vezelvlas wordt zeer dicht gezaaid zodat er lange, onvertakte stengels groeien en er lange vezels geproduceerd worden.

Percelen met structuurproblemen vormen een probleem, evenals gronden die besmet zijn met het noordelijk wortelknobbelaaltje en dal- en zandgronden met een lage pH. Vlas is gevoelig voor de verwelkingsziekte *Verticillium*. Deltamethrin kan ingezet worden tegen trips.

Uit mitigatie oogpunt scoort vlas positief omdat het CO₂ langdurig vastlegt in de vezels die ook gebruikt worden als alternatief voor kunststofvezels.

Vlas kan belangrijk zijn voor insecten en natuurlijke vijanden van plaaginsecten en akkervogels (Van Rijn, 2012). Uit onderzoek in Noord-Frankrijk blijkt dat veldleeuweriken meer territoria in vlas hadden dan in koolzaad, geploegd land (een soort zwarte braak) en verbeterd grasland maar dat dit aantal niet verschilde van granen, suikerbiet, aardappel en maïs. Geelgorzen meden vlas (evenals wintertarwe), het aantal territoria was hoger in gras, geploegd land en gerst (Tolhurst *et al.*, 2013).

Vlas is in Zuidwest-Nederland en Vlaanderen een cultuurhistorisch gewas en heeft door haar overvloedige, blauwe bloeiwijze en gewasstructuur ook een landschappelijke waarde.

4.6.2 Hennep (vezel en olie)

Hennep (*Cannabis sativa*) is een gewas dat vanouds geteeld werd voor de vezels. Het areaal in Nederland is ongeveer 1.300 ha.

Het gewas is eenjarig en kan goed geteeld worden als een akkerbouwgewas. De vezels worden o.a. gebruikt in de fijnpapiersector, voor medische doelen, technische toepassingen, kunststofverwerking, isolatiemateriaal en stalstrooisel en strooisel voor kleine huisdieren. Hennep is vooral een vezelgewas, maar heeft oliehoudende zaden die als grondstof voor biodiesel kunnen worden ingezet (Van der Voort *et al.*, 2008). De olieopbrengst per hectare is

gemiddeld 260 liter. De hoeveelheid is afhankelijk van het oliepercentage van de hennepzaden en het rendement van de persing. Van Groningen & Wilterdink (2002) schatten de drogestof opbrengst onder praktijkomstandigheden op ongeveer 10 ton/ds/ha. Vooral in Vlaanderen wordt onderzoek gedaan om vezelhennep te gebruiken in ruwoerrantsoenen naast gras en snijmaïs.

Het gewas ontwikkelt zich in het voorjaar snel en massaal, waardoor onkruid weinig kans krijgt. Daarbij is het niet gevoelig voor ziekten en plagen. Het gewas heeft genoeg aan een relatief lage basisbemesting in het voorjaar. Het maaien en oogsten wordt door de verwerker gedaan.

Door de lage bemesting en de relatief extensieve teelt in combinatie met een hoge biomassaproductie is hennep een teelt die uit klimaatmitigatie aantrekkelijk is omdat de plant CO₂ opneemt en vastlegt in vezels. Zeker als deze vezels duurzaam gebruikt worden, bijvoorbeeld als alternatief voor kunststofvezels, dan wordt de C langdurig vastgelegd en vormen ze een alternatief voor kunststoffen gemaakt van fossiele energie.

De meningen over de waarde van hennep voor biodiversiteit lopen uiteen, variërend van positief (Montford & Small, 1999) tot niet beter dan andere eenjarige gewassen (Van Kuik, 2013).

4.6.3 Brandnetel

Brandnetel (*Urtica dioica*) wordt geteeld voor de vezel evenals vezelvlas en vezelhennep. In 2006 bedroeg het areaal aan brandnetels ongeveer 6 hectare. Op dit moment wordt er geen productie gemeld door het CBS (CBS, 2013).

Brandnetel worden geplant als een vaste plant. De brandnetel heeft stikstofrijke, humus-houdende grond nodig. De plant groeit het beste in halfschaduw en kan een hoogte bereiken van 2,5 meter voordat de stengels geoogst worden. Brandnetels zijn niet erg gevoelig voor ziekten en plagen (AgriHolland, 2012a).

Het bedrijf Net/Brennels uit Emmeloord begon in 2006 met de teelt van brandnetels in de Noordoostpolder. In 2008 werden de eerste brandnetels geoogst, echter door gebrek aan interesse voor de brandnetelkleding is half 2013 dit initiatief gestopt (AgriHolland, 2013).

Omdat er nog onderzoek wordt gedaan naar de haalbaarheid van brandnetelvezels voor textielproductie en ook andere aspecten nog in ontwikkeling zijn, kunnen er geen gelijkwaardige vergelijkingen met andere gewassen gemaakt worden.

Over effecten voor klimaatmitigatie is geen informatie beschikbaar.

Ook over de biodiversiteitseffecten van een gewas brandnetels zijn geen gegevens bekend, wel is bekend dat voor verschillende vlindersoorten de brandnetel waardplant is voor de rupsen. De landschappelijke waarde van brandnetel is beperkt.

4.7 Energiegewassen

4.7.1 Wilg

Wilgenteelt (*Salix sp.*) als tweede generatie bio-energiegewas wordt in beperkte mate toegepast, er staat momenteel ongeveer 50 ha aanplant voor de biomassateelt van dit meerjarige gewas. Tot in de tweede helft van de 20^{ste} eeuw werden er uit grienden wilgentenen geoogst voor de verwerking in matten voor de waterbouw (Boosten & Oldenborger, 2011) en allerlei toepassingen in land en tuinbouw.

Na het planten van de stekken (12.000 per ha) heeft het gewas een relatief lange tijd nodig om de bodem te bedekken en is in die jaren zeer gevoelig voor concurrentie van onkruiden. Voor een efficiënte teelt zal normaal gesproken een bodemherbicide worden toegepast om een goede uitgangssituatie te verkrijgen. Als dat niet mogelijk

is, is het wenselijk om voor de aanplant mechanisch onkruid te verwijderen via wiedegeen. Na opkomst kunnen onkruiden uitsluitend pleksgewijs chemisch worden bestreden. Na de derde oogst (9 jaar) wordt er een mestgift geadviseerd, bij voorgaande 2 oogsten is dit niet nodig (Boosten & Oldenborger, 2011).

De oogstcyclus is 2-4 jaar en levert in Nederland opbrengsten op van 5 tot 18 ton droge stof per ha per jaar (Boosten & Oldenborger, 2011). Een wilgenplantage is na ongeveer 20-30 jaar aan vervanging toe (Dinkelbach *et al.*, 1999; Kuiper, 2003; Liebhard, 2007).

De 'cut en chip' oogstmachine lijkt de meest voordelige methode om te oogsten, met deze methode worden de wilgentakken in één werkgang afgezet (gezaagd) en verhakeld tot chips (Boosten & Oldenborger, 2011). Dit product kan direct worden afgevoerd naar de verwerker. 'Cut en chip' machines lijken op aangepaste maishakselaars en zijn beperkt beschikbaar in Nederland.

Door de hoge biomassa-productie zijn wilgen een aantrekkelijk gewas uit oogpunt van CO₂-vastlegging en klimaatmitigatie.

In 1998 is in Flevoland in het project Flevo-Energiehout 50 ha energieplantage aangelegd met verschillende wilgen- en populierenklonen. Van 2006 tot 2008 is daarin de biodiversiteit gemonitord. Het blijkt dat in de energieplantages veel soorten worden aangetroffen die normaal in struwelen en andere meer dynamische milieus met frequente oogst voorkomen. Een vergelijking met de biodiversiteit in een nabijgelegen circa 30 jaar oud spontaan ontstaan wilgenbos laat zien dat de (wilgen) energieplantages niet zozeer een hogere of lagere soortenrijkdom kennen, maar vooral een andere soortensamenstelling. Hiermee zijn de (wilgen) energieplantages qua soortensamenstelling voor een deel complementair aan opgaand wilgenbos (Boosten & Jansen, 2010; Probos, 2012).

Landschappelijk zijn wilgen typische vertegenwoordigers van het Nederlandse cultuurlandschap, al kwamen ze van oudsher in grotere aantallen voor in het rivierengebied en het veenweidegebied dan in de akkerbouwgebieden.

4.7.2 Miscanthus

Miscanthus wordt in Nederland op dit moment op zeer beperkte schaal geproduceerd, het CBS geeft geen informatie over het areaal (CBS, 2013).

Miscanthus is een meerjarige arbeidsextensieve teelt die weinig eist van de bodem maar wel het best groeit op een goed doorlaatbare, humusrijke leembodem, die snel opwarmt in het voorjaar zodat een lang groeiseizoen bereikt kan worden (Caslin *et al.*, 2010). Het komt erop neer dat een goede maisakker ook een goed miscanthusveld zal zijn (Snauwaert & Ghekiere, 2010).

Miscanthus levert veel biomassa per ha waarvan de teelt tot 20 jaar kan duren. Na drie à vier jaar is de teelt volgroeid (indicatieve opbrengst 2e jaar 8 ton, 3e jaar 16 ton, 4e jaar 20 ton droge stof per ha). In saldoberekeningen wordt een teeltperiode van 10 jaar gehanteerd. Het is van groot belang dat het veld onkruidvrij is bij het aanplanten (International Energy Crops, 2010). De plantafstand is 75 cm. Voor onkruidbestrijding is het noodzakelijk in het eerste en mogelijk het tweede jaar mechanische of chemische onkruidbestrijding toe te passen. Ziekten en plagen zijn niet bekend (Snauwaert & Ghekiere, 2010). Het gewas vereist slechts een beperkte bodembemesting. Welke N-en P-giften nodig zijn is nog in onderzoek (Smith & Slater, 2010).

Miscanthus heeft een hoog energierendement en reductie aan broeikasgasemissie, respectievelijk 86 en 80% (Van der Voort *et al.*, 2008). Miscanthus scoort goed op het vlak van reductie van broeikasgassenemissies (Felten *et al.*, 2013).

Onderzoek naar de effecten van miscanthus op biodiversiteit loopt nog. Miscanthus is niet aantrekkelijk voor hommels en bijen. In de teelt van dit gewas zonder gewasbeschermingsmiddelen en bemesting kan men grotere dichtheden aan onkruiden verwachten en grotere dichtheden aan kevers (Loeffel & Nentwig, 1997; Semere & Slater, 2007a). Miscanthus is geen geschikte habitat voor grondbroeders (vogels). Sage *et al.* (2010) suggereren dat hogere aantallen vogels tijdens de eerste twee jaar van het gewas vooral samenhangt met aanwezigheid onkruiden

en open plekken in het gewas (zie ook Semere & Slater, 2007b). Of in latere jaren een 'gesloten' gewas bijdraagt aan biodiversiteit is nog maar vraag (Slater, 2012). Bij een gesloten gewas is er geen ruimte voor andere plantensoorten en insecten. Wel kan het gewas dan eventueel schuilplaats zijn voor muizen (EEA, 2007). In de UK wordt de plek waar miscanthus wordt geplant zorgvuldig gekozen zodat dit hoge gewas (4 m) niet het landschap verstoort. De landschappelijke waarde van miscanthus is zeer beperkt.

4.8 Braak

Als onderdeel van de hervorming van het Europese Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (Mac Sharry) is er in 1992 een braakleggingsregeling gekomen. Indien grotere akkerbouwers in aanmerking wilden komen voor subsidie op verbouwde granen, oliehoudende zaden en bepaalde eiwithoudende gewassen, moesten ze een deel van hun land uit productie nemen: braken (Engels: set aside). In 2005 was het areaal aan braak nog 35 duizend ha. Na de stopzetting van deze EU-regeling is het areaal braak afgenomen tot 7.000 à 8.000 ha (CBS, 2013). In de Nederlandse akkerbouw wordt roulerende braak het meest toegepast. Roulerende braaklegging is makkelijker in te passen in de bedrijfsvoering omdat braak als 'gewas' kan worden opgenomen in het bouwplan.

Bij braak kunnen we een aantal typen onderscheiden (Ellenbroek *et al.*, 1998):

- 'Zwarte braak' perceel wordt zwart gehouden door grondbewerkingen (eggen)
- Spontane kieming van vegetatie en op de akker vinden geen bewerkingen plaats, de vegetatie is een afspiegeling van in de bouwvoor aanwezige zaden van (on)kruiden en gewassen
- Graanopslag
- Groene braak, akker wordt ingezaaid met gras/klaver of vlinderbloemigen
- Natuurbraak, akker wordt ingezaaid met akker-floramengsel maar kan ook worden ingezaaid met andere mengsels zoals grasmengsels.

De grenzen tussen deze vormen van braak zijn niet altijd even scherp, zo kan spontane kieming van vegetatie ontwikkelen tot graanopslag als er veel graan achtergebleven is op de akker, of bij een meerjarige toepassing overgaan in natuurbraak.

In 2001 is een cross compliance maatregel gericht op het ontmoedigen van 'zwarte braak' ten gunste van groene braak en natuurbraak ingevoerd.

4.8.1 Braak met spontane vegetatie en graanopslag

Onder braak verstaan we: het niet betelen van het land tijdens de braakperiode. In die periode treedt spontane kieming op van de in de bouwvoor aanwezig zaad. Aangezien veel onkruiden waardplanten zijn van o.a. wortelknobbelaaltjes en andere bodemziektes, kan braak met spontane vegetatie risico's voor de bedrijfsvoering opleveren. Daarom wordt als fytosanitaire maatregel er soms voor gekozen om het land door grondbewerking (en soms ook door inzet van gewasbeschermingsmiddelen) onkruidvrij te houden. Zwarte braak geeft op sommige gronden een risico voor verslemping. Zwarte braak heeft geen ecologische meerwaarde en wordt daarom in deze studie verder buiten beschouwing gelaten.

Uitspoeling van stikstof die achtergebleven is na de teelt van het hoofdgewas kan tijdens braak als de spontaan gekiemde vegetatie blijft staan, beperkt worden. Echter als de vegetatie voor de winter wordt ondergewerkt dan kan een deel van de stikstof alsnog uitspoelen (Buys *et al.*, 1996).

Onderzoek in Nederland en Duitsland laat zien dat 'spontane vegetatie' een positief effect heeft op planten, insecten (zweefvliegen) en zoogdieren (Buys *et al.*, 1996; Flade *et al.*, 2006). Zowel ploegen als eggen heeft grote negatieve consequenties voor zowel bovengrondse- als ondergrondse biodiversiteit.

Er is een groot verschil tussen effecten op biodiversiteit van zowel de duur van de braak als het areaal. Dit geldt zowel voor planten, insecten en spinnen (Buskirk & Willi, 2004). Een algemene tendens is dat hoe groter en 'ouder' het perceel hoe meer soorten er waren en in grotere dichtheden. Uit dit onderzoek komt ook naar voren dat voor

biodiversiteit set aside maatregelen effectiever zijn naarmate er een hoger percentage grond uit productie is genomen.

Als na de spontane kieming de vegetatie meerdere jaren in stand blijft, neemt de biodiversiteitswaarde toe voor de verschillende groepen organismen. Onderzoek in Duitsland laat een verminderde afname van bepaalde vogelsoorten zien in meerjarige braak met spontane vegetatie (Flade *et al.*, 2010). De landschappelijke waarde kan hoog zijn mits de percelen goed worden beheerd. Ook onderzoek in de UK laat zien dat bij 'rotational' braak (combinatie van graanopslag en onkruiden, of ingezaaid gras) er grotere aantallen vogels werden gevonden in vergelijking met wintertarwe (Henderson *et al.*, 2000). Belangrijk is te vermelden dat ook hier geen gewasbeschermingsmiddelen en bemesting werden gebruikt.

Uit klimaatmitigatie oogpunt scoort braak gemiddeld. Positief is dat er weinig tot geen brandstof verbruikt wordt voor veldbewerkingen en er geen (indirecte) energie nodig is voor productie van kunstmest-N en gewasbeschermingsmiddelen. Anderzijds wordt er ook relatief weinig zonenergie en CO₂ vastgelegd in biomassa.

4.8.2 Groene braak

Bij groene braak wordt een groenbemester ingezaaid, daarbij wordt meestal een keuze gemaakt uit een van de volgende groenbemers; een mengsel van grassen, phacelia, spurrie, vlinderbloemigen (geen bonen of erwt), kruisbloemigen (koolzaad) of afrikaantjes. Het land wordt groen gehouden om veronkruiding tegen te gaan, organische stof op te bouwen, de bodemstructuur te verbeteren en vooral om aaltjes en bodemschimmels te onderdrukken. Bekend is dat bladrammenas, gele mosterd maar ook een natuurzaadmengsel met een hoog gehalte aan bladrammenas bij tijdig zaaien bietencysteaaaltjes effectief onderdrukken. Ook Rhizomanie en Rhizoctonia kunnen onderdrukt worden door groenbemers (IRS, 2000).

Soms wordt als vorm van groene braak gras (vooral Italiaans raagras) ingezaaid op bijv. kopakkers, zodat veronkruiding vanuit slootkanten wordt afgeremd door een dichte grasmat. De grasstroken kunnen dan ook als kopakker gebruikt worden om met machines te keren.

Vlinderbloemigen en gras/klaver geven door de stikstofbinding extra beschikbaarheid van stikstof. Vlinderbloemigen en gras/klaver geven daardoor in vergelijking met graanopslag of gras een verhoogd risico op stikstofuitspoeling als ze voor eind november worden ondergewerkt (Buys *et al.*, 1996).

Biodiversiteit aan planten is hoger in een graanopslagveld en graan/kruidenveld in vergelijking met een spontane vegetatie, terwijl gras/klaver en vlinderbloemigen de laagste biodiversiteit aan planten hebben (Buys *et al.*, 1996). De hoogste aantal soorten vlinders, hommels en bijen vonden Buys *et al.* (1996) in de vlinderbloemigen, gevolgd door de graanopslag en de spontane vegetatie. Het aantal broedvogelsoorten was het hoogst in de spontane vegetatie en in graanopslag gevolgd door vlinderbloemigen en het laagste in een gras/klaver mengsel (Buys *et al.*, 1996). In graanopslag en gras/klaver worden de hoogste dichtheden aan muizen gevonden in vergelijking met vlinderbloemigen en in de spontane vegetatie de meeste soorten zoogdieren in vergelijking met de rest.

De landschappelijke waarde van een spontane vegetatie kan hoger zijn dan die van vlinderbloemigen en graanopslag afhankelijk van beheer. Hierop scoren gras/klaver relatief lager.

Groene braak scoort volgens onze inschatting gemiddeld op het vlak van klimaatmitigatie.

4.8.3 Natuurbraak

Natuurbraak is een perceel of rand, dat ingezaaid wordt met een mengsel van minimaal drie verschillende soorten bloeiende tweezaadlobbige gewassen (Staatscourant, 1998). Voorbeelden hiervan zijn beheerpakketten voor akkervogelbeheer: een meerjarig pakket dat bestaat uit een mengsel van granen, grassen, zaaddragende gewassen, groenbemers en kruiden en een wintervoedselpakket dat bestaat uit een mengsel van zomergranen (van t' Hoff, 2010). Natuurbraakpakketten zijn nog in ontwikkeling en gegevens over emissies zijn beperkt. Het is evident dat door de beheerkeuzen er positieve bijdragen zijn in beperking van emissies van gewasbeschermingsmiddelen en stikstof. Door de keuze voor braak, is het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en bemesting minimaal. De toepassing

van groene braak en natuurbraak levert een positief milieu effect op in vergelijking met zwarte braak (Buys *et al.*, 1996; Van Esch *et al.*, 2004).

De diversiteit aan planten is in veel vormen van natuurbraak hoog (zie bijvoorbeeld Buys *et al.*, 1996). Er zijn natuurlijk wel grote verschillen tussen de verschillende vormen van natuurbraakpakketten. Een bloemrijk perceel is bijvoorbeeld aantrekkelijk voor dagvlinders, hommels, bijen, zweefvliegen (Buys *et al.*, 1996). Zoogdieren als haas en ree worden ook in grotere aantallen gevonden in natuurbraak zoals toegepast in Noord Nederland (Van 't Hoff, 2010) dan in andere gewassen.

Verschillende studies in binnenland (bijvoorbeeld Koks & Van Scharenburg, 1997, Koks, 2008) en buitenland (Henderson *et al.*, 2000) hebben het belang van natuurbraak voor akkervogels aangetoond. Gedurende het broedseizoen zijn verschillende soorten akkervogels talrijker op braakliggende percelen in vergelijking met percelen waarop gewassen verbouwd worden. Onder deze vogels zijn onder meer Rode Lijstsoorten, als de veldleeuwrik en de kneu. Braakpercelen worden gedurende het broedseizoen zowel als broedhabitat als foerageerhabitat gebruikt.

De ecologische waarde van meerjarige braak kan verder toenemen door een kruidenrijk mengsel in te zaaien en te combineren met gefaseerd maaien (Van 't Hoff, 2010).

Samenvattend kan gezegd worden dat er goede biodiversiteit/natuurdoelen gerealiseerd kunnen worden met bepaalde vormen van natuurbraak maar dat veel zal afhangen van het juiste beheer. Naast het beheer gedurende de zomerperiode is ook het beheer gedurende de winter van belang (aan/afwezigheid van groenstroken als 'beetlebanks' voor overleving van loopkevers of winterveldjes als foerageerplek voor vogels).

Vormen van natuurbraak verfraaien het landschap Natuurbraak krijgt een hogere landschappelijke waarde dan gangbare teelten vanwege de bloeiende en structuurrijke vegetatie en de grotere kans om er vlinders, vogels, hazen en reeën aan te treffen.

Als natuurbraak een meerjarig karakter heeft zal de waarde voor klimaatmitigatie toenemen o.a. door meer vastlegging van C in de bodem.

5. Bespreking van de resultaten

5.1 Kengetallen voor de verschillende gewassen

De in de Bijlagen 1 t/m 5 vermelde kengetallen zijn, zoals in hoofdstuk 4 is toegelicht, ontleend aan landelijke statistieken van CBS en LEI, teelthandleidingen en KWIN berekeningen voor gangbaar en biologisch geteelde gewassen (KWIN, 2009 & 2012, CBS, 2013) en expert-judgements.

De gegevens uit de Bijlagen 1 t/m 5 hebben als input gediend voor de beoordeling van de gewassen op hun bijdrage als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden. We onderscheiden daarbij drie situaties:

- scenario 1: geen inzet van gewasbeschermingsmiddelen (GBM) en meststoffen (BEM).
- scenario 2: wel inzet van gewasbeschermingsmiddelen, maar geen meststoffen
- scenario 3: inzet van zowel gewasbeschermingsmiddelen als bemesting.

Daarbij zijn de 6 criteria, van A = diversiteit kruiden tot en met F = landschap en cultuurhistorie, op hun bijdrage gewaardeerd (zie Tabel 3a en 3b). Elk criterium kreeg een waarde tussen 1 – 5, waarbij 1 = een lage bijdrage als equivalente maatregel en 5 = een hoge bijdrage als equivalente maatregel. De twee abiotische factoren emissiebeperking naar bodem/water en mitigatie klimaat waren gezien hun 'samengesteld' karakter het moeilijkst te beoordelen.

Bij het vaststellen van de totale score zijn voor ieder gewas de scores voor de 6 criteria opgeteld. De totale score kon in principe tussen 6 en 30 uitkomen. Dit heeft uiteindelijk scores opgeleverd tussen de 12 en 27 (zie tabel 3a en 3b). Het referentiegewas wintertarwe scoort 18 punten onder scenario 1 (geen gewasbeschermingsmiddelen en bemesting). De gewassen met een totaal score gelijk aan wintertarwe (score = 18) of lager leveren geen extra bijdrage aan vergroening en komen niet in aanmerking als equivalente maatregel voor EFA's. Gewassen met een score vanaf 25 leveren een zeer goede bijdrage. Gewassen met scores van 19-21 en 22-24 kunnen respectievelijk enige en een goede bijdrage als equivalente maatregel voor EFA hebben.

Zoals in paragraaf 3.8 al is vermeld hebben we de bijdrage van elke categorie (A-F) even zwaar laten meetellen. Omdat drie biodiversiteitindicatoren (A-C) tegenover één indicator voor emissiebeperking naar bodem en water (D), één indicator voor mitigatie klimaat (E) en één indicator voor landschappelijke/cultuurhistorische waarde (F) staan, telt in de totale score de beoordeling van biodiversiteit/natuurwaarde het zwaarst.

De scores voor de gewassen in Tabel 3a en 3b zijn relatief en worden vergeleken met het referentiegewas wintertarwe. Elke score is het resultaat van het uitmiddelen van schattingen gemaakt door de teamleden op basis van literatuur en informatie verkregen uit eigen veldkennis en gesprekken/emailwisselingen met enkele externe experts. Op sommige locaties met goed gekozen beheersregimes zullen hogere scores behaald kunnen worden, terwijl de meerwaarde voor biodiversiteit van veelbelovende teelten bij een minder optimaal beheer kan tegenvallen.

Ondanks de uitgebreide consultatie van veel literatuur en enkele experts was het toekennen van de scores aan de gewassen op de zes criteria niet eenvoudig. Dit heeft meerdere oorzaken:

- Er zit een onevenwichtigheid in de literatuur, over het ene gewas is veel te vinden (zowel voor- als nadelen) dan van het andere gewas.
- Sommige gewassen worden nauwelijks geteeld in Nederland. Voor de Nederlandse situatie zijn daardoor slechts beperkt praktijkgegevens voorhanden (bijvoorbeeld soja) en voor sommige gewassen (esparcette, linzen, kikkererwten) zijn de scores alleen gebaseerd op gegevens uit de literatuur.
- Veel resultaten uit de literatuur zijn plaats-specifiek (zand, klei) en variëren sterk tussen jaren. Bij de beoordeling van de gewassen zijn zoveel mogelijk gemiddelde waarden gebruikt.
- Voor veel gewassen, zijn kwantitatieve gegevens over een langere periode nog schaars waardoor beloftevolle aanpakken onderschat of matige resultaten overschat zijn.
- Voor alle gewassen zal hun ecologische bijdrage als equivalente maatregel sterk afhangen van het toegepaste beheer.

Tabel 3a. Resultaten van de evaluatie van gewassen in hun bijdrage aan vergroening als equivalente maatregel voor EFA onder drie scenario's. Scenario 1 geen gewasbeschermingsmiddelen (GBM) en geen bemesting (BEM); Scenario 2 met inzet GBM, geen BEM; Scenario 3 met inzet GBM en BEM.

	Scenario 1: geen GBM, geen BEM								Scenario 2: met GBM, geen BEM		Scenario 3: met GBM, met BEM	
	Diversiteit kruiden ¹	Diversiteit bloembezoekers ¹	Vogels, kleine zoogdieren ¹	Emissie beperking bodem/ water ¹	Mitigatie klimaat ¹	Landschap en cultuurhistorie ¹	Som A-F	Bijdrage aan vergroening ²	Som A-F	Bijdrage aan vergroening ²	Som A-F	Bijdrage aan vergroening ²
	A	B	C	D	E	F						
Wintertarwe	3	2	3	4	3	3	18		14		13	
Boekweit	3	4	3	4	3	4	21	+	21	+	19	+
Soja	3	2	3	3	3	3	17		14		14	
Koolzaad (winter)	3	4	3	4	5	4	23	++	19	+	17	
Zonnebloem	3	4	3	4	5	4	23	++	20	+	18	
Olievlas	3	4	3	4	4	5	23	++	20	+	19	+
Voedererwten	2	2	3	3	3	3	16		14		14	
Veldbonen	3	3	3	3	3	3	18		16		16	
Lupine	3	3	3	3	3	4	19	+	17		17	
Rode klaver	3	4	3	3	3	4	20	+	20	+	20	+
Wikke	3	3	3	3	3	3	18		18		18	
Rolklaver	3	4	3	3	4	4	21	+	21	+	21	+
Esparcette	3	4	3	3	4	4	21	+	21	+	21	+
Luzerne	3	4	4	3	3	4	21	+	21	+	21	+
Linzen	3	3	2	3	3	3	17		14		14	
Kikkererwten	3	3	2	3	3	3	17		14		14	
Bruine bonen/Kapucijners/grauwe erwt	3	3	2	3	3	3	17		14		14	
Peulen/Doperwten	2	3	2	3	3	3	16		13		13	
Stamsperziebonen	2	3	2	3	3	3	16		13		12	
Vezelvlas	2	4	3	4	4	5	22	++	19	+	17	
Hennep	2	2	3	4	4	3	18		18		17	
Brandnetel	2	4	2	4	3	2	17		16		15	
Wilg	2	4	3	5	5	3	22	++	21	+	21	+
Miscanthus	2	1	3	4	5	2	17		16		15	
Groene braak met spontane vegetatie	4	4	4	4	3	3	22	++	22	++	22	++
Groene braak met groenbemester	3	4	3	4	3	3	20	+	20	+	20	+
Natuurbraak	5	5	5	4	3	5	27	+++	27	+++	27	+++

¹ Criteria A t/m F: score 1 = geringe bijdrage; score 5 = hoge bijdrage; totaal score = som A t/m F

² Totaal score ≤18 = wintertarwe = geen bijdrage EFA; totaal score tussen 19-21 = enige bijdrage EFA = +; totaal score tussen 22-24 = goede bijdrage EFA = ++; totaal score tussen 25-27 = zeer goede bijdrage EFA = +++

Tabel 3b. Resultaten van de evaluatie van gewassen in hun bijdrage aan vergroening als equivalente maatregel voor EFA onder drie scenario's. Scenario 1 geen gewasbeschermingsmiddelen (GBM) en geen bemesting (BEM); Scenario 2 met inzet GBM, geen BEM; Scenario 3 met inzet GBM en BEM.

	Scenario 2: met GBM, geen BEM								Scenario 3: met GBM, met BEM							
	Diversiteit kruiden ¹	Diversiteit bloembezoekers ¹	Vogels, kleine zoogdieren ¹	Emissie beperking bodem/ water ¹	Mitigatie klimaat ¹	Landschap en cultuurhistorie ¹	Som AF	Bijdrage aan vergroening ²	Diversiteit kruiden ¹	Diversiteit bloembezoekers ¹	Vogels, kleine zoogdieren ¹	Emissie beperking bodem/ water ¹	Mitigatie klimaat ¹	Landschap en cultuurhistorie ¹	Som AF	Bijdrage aan vergroening ²
	A	B	C	D	E	F			A	B	C	D	E	F		
Wintertarwe	2	1	3	2	3	3	14		2	1	3	2	2	3	13	
Boekweit	3	4	3	4	3	4	21	+	2	4	3	3	3	4	19	+
Soja	2	2	2	2	3	3	14		2	2	2	2	3	3	14	
Koolzaad (winter)	2	3	2	3	5	4	19	+	2	3	2	2	4	4	17	
Zonnebloem	1	3	3	4	5	4	20	+	1	3	3	3	4	4	18	
Olievlas	2	3	3	3	4	5	20	+	2	3	3	2	4	5	19	+
Voedererwten	1	2	3	2	3	3	14		1	2	3	2	3	3	14	
Veldbonen	2	3	3	2	3	3	16		2	3	3	2	3	3	16	
Lupine	2	3	3	2	3	4	17		2	3	3	2	3	4	17	
Rode klaver	3	4	3	3	3	4	20	+	3	4	3	3	3	4	20	+
Wikke	3	3	3	3	3	3	18		3	3	3	3	3	3	18	
Rolklaver	3	4	3	3	4	4	21	+	3	4	3	3	4	4	21	+
Esparcette	3	4	3	3	4	4	21	+	3	4	3	3	4	4	21	+
Luzerne	3	4	4	3	3	4	21	+	3	4	4	3	3	4	21	+
Linzen	2	2	2	2	3	3	14		2	2	2	2	3	3	14	
Kikkererwten	2	2	2	2	3	3	14		2	2	2	2	3	3	14	
Bruine/grauwe bonen/kapucijners	2	2	2	2	3	3	14		2	2	2	2	3	3	14	
Peulen/doperwten	1	2	2	2	3	3	13		1	2	2	2	3	3	13	
Stamsperziebonen	1	2	2	2	3	3	13		1	2	2	2	2	3	12	
Vezelvlas	2	3	2	3	4	5	19	+	1	3	2	2	4	5	17	
Hennep	2	2	3	4	4	3	18		2	2	3	3	4	3	17	
Brandnetel	2	3	2	4	3	2	16		2	3	2	3	3	2	15	
Wilg	2	4	3	4	5	3	21	+	2	4	3	4	5	3	21	+
Miscanthus	2	1	3	3	5	2	16		2	1	3	3	4	2	15	
Groene braak met spontane vegetatie	4	4	4	4	3	3	22	++	4	4	4	4	3	3	22	++
Groene braak met groenbemester	3	4	3	4	3	3	20	+	3	4	3	4	3	3	20	+
Natuurbraak	5	5	5	4	3	5	27	+++	5	5	5	4	3	5	27	+++

¹ Criteria A t/m F: score 1 = geringe bijdrage; score 5 = hoge bijdrage; totaal score = som A t/m F

² Totaal score ≤18 = wintertarwe = geen bijdrage EFA; totaal score tussen 19-21 = enige bijdrage EFA = +; totaal score tussen 22-24 = goede bijdrage EFA = ++; totaal score tussen 25-27 = zeer goede bijdrage EFA = +++

Ook heeft het toekennen van de scores door expert-judgement, eigen interpretaties en de gekozen criteria een arbitrair karakter en is de keuze van de zes criteria een grote versimpeling van de ecologische processen.

De beoordeling van de gewassen op hun waarde als equivalente maatregel onder de drie scenario's laat zien dat er tussen scenario 1, het scenario waarbij geen gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen worden gebruikt, en scenario 3 bij de meeste gewassen grote verschillen optreden in de totaal scores van de gewassen.

Hieronder bespreken we de scores voor de gewassen per afzonderlijk criterium (Tabel 3a en 3b, criteria A - F).

- Diversiteit kruiden - aantal soorten (A)

De score voor het aantal kruiden is zoals verwacht in natuurbraak en in 'braak met spontane vegetatie' hoog terwijl deze score voor de gangbare teelt (scenario's 2 en 3) van sommige eiwitgewassen voor dierlijke voeding (voedererwten) en peulvruchten voor humane voeding (doperwten, stamsperziebonen) laag is. Ook zonnebloem en vezelvas scoren laag. De laag scorende gewassen zijn vooral teelten waarin geen onkruiden getolereerd kunnen worden vanwege de productie (bijvoorbeeld peulvruchten voor humane voeding, vezelvas), of gewassen die snel sluiten waardoor kruiden zich er moeilijk kunnen vestigen (voedererwten).

- Diversiteit bloembezoekers - aantal soorten (B)

De score voor diversiteit aan bloembezoekers, waarbij het dus niet gaat om het hoge aantal honingbijen dat bijvoorbeeld witte klaver bezoekt maar om het aantal soorten vlinders, hommels, bijen, vlinders, zweefvliegen etc. dat voedsel en voortplantingsmogelijkheden kan vinden in het gewas, ligt het hoogst in natuurbraak. Daarnaast leveren boekweit, de voedergewassen luzerne, esparcette, rode klaver en rolklaver, het energiegewas wilg en braak met een spontane vegetatie en braak met groenbemester een goede bijdrage aan de diversiteit van bloembezoekers. Het gaat hier niet alleen om de hoeveelheid voedsel maar ook over de periode dat er voedsel (bloeiend gewas) aanwezig is voor bloembezoekers. Gewassen als koolzaad, zonnebloem en vlas kunnen bij een extensieve teelt zonder inzet van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen voor bloembezoekers ook een goede bijdrage hebben vanwege hun productie aan pollen en/of nectar. Bij inzet van gewasbeschermingsmiddelen (en dan vooral insecticiden) in deze drie gewassen neemt de bijdrage aan diversiteit van bloembezoekers drastisch af.

- Akkervogels en kleine zoogdieren (C)

Bij de beoordeling van de gewassen voor vogels en kleine zoogdieren is er vanuit gegaan dat het belangrijk is om binnen een perceel afwisseling te hebben, dus plekken met een dichtere structuur waar vogels en kleine zoogdieren zich schuil kunnen houden, voedsel vinden, zich kunnen reproduceren en dat er plekken zijn met een meer open structuur waarin vogels en kleine zoogdieren zich makkelijk kunnen bewegen.

Bepaalde vormen van natuurbraak scoren goed hiervoor. Ook luzerne en braak met spontane vegetatie bieden een goede bijdrage aan de diversiteit van akkervogels en kleine zoogdieren.

Peulvruchten voor humane voeding (linzen, kikkererwten, bruine bonen, doperwten, stamsperziebonen) en het vezelgewas brandnetel die een relatief uniform gesloten gewas vormen hebben een geringe bijdrage aan de diversiteit aan akkervogels en kleine zoogdieren.

- Emissiebeperking naar bodem en water

Bij dit criterium is er vanuit gegaan dat percelen/gewassen die zwaarder bemest en bespoten worden, regelmatig omgewerkt worden en/of voor langere tijd kaal liggen, laag scoren. Percelen met een meerjarige bedekking, weinig bewerking en weinig inputs zullen in het algemeen een grotere bijdrage aan de emissiebeperking naar bodem en water leveren. Het meerjarige energiegewas wilg krijgt de hoogste score onder een scenario zonder inzet van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen gevolgd door een groot aantal gewassen zoals winter tarwe, boekweit, de oliegewassen koolzaad, zonnebloem en olievlas, de vezelgewassen vlas, hennep en brandnetel, het energiegewas miscanthus en braak. De vlinderbloemigen scoren lager omdat ze stikstof binden die na het groeiseizoen kan uitspoelen. Onder scenario 3, bij inzet van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen leveren alleen natuurbraak, braak met spontane vegetatie, braak met groenbemester en het energiegewas wilg nog een goede bijdrage voor dit criterium. De andere gewassen hebben geen bijdrage meer aan emissiebeperking naar bodem en water als gevolg van de inzet van milieubelastende gewasbeschermingsmiddelen of meststoffen.

- Mitigatie klimaat

Het vaststellen van de scores voor deze indicator is moeilijk, gezien het feit dat resultaten zeer locatie-afhankelijk zijn. Gewassen worden positief beoordeeld bij een hoge C-vastlegging en/of een gunstig energie-rendement. Uiteindelijk is deze indicator in vergelijking met de andere indicatoren het minst onderscheidend geweest. Onder scenario 1, geen inzet van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen kreeg bijna driekwart van de gewassen dezelfde score als het referentiegewas wintertarwe en geen enkel gewas kreeg een score lager dan 3. De meerjarige energie-gewassen miscanthus en wilg scoren hoog voor klimaatmitigatie, evenals de oliehoudende gewassen koolzaad en zonnebloem, gevolgd door olievlas, de meerjarige eiwitgewassen luzerne en esparcette en de vezelgewassen vezelvas en hennep. De vormen van braak en de meeste eenjarige vlinderbloemigen kregen een score die vergelijkbaar is met die van wintertarwe.

- Landschap en cultuurhistorische waarde

Bij deze score hebben we een waarde toegekend aan de bijdrage van het gewas aan het landschap (landschapsbeleving) dan wel de cultuurhistorische waarde van het gewas. Het 'oude' gewas vlas krijgt de hoogste score vanwege de opvallende blauwe kleur tijdens de bloei, de typische gewasstructuur en de cultuurhistorische betekenis. Ook boekweit is een oud gewas. Natuurbraak kreeg de hoge score gezien de landschappelijke aantrekkelijkheid. Boekweit, koolzaad, zonnebloem en de vlinderbloemigen lupine, rode klaver, rolklaver, esparcette en luzerne scoren hoog vanwege hun bloei. Miscanthus en brandnetel krijgen de laagste score omdat de appreciatie van deze gewassen in het landschap beperkt is.

5.2 Scores van de verschillende gewassen als equivalente maatregel voor EFA

Een aantal algemene opmerkingen bij de toegepaste beoordelingswijze:

- We zijn er van uitgegaan dat niet bemesten en geen gebruik van gewasbeschermingsmiddelen de meest ideale situatie geeft vanuit de ecologische doelen die met de vergroening beoogd worden.
- Hoe korter een gewas op het veld staat hoe kleiner de kans dat het een grote bijdrage levert aan biodiversiteit. Meerjarige teelten, die in de winter op het land staan en dan voedsel en schuilgelegenheid bieden aan fauna, scoren daardoor hoger dan gewassen met een kort groeiseizoen.
- Een rijk bloeiend gewas trekt meer insecten aan, die op hun beurt weer als voedsel voor akkervogels en hun kuikens kunnen dienen.
- Hoe geslotener het gewas in het voorjaar, hoe meer nuttige insecten (zoals loopkevers) er in kunnen leven.
- Het grondbewerkingsregime en maairegime (bij een gewas als luzerne) moeten zodanig zijn afgestemd dat nesten van akkervogels gespaard worden en dat gewassen tot bloei kunnen komen, dus maaifrequentie en – tijdstip moeten afgestemd zijn op de natuur/biodiversiteitsdoelen (zie ook hoofdstuk 6.2).

Onder scenario 1: geen inzet van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen

De combiscore van de 6 criteria A t/m F is het hoogst voor natuurbraak (27), een maatregel die terecht al als EFA is aangemerkt door de Staatssecretaris in haar voorstel aan de Tweede Kamer (EZ, 2013b; Van Doorn *et al.*, 2013) Natuurbraak scoort hoog voor diversiteit aan zowel bloem-bezoekende insecten en vogels, en in de bijdrage aan het landschap.

Bij afwezigheid van GBM en BEM (scenario 1) hebben de volgende gewassen een goede bijdrage als equivalente maatregel voor EFA's: de energiegewassen koolzaad, zonnebloem, olievlas (een score van 23), vezelvas, wilg en braak met spontane vegetatie (22). De energiegewassen scoren hoog in hun bijdrage aan klimaatmitigatie. Boekweit en de voedergewassen luzerne, rolklaver en esparcette (21), braak met een groenbemester (20), rode klaver (20) en lupine (19) komen tot een totaal score van 'enige bijdrage' als equivalente maatregel. Boekweit scoort relatief goed in de bijdrage aan emissiebeperking naar bodem en water. De hierboven genoemde eiwitgewassen scoren vooral redelijk tot goed wat betreft hun bijdrage aan biodiversiteit en landschap en de vezelgewassen scoren vooral goed in de klimaatmitigatie.

De eiwitgewassen soja (17), voedererwten (16) en veldbonen (18), en de peulvruchten voor humane voeding (16-17) scoren laag door o.a. hun lage bijdrage aan biodiversiteit. Het energiegewas miscanthus (17) en de vezelgewassen hennep (18) brandnetel (17) scoren laag in hun bijdrage aan biodiversiteit en landschap.

Belangrijk is nog te vermelden dat veel gewassen een beperkte waarde hebben voor vogels en kleine zoogdieren en in dat opzicht vergelijkbaar zijn met het referentiegewas wintertarwe. Alleen natuurbraak, groene braak met spontane vegetatie en luzerne scoren beter voor vogels en kleine zoogdieren.

Onder scenario 2: alleen inzet van gewasbeschermingsmiddelen

Voor de verschillende vormen van braak, blijven de scores onveranderd omdat we ervan uitgaan dat op braak geen gewasbeschermingsmiddelen worden ingezet. Indien chemische middelen worden toegestaan behouden luzerne, rolklaver, esparcette, boekweit en wilg nog 'enige bijdrage' als equivalente maatregel (21). Door hun geringe behoefte aan het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen blijft voor deze gewassen de biodiversiteitswaarde relatief hoog en is de milieubelasting beperkt en daarmee de emissie naar bodem en water laag.

Voor een aantal gewassen is er een grote achteruitgang in hun bijdrage als equivalente maatregel als de inzet van gewasbeschermingsmiddelen wordt toegestaan. De scores van de oliegewassen zonnebloem en olievlas (20) en koolzaad (19) evenals vezelvlas (19) dalen zodanig dat deze gewassen terugvallen in de categorie 'enige bijdrage' als equivalente maatregel voor EFA's. Lupine (17) valt terug naar 'geen bijdrage'. Hun bijdrage aan biodiversiteit daalt en/of die van de emissiebeperking naar bodem en water. De scores van de eiwitgewassen rode klaver (20) en wikke (18) en het vezelgewas hennep (18) blijven onveranderd.

Onder scenario 3: inzet van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen

Indien zowel gewasbeschermingsmiddelen als meststoffen mogen worden gebruikt blijven slechts een paar gewassen over die een bijdrage aan vergroening als equivalente maatregel kunnen leveren. De voedergewassen luzerne, rolklaver en esparcette en het energiegewas wilg behouden met een score van 21 ook dan enige bijdrage als equivalente maatregel voor EFA's, evenals de oude cultuurgewassen boekweit (19) en olievlas (19) en het eiwitgewas rode klaver (20).

Door de inzet van meststoffen naast chemische middelen daalt de bijdragen in de emissiebeperking naar bodem en water en mitigatie klimaat bij koolzaad, zonnebloem en vezelvlas. Deze gewassen vallen daarmee af als kandidaat voor equivalente maatregelen van EFA's.

De vergelijking van de drie scenario's laat zien dat de ecologische waarde sterk afneemt door de inzet van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen, zowel in afname aan biodiversiteit als toename van emissies van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen. Deze afname staat haaks op de doelstelling van de EFA's, die juist bedoeld zijn om de vergroening van de Europese landbouw te stimuleren met maatregelen voor biodiversiteit, milieu en klimaat. Ook een recente meta-analyse van een groot aantal (94) studies laat zien dat intensieve teelten gemiddeld een 30% lagere soortenrijkdom hebben voor een groot aantal soortgroepen in vergelijking met biologische teelten waarbij geen gewasbeschermingsmiddelen en kunstmest werden gebruikt (Tuck et al., 2014). Voor bestuivers liep het verschil op tot 50%.

5.3 Vergelijking resultaten

Er zijn 12 gewassen die zowel in deze evaluatie als in de Duitse NABU (2013) evaluatie getoetst zijn op hun bijdrage aan vergroening (zie Tabel 4).

Voor deze gewassen zien we een aantal verschillen tussen de beide evaluaties:

In onze evaluatie (zie tabellen 3 a en 3b) zien we dat bij inzet van gewasbeschermingsmiddelen en bemesting (scenario 3) boekweit, olievlas, rode klaver, esparcette en luzerne nog enige bijdrage kunnen leveren aan vergroening als equivalente maatregel. In de NABU evaluatie (NABU, 2013) levert onder scenario 3 geen van de gewassen een bijdrage als equivalente maatregel voor EFA.

Onder scenario 1 en 2 zijn respectievelijk 4 en 2 gewassen positief beoordeeld op een bijdrage als equivalente maatregel in de NABU evaluatie (NABU, 2013). In onze evaluatie wordt van respectievelijk 7 en 6 gewassen verwacht dat ze een bijdrage kunnen hebben als equivalente maatregel voor vergroening onder scenario 1 en 2.

Omdat in de NABU-evaluatie mengsels van gewassen met kruiden en met andere gewassen zijn meegenomen, hanteerde NABU twee indicatoren 'aantal ingezaaide gewassen' en 'dichtheid/structuur van het gewas'. Wij hebben in plaats daarvan landschap/cultuurhistorische waarde opgenomen in de beoordeling. Daarnaast is de NABU-evaluatie mede gebaseerd op inventarisaties op bijna honderd percelen en op interviews met bedrijfsleiders.

De hogere scores zoals die uit onze evaluatie komen in vergelijking met de NABU-evaluatie zouden kunnen betekenen dat wij optimistischer zijn in de inschatting van de bijdrage van deze gewassen in hun bijdrage aan vergroening als equivalente maatregel voor EFA.

Tabel 4. *Vergelijking van de evaluatie van gewassen in hun bijdrage aan vergroening als equivalente maatregel voor EFA's onder drie scenario's en twee evaluatie methoden: methode 1 = dit rapport (tabel 3), methode 2 = NABU evaluatie (2013). Voor toelichting op beide methoden zie ook hoofdstuk 3.8.*

Methode	1	1	1	2	2	2
Scenario	scenario 1: geen gewasbeschermingsmiddelen, geen bemesting	scenario 2: met gewasbeschermingsmiddelen, geen bemesting	scenario 3: met gewasbeschermingsmiddelen, met bemesting	scenario 1: geen gewasbeschermingsmiddelen, geen bemesting	scenario 2: met gewasbeschermingsmiddelen, geen bemesting	scenario 3: met gewasbeschermingsmiddelen, met bemesting
Gewas						
Boekweit	+	+	+	-	-	-
Soja	-	-	-	-	-	-
Olievlas	++	+	+	+	-	-
Veldbonen	-	-	-	-	-	-
Lupine	+	-	-	-	-	-
Rode klaver	+	+	+	+	+	-
Esparcette	+	+	+	+	+	-
Luzerne	+	+	+	-	-	-
Linzen	-	-	-	++	-	-
Vezelvlas	++	+	-	-	-	-
Hennep	-	-	-	-	-	-
Miscanthus	-	-	-	-	-	-

- = geen bijdrage EFA

+ = enige bijdrage EFA

++ = goede bijdrage EFA

+++ = zeer goede bijdrage

5.4 Uitvoerbaarheid en controleerbaarheid

In paragraaf 5.2 is aangegeven hoe de beoordeling van de gewassen tot stand is gekomen. Daarbij zijn drie scenario's onderscheiden: 1: geen gebruik van bemesting en gewasbeschermingsmiddelen, 2: alleen gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en 3: zowel inzet van bemesting als gewasbeschermingsmiddelen. Vanuit de optiek van vergroeningsmaatregelen is scenario 1 het meest wenselijk. Dit sluit ook het nauwst aan bij de doelstellingen die de EU formuleert 'Productie op bouwland zonder gebruik te maken van (minerale) meststoffen en/of bestrijdingsmiddelen' (Europese Unie, 2031b; zie ook Hoofdstuk 1.5). Tegelijkertijd is het streven binnen het nieuwe GLB, zowel voor de 1^{ste} als 2^e pijler, om de uitvoeringslasten en controle inspanningen te verlagen. Daardoor is de wens van het Ministerie van EZ om die gewassen te identificeren die ook bij een gangbare teelt weinig behoefte hebben aan gewasbeschermingsmiddelen en die geteeld kunnen worden met weinig bemesting. Terwijl aan de andere kant deze gewassen hoog scoren t.a.v. biodiversiteit en natuur en weinig belastend zijn voor bodem en water en ook bijdragen aan het realiseren van klimaatmitigatiedoelstellingen. Het meest ideaal zijn daardoor die gewassen die in alle drie de scenario's het hoogste scoren. De gewassen boekweit, olievlas, rode klaver, rolklaver, esparcette, luzerne en wilg lijken het beste aan deze wens te voldoen.

Omdat de gangbare teelt van vezelvlas (scenario 3) met een relatief hoge milieubelasting van het waterleven (Bijlage 3) en olievlas, met een lage milieubelasting voor waterleven, moeilijk van elkaar te onderscheiden zijn, zal dit voor controle en handhaafbaarheid voor deze gewassen een knelpunt kunnen vormen.

6. Equivalente maatregelen: ruimtelijke samenhang en beheer

6.1 Ruimtelijke samenhang en connectiviteit

Om een duidelijke ecologische meerwaarde te bereiken zoals de Europese Commissie die voor ogen heeft (Europese unie 2013b; Van Doorn *et al.*, 2013) zullen duidelijke eisen/randvoorwaarden gesteld moeten worden aan de EFA's en dus ook aan gewassen als equivalente maatregelen voor EFA's.

Bij elk ambitieniveau dat met EFA's nagestreefd wordt, mag een bepaalde meerwaarde voor biodiversiteit verwacht worden, maar er hoort ook een pakket aan randvoorwaarden/eisen bij voor aanleg en beheer (Van Doorn *et al.*, 2012).

Kijken we naar de bijdrage aan biodiversiteit dan geldt dat de levensvatbaarheid van flora en fauna afhangt van vier belangrijke factoren (Geertsema, 2004a):

- oppervlakte van de habitat
- kwaliteit van de habitat
- ruimtelijke ligging van de habitat in het landschap
- mate waarin de habitats met elkaar verbonden zijn (connectiviteit).

Een combinatie van deze vier factoren bepaalt voor allerlei organismen of ze zich goed kunnen verspreiden, of ze genoeg voedsel, schuil- en rustplaatsen kunnen vinden, en of ze zich kunnen reproduceren om uiteindelijk een levensvatbare populatie op te bouwen en in stand te houden.

Dit is vooral onderzocht in natuurgebieden en in beperkte mate in groenblauwe dooradering, maar het geldt ook voor akkervogels, vlinders, zoogdieren en soorten die bijdragen aan ecosystemendiensten als natuurlijke plaagbeheersing en bestuiving. Uit onderzoek van Geertsema (2004a, b) blijkt dat zowel vlinders, vogels, en planten afhankelijk zijn van de ruimtelijke rangschikking/samenhang voor een goede leefomgeving. Bij vlinders lijken ruimtelijke rangschikking en de hoeveelheid habitat evenveel effect te hebben op de soortenrijkdom. Wanneer men het aantal vlindersoorten wil laten toenemen, heeft het in een landschap met een lage ruimtelijke samenhang (een paar grote geïsoleerde habitats/gunstige percelen) meer zin om te investeren in de verbinding van de percelen dan die percelen nog groter te maken. Omgekeerd heeft het weinig zin om te investeren in de verbinding van percelen wanneer er weinig habitats aanwezig zijn. Als het netwerk er al ligt, dan kan men beter investeren in een aantal grotere habitats (Geertsema, 2004b).

6.2 Aanleg en beheer

De ontwikkeling van duoranden (een akkerrand ingezaaid met een gras/kruidenmengsel en in de lengte verdeeld in twee stroken met een gefaseerd maaibeheer) en trioranden (akkerrand verdeeld in drie stroken met een verschillend maaibeheer) (Van 't Hoff, 2010a) laten aan de ene kant zien hoe innovatief groepen ondernemers en agrarische natuurverenigingen zijn in ontwikkeling en aanleg van nieuwe beheersvormen en aan de andere kant hoe essentieel het beheer is voor de verhoging van biodiversiteit (Lemke *et al.*, 2000). Dit geldt voor vogels (Van 't Hoff, 2010a en 2010b) maar ook voor insecten (Van Rijn & Wäckers, 2007). Winterveldjes, relatief kleine stukjes land, met daarop rijp graan dat niet geoogst wordt en gedurende najaar en winter blijft overstaan, levert voedsel voor akkervogels om de winter door te komen (Arisz & Koks, 2008; Bos *et al.*, 2010).

Wanneer ondernemers het beheer van gewassen als equivalente maatregelen voor EFA's geheel naar eigen inzicht mogen inrichten zonder dat er minimale randvoorwaarden gelden, dan zullen de kosten voor de ondernemer waarschijnlijk lager zijn, maar is er een grote kans dat er weinig meerwaarde wordt gecreëerd voor (functionele) agro-biodiversiteit door een versnipperde aanleg, het ontbreken van verbindingen en de afwezigheid van meerjarige

braak/gewassen (Van Doorn, 2012). Een gebiedsaanpak met als doel meer samenhang te creëren en biodiversiteit te waarborgen kan goed op het niveau van collectieven plaatsvinden. Essentieel is dat, waar aanvullende beheersvergoedingen noodzakelijk zijn, deze uit de 2^e pijler gefinancierd mogen worden.

Er moet dan ook worden gezocht naar een balans tussen ecologische meerwaarde van equivalente maatregelen voor EFA's en de inpasbaarheid van de maatregelen in het agrarische bedrijf, waarbij aspecten als passend beheer, ruimtelijke samenhang, samenwerken in collectieven en regio-specifieke invulling cruciaal zijn (zie ook Van Doorn *et al.*, 2012). Het spreekt voor zich dat men bij het maken van de plannen dient aan te sluiten bij de identiteit van het landschap. Een waarschuwing is op zijn plek: als de als equivalente maatregel toegelaten gewassen ingezet worden met gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en bemesting, dan zal de ecologische meerwaarde veel beperkter blijven dan potentieel mogelijk is (Tuck *et al.*, 2014).

6.3 Combinatiepakketten

Het doel van de vergroening van het GLB is het verbeteren van de algemene prestaties van het bedrijf, in het bijzonder wat betreft biodiversiteit, milieu (verbetering van bodem- en waterkwaliteit) en klimaat. Voor de invulling van ecologische aandachtsgebieden (EFA's) biedt de Europese Unie een aantal mogelijkheden (zie paragraaf 1.4). In aanvulling hierop biedt ze aan lidstaten ook de mogelijkheden om met voorstellen te komen voor equivalente maatregelen. Als gekozen wordt om equivalente maatregelen van EFA's in te vullen met gewassen wordt van die gewassen verwacht dat ze meer bijdragen aan vergroening dan de gewassen die normaliter in het bouwplan zijn opgenomen.

In de voorgaande hoofdstukken zijn een aantal gewassen besproken en gewaardeerd op hun bijdrage aan vergroening. Deze bijdrage is het hoogst als er geen gewasbeschermingsmiddelen noch bemesting (scenario 1) worden gebruikt: dan voldoen diverse gewassen aan de criteria die in hoofdstuk 5.1 zijn gehanteerd. Van een aantal gewassen: winterkoolzaad, zonnebloem, olievlas, vezelvlas en wilg wordt verwacht dat ze onder die omstandigheden een goede bijdrage kunnen leveren als equivalente maatregel voor EFA en van boekweit, lupine, rode klaver, rolklaver, esparcette en luzerne wordt geschat dat ze enige bijdrage kunnen leveren. Indien zowel gewasbeschermingsmiddelen als meststoffen mogen worden gebruikt blijven er slechts een handvol gewassen over die nog enige bijdrage aan vergroening als equivalente maatregel zullen kunnen leveren. Dit zijn de vlinderbloemige, meerjarige voedergewassen luzerne, rolklaver, esparcette en rode klaver, het energiegewas wilg, het oude cultuurgewas boekweit en olievlas. Eén van de criteria waarop de gewassen lager scoren bij bemesting is 'emissiebeperking naar bodem en water'. Na het teeltseizoen is er risico dat stikstof en andere nutriënten achterblijven in het profiel en na de oogst uitspoelen naar grond- en oppervlaktewater. Dit uitspoelingsrisico kan beperkt worden door op uitspoelingsgevoelige gronden direct na de oogst een vanggewas in te zaaien op het perceel.

In Nederland kennen we al de verplichting om op uitspoelingsgevoelige zand- of lössgrond na maïs een vanggewas te telen. De vanggewassen zijn: bladkool, bladrammenas, grassen, triticale, wintergerst, winterrogge en wintertarwe (of een mengsel van bovengenoemde soorten). Het zaaien van een vanggewas na maïs is bedoeld om uitspoeling van stikstof in het najaar en de winter te voorkomen. Dit betekent dat het vanggewas direct na de oogst van maïs geteeld moet worden. Dit kan via onderzaai in de maïs of via zaaien na de oogst van de maïs. Het vanggewas mag niet vernietigd worden voor 1 februari van het daaropvolgende (EZ, 2014).

De waarde van een vanggewas wordt bepaald door een aantal eigenschappen. De belangrijkste zijn:

- Stikstof (N) vastlegging
- Bodemstructuurverbetering (diepe beworteling)
- Opbouw organische stof
- Snelheid bodembedekking
- Wintervastheid (als gewas te snel afsterft, kan alsnog gedurende de winter een deel van de N uitspoelen)
- Onkruidonderdrukking (vanuit de landbouw is dit een wens, vanuit biodiversiteit bieden onkruiden en onkruidzaden vaak weer een voedsel bron voor allerlei dieren)
- Remmend op ontwikkeling van aaltjes (bijvoorbeeld wel bladrammenas, maar niet bladkool).

Het zal duidelijk zijn dat vlinderbloemigen, zoals wikke en klavers, voor dit doel geen geschikte vanggewassen zijn omdat ze zelf N toevoegen aan de bodem. Om deze reden zijn ze ook niet als vanggewas na maïsteelt toegelaten.

In de brief van de staatsecretaris aan de tweede kamer van 6 december 2013 (EZ, 2013b) wordt aangegeven dat nog nader te bepalen eiwitgewassen als onderdeel van de invulling van de combinatiepakketten kunnen dienen. Deze eiwitgewassen binden in symbiose met bacteriën stikstof uit de lucht en leggen deze vast in het wortelstelsel. Na de oogst en afsterven van het gewas verteren de wortels en komt een deel van deze N vrij met vooral op zandgronden het risico dat deze N uitspoelt naar het grondwater. Vanggewassen kunnen in herfst en winter een deel van de vrijkomende N opnemen en vastleggen. De in het vanggewas vastgelegde nutriënten komen voor een belangrijk deel in het volgende seizoen weer vrij voor het volggewas, wat ook landbouwkundig gezien positief is en een zekere besparing op bemestingskosten kan opleveren. Bij meerjarige eiwitgewassen is het overigens aan te raden deze pas na de winter te ploegen, zodat de vrijkomende N direct door het volggewas kan worden opgenomen.

Ook voor andere gewassen zoals vlas kan de combinatie met een vanggewas een zinnige optie zijn. Olivlas kan toe met een beperkte bemesting en gewasbescherming. Voor een goede vezelkwaliteit zal men vezelvlas gewoonlijk wel willen bemesten en ook onkruiden willen bestrijden. Door na vlasteelt een vanggewas verplicht te stellen, kan een deel van de reststikstof worden vastgelegd. Dit zou mogelijk ook het in hoofdstuk 5.4 gesignaleerde knelpunt, dat vezelvlas en olivlas niet altijd gemakkelijk te onderscheiden zijn, enigszins kunnen ondervangen.

De teelt van vanggewassen kan ook helpen de onkruiddruk te onderdrukken, waardoor in een vervolggewas minder herbiciden nodig zijn. Andere voordelen van de teelt van vanggewassen zijn de opbouw van organische stof en verbeteren van de bodemstructuur.

Op kleigronden zal men de groundbewerking in het algemeen al voor de winter willen uitvoeren, anders is het risico te groot dat het niet lukt om in het voorjaar een goed zaaibed klaar te maken. Op kleigronden is het uitspoelingsrisico van nitraat geringer (de N eerder via denitrificatie verloren gaan) en zal de noodzaak om een vanggewas te telen minder groot zijn.

Behalve de combinatie hoofdgewas-vanggewas (dus opeenvolging in de tijd) zijn er ook combinaties mogelijk waarbij gelijktijdig een hoofdgewas en een ander gewas of een rand worden aangelegd.

Het op perceelsniveau combineren van twee typen habitat kan resulteren in versterking van de biodiversiteit. Een combinatie van stroken of akkerranden ten behoeve van de biodiversiteit en de teelt van bijvoorbeeld eiwitgewassen op een ander deel van het perceel zoals is ontwikkeld in het concept 'Vogelakkers' is een interessante optie (Wiersma *et al.*, 2014). In dit combipakket zit de combinatie van stroken met natuurbraak afgewisseld met stroken van een (semi-) permanent gewas, zoals rode klaver of luzerne. De stroken met rode klaver of luzerne worden in het groeiseizoen maximaal 3 keer gemaaid (de eerste maaibeurt wordt afgestemd op de broedcyclus van bijvoorbeeld veldleeuwerik). Van de stroken met natuurbraak wordt na afloop van het broedseizoen de helft gemaaid. De gemaaide klaver of luzerne wordt gedroogd en verwerkt tot een eiwit- en structuurrijke brok voor veevoer. Ook uit een inventarisatie naar natuurwaarden in GLB-pilot Winterswijk (Wamelink & Stronks, 2012) bleek dat bouwpercelen met ingezaaide akkerranden (die qua soortensamenstelling lijken op natuurbraak) in vergelijking met maïspcelen veel beter scoren voor broedvogels, vlinders, libellen en sprinkhanen.

Ook combinaties van randen voor versterking van de biodiversiteit en voor buffering tegen afspoeling en uitspoeling van nutriënten naar oppervlaktewater en beperking van drift van gewasbeschermingsmiddelen voorbeelden dat het op perceelniveau combineren van twee typen habitat zowel voor ecologie en milieu voordelen kan hebben.

6.4 Wegingsfactoren

In de EU-verordening 1307/2013 (Europese Unie, 2013b) wordt in art. 46 lid 3 aangegeven dat lidstaten bij het berekenen van het totaal aantal ha's van het ecologisch aandachtsgebied van het bedrijf omzettings- en wegingsfactoren mogen gebruiken. Daarbij wordt verwezen naar bijlage X. Echter als een lidstaat besluit om als invulling van EFA een maatregel aan te merken waarvoor de wegingsfactor van minder dan 1 geldt, dan is de lidstaat verplicht de wegingsfactoren uit bijlage X te gebruiken. De tekst van deze bijlage verkeert nog in conceptstadium (Annex X Conversion and weighting factors referred to in Article 46(3)).

Omzettingsfactoren worden gehanteerd om lengtes van bijv. houtwallen, akkerranden en sloten om te rekenen met vaste breedtematen (van resp. 5, 6 en 3 m) naar m². Wegingsfactoren van 1,5 of 1 gelden voor invullingen van de EFA's waarvan geen enkele productie komt. De door de EU voorgestelde wegingsfactor 0,3 geldt voor equivalente maatregelen voor EFA's die wel (enige) productie leveren zoals stikstofbindende gewassen, stroken subsidiabele ha's met productiegewassen langs bosranden, hakhout met korte omlooptijd (bijv. wilg) en arealen met vanggewassen. In lijn met bovenstaande Europese richtlijnen ligt het voor de hand om voor gewassen die als equivalente maatregel voor invulling van EFA's in aanmerking kunnen komen ook dezelfde wegingsfactor van 0,3 te hanteren.

De staatssecretaris heeft in haar brief van 6 december 2013 (EZ, 2013b) al aangegeven dat Nederland bij de invulling niet kiest voor het inzetten van vanggewassen als zelfstandig maatregel. Zoals in hoofdstuk 6.3 is aangegeven zou aan de toelating van gewassen als equivalente maatregel wel de eis gesteld kunnen worden dat deze gewassen gevolgd worden door een vanggewas. De teelt van het vanggewas wordt daarmee een verplichte combinatie met het hoofdgewas en zou daarom geen eigen wegingsfactor toegekend moeten krijgen (dus geen dubbelteling).

7. Conclusies

Op de vraag vanuit het Ministerie van Economische Zaken of op de in overleg met hen opgestelde lijst (zie hoofdstuk 1.5, tabel 2) gewassen staan die als mogelijke equivalente maatregelen voor ecologische focusgebieden zouden kunnen worden aangemerkt, kan voor een beperkt aantal gewassen positief geantwoord worden.

- De door ons gekozen aanpak met zes criteria waarop de gewassen beoordeeld zijn, is een verregaande versimpeling van de realiteit. Het toekennen van de scores op basis van expert-judgement, eigen interpretaties en de gekozen criteria heeft een arbitrair karakter, maar het is naar onze mening de beste aanpak die, binnen het beschikbare kader van budget, tijd en aanwezige basisgegevens, mogelijk was.
- Bij de vergelijking van de 23 gewassen als mogelijke equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden zien we grote verschillen in de bijdrage die ze aan vergroening kunnen leveren onder de drie scenario's van respectievelijk: geen inzet van gewasbeschermingsmiddelen en bemesting (scenario 1), wel inzet van gewasbeschermingsmiddelen (scenario 2) en bij inzet van zowel gewasbeschermingsmiddelen als bemesting (scenario 3). Hierbij zijn de gewassen met behulp van een scoringsmethode steeds vergeleken met enerzijds wintertarwe en anderzijds braak op hun prestaties op het vlak van natuur en biodiversiteit (kruiden, bloembezoekende insecten, vogels en kleine zoogdieren), landschap en cultuurhistorische waarde, emissiebeperking naar bodem en water, en mitigatie klimaat.
- Meerjarige natuurbraak levert zoals verwacht mag worden de grootste bijdrage aan de vergroeningsdoelen onder alle drie de scenario's. Vooral als natuurbraak een meerjarig karakter krijgt, een kruidenrijk mengsel wordt ingezaaid en het gecombineerd wordt met gefaseerd maaien zal de ecologische waarde van deze vorm van braak flink toenemen. Ook braak met spontane vegetatie heeft een goede ecologische waarde. Bij braak met gras/groenbemester is deze bijdrage geringer.
- Zonder inzet van gewasbeschermingsmiddelen en bemesting (scenario 1) kunnen een flink aantal gewassen (11 van de 23) enige tot een goede bijdrage leveren aan vergroening als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden.
- De teelt van oliegewassen (koolzaad, zonnebloem en olievlas), vezelvlas en wilg leveren bij afwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen en bemesting een goede bijdrage aan vergroening. Boekweit en de eiwitgewassen lupine, rode klaver, rolklaver, esparcette en luzerne zullen naar verwachting enige bijdrage leveren in vergelijking met het referentiegewas wintertarwe.
- Onder scenario 2, het scenario waarbij wel gewasbeschermingsmiddelen mogen worden ingezet, levert geen van de gewassen een goede bijdrage. De oliehoudende gewassen (koolzaad, zonnebloem, olievlas), de eiwitgewassen voor veevoeder (rode klaver, rolklaver, luzerne en esparcette), vezelvlas, het oude cultuurgewas boekweit en het energiegewas wilg leveren onder dit scenario 2 nog enige bijdrage.
- Onder scenario 3 (zowel inzet van gewasbeschermingsmiddelen als bemesting) hebben vergelijkbaar met scenario 2 de eiwitgewassen luzerne, rolklaver, rode klaver, esparcette, olievlas, boekweit en wilg nog enige bijdrage aan vergroening als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden.
- De meerjarige eiwitgewassen luzerne, rode klaver, rolklaver en esparcette zijn gewassen die in elk scenario perspectiefvol zijn als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden. De biodiversiteitswaarde van de meerjarige eiwitgewassen is aanzienlijk groter dan die van de eenjarige vlinderbloemigen. Om de meerwaarde voor biodiversiteit tot zijn recht te laten komen moet het beheer van deze gewassen wel worden aangepast/afgestemd op de eisen van de fauna. Het optimale beheer kan regionaal verschillen, o.a. afhankelijk van de voorkomende soorten. Een bijkomend voordeel is dat deze gewassen een goed oogstbaar en bruikbaar product voor de veehouderij leveren waarbij het zowel als ruwvoer als krachtvoervanger kan worden ingezet.
- Wilg als hakhout met een korte omlooptijd lijkt ook een aantrekkelijk gewas om als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden in aanmerking te kunnen komen en kan ook geteeld worden met een beperkte inzet van gewasbeschermingsmiddelen en bemesting. Dit energiegewas wordt op dit moment op zeer beperkte schaal geteeld in Nederland. Het is een gewas waarmee in Nederland maar beperkte ervaring is opgedaan in de praktijk. Wilg kan bij een lage input aan bemesting en gewasbeschermingsmiddelen een hoge biomassa-productie realiseren, die goed inzetbaar is voor energieopwekking. Op het vlak van biodiversiteit scoort wilg lager dan luzerne.

- Ook de gewassen boekweit en olievlas scoren in alle drie de scenario's bovengemiddeld.
- Een eventuele erkenning van olievlas als equivalente maatregel kan gehinderd worden doordat de gewassen olievlas en vezelvlas veel op elkaar lijken, terwijl voor een goede vezelkwaliteit vezelvlas een hogere inzet van gewasbeschermingsmiddelen en bemesting vraagt dan olievlas.
- Als de toegelaten gewassen geteeld mogen worden met gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en bemesting (scenario 2 en 3), dan zal de ecologische meerwaarde beperkter blijven dan potentieel mogelijk is (scenario 1) en ook het door de EU beoogde vergroeningseffect niet bereikt worden.
- Omdat na de teelt van vlinderbloemigen, maar ook na vlas en andere gewassen reststikstof in het profiel zal achterblijven, wordt geadviseerd om op uitspoelingsgevoelige gronden de gewassen die toegelaten worden als equivalente maatregel voor EFA's altijd verplicht te combineren met een niet-vlinderbloemig vanggewas in herfst en winter, zoals dat nu ook al na maïsteelt verplicht is in Nederland.
- De ecologische meerwaarde die met EFA's bereikt kan worden voor flora en fauna hangt in belangrijke mate af van de oppervlakte en kwaliteit van de habitat, de ruimtelijke ligging van de habitat in het landschap en de mate waarin de habitats met elkaar verbonden zijn. Deze vier factoren bepalen voor allerlei organismen of ze zich goed kunnen verspreiden, of ze genoeg voedsel, schuil- en rustplaatsen kunnen vinden, en of ze zich kunnen reproduceren om uiteindelijk een levensvatbare populatie op te bouwen.
- Veel onderzoek en praktijkervaringen laten zien hoe essentieel het beheer is voor de verhoging van biodiversiteit in landbouwgebieden. Dit zal ook gelden in ecologische aandachtsgebieden. Het lijkt onvermijdelijk dat er aan dit beheer voorwaarden worden gesteld.
- Van combinatiepakketten zoals de combinatie van gewassen waarbij bijvoorbeeld luzerne en natuurbraak naast elkaar liggen en volgens bepaalde richtlijnen worden beheerd (het concept Vogelakkers) wordt verwacht dat het een extra bijdrage aan vergroening levert ten opzichte van de afzonderlijke maatregelen.
- In lijn met de Europese richtlijnen ligt het voor de hand om voor gewassen die als equivalente maatregel voor invulling van EFA's in aanmerking kunnen komen dezelfde wegingsfactor van 0,3 te hanteren als voor andere EFA maatregelen die (enige) productie leveren.
- Tijdens onze studie zijn geen andere gewassen naar voren gekomen waarvan we verwachtten dat ze op grotere schaal de komende jaren in aanmerking zouden kunnen komen als equivalente maatregel.

Referenties

1. Agridea, 2012. Accessed on 4-2-2014 at:
http://www.bioaktuell.ch/fileadmin/documents/ba/tierhaltung/FT_Esparcette-Anbau-2012-D.pdf.
2. AgriHolland, 2012a. Alternatieve gewassen: dossier Verbrede landbouw. Geraadpleegd 12-09-2012. www.agriholland.nl/dossiers/verbredelandbouw/gewassen.
3. AgriHolland, 2012b. De boer als energie- en biobrandstoffenteler: dossier Biobrandstoffen en Duurzame Energie. Geraadpleegd 19-09-2012.
www.agriholland.nl/dossiers/biobrandstoffen/agrarischesector.
4. AgriHolland, 2013. www.agriholland.nl/dossiers/verbredelandbouw/gewassen.
5. Albrecht, H., 2003. Suitability of arable weeds as indicator organisms to evaluate species conservation effects of management in agricultural ecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 98: 201-211.
6. Altieri, M.A., 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74: 19-31.
7. Anbauanleitung für Sojabohnen.
2012. http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/anbauanleitung_fuer_sojabohnen_2012_lang.pdf.
Geraadpleegd op 4-2-2014.
8. Arisz, J. & Koks, B., 2008. Wintervoedsel voor akkervogels in Groningen en Drenthe. *De levende natuur*, 109: 246-247.
9. Batáry, P., Báldi, A., Sárospataki, M., Kohler, F., Verhulst, J., Knop, E., Herzog, F. & Kleijn, D., 2010a. Effect of conservation management on bees and insect-pollinated grassland plant communities in three European countries. - *Agriculture, Ecosystems and Environment* 136: 35-39.
10. Batáry, P., Matthiesen, T. & Tschardt, T., 2010b. Landscape-moderated importance of hedges in conserving farmland bird diversity of organic vs. conventional croplands and grasslands. - *Biological Conservation* 143: 2020-2027.
11. Bayern, 2011. http://www.lfl.Bayern.de/ipz/Leguminosen/16765/Sojsbohnenanbau_2011.pdf
12. Belder, E. den, Landure, J., Elderson, J., Vlaswinkel, M.E.T., Willemse, J., Alebeek, F.A.N. van, Rijn, P. van & Gulp, H. van, 2008. Green bridges over the winter consequences for Brassica pests. *IOBC/WPRS Bulletin* 31: 29 - 32.
13. Bianchi, F.J.J.A., Mikos, V.; Brussaard, L., Delbaere, B. & Pulleman, M.M., 2013. Opportunities and limitations for functional agrobiodiversity in the European context. *Environmental Science & Policy* 27: 223 - 231.
14. Björkman, T., 2010. Buckwheat Production: Planting. Agronomic factsheets. Number 50. Cornell University. Accessed online on 4-2-2014 at: <http://www.thebirkettmills.com/nutrition-facts/factsheet50.pdf>.
15. Boer, H.C. de, Duinkerken, G. van, Philipsen, A.P. & Schooten, H. van, 2003. Alternatieve voeder gewassen. Rapport Rundvee 27. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
16. Boosten, M. & Jansen, P.A.G., 2010. Flevo-energiehout; Resultaten van groei- en opbrengstmetingen en biodiversiteitsmonitoring 2006-2008 Stichting Probos, Wageningen.
17. Boosten, M. & Oldenborger, J., 2011. Kansen voor de aanleg van wilgenplantages in Nederland. Probos, Wageningen. 53 p.
18. Bos, J.F.F.P., Sierdsema, H., Schekkerman, H. & Scharenburg, C.W.M. van, 2010. Een veldleeuwerik zingt niet voor niets!. Rapport 107. WOt Natuur & Milieu, Wageningen.
19. Broekema, R. & Smale, E., 2011. Nulmeting Peulvruchten. Inzicht in milieueffecten en nutritionele aspecten van peulvruchten. Blonk Milieu Advies BV, Gouda.
20. Buskirk, J. & Willi, Y., 2004. Enhancement of Farmland Biodiversity within Set-Aside Land. *Conservation Biology* 19: 987-994.
21. Buys, J., Oosterveld, E. & Ellenbroek, F., 1996. Kansen voor natuur bij braakligging. CLM rapport 253.
22. Caslin, B. *et al.*, 2010. Miscanthus best practice guideline. Teagasc, Crops Research Centre, Oak Park, Carlow. 46 p.
23. CBI, 2011. Sunflower oil in France. 3 p. <http://www.cbi.eu>.
24. CBS, 2012. Statline database. Geraadpleegd 12-09-2012. www.statline.cbs.nl.
25. CLM, 2013. Milieumeetlat, open teelten. CLM. www.milieumeetlat.nl.

26. Dinkelbach, L., Doorn, J. van Jansma, R., Raad, A., de Jager, J., Meeusen-van Onna, M.J.G Huisman, W., Heineman, A., Annevelink, E. & Kasper, G.J., 1999. Mogelijkheden voor kostenreductie bij energieteelt. EWAB-rapport 9903. Utrecht, Novem.
27. Doorn, A.M. van, Melman, T.C.P., Geertsema, W., Elbersen, B.S., Prins, H., Stortelder, A.H.F. & Smidt, R.A. 2012. Vergroening van het GLB door Ecological Focus Area's. Rapport 2296, Alterra, Wageningen.
28. Doorn, A. van, Vullings, W., Breman, B., Elbersen, B., Meijer, M., Naeff, H., Korevaar, H., Kuhlman, T., Polman & N., 2013. Nationale invulling vergroening GLB. Rapport 2478 Alterra, Wageningen.
29. Donald, P. F., Green, R. E. & Heath, M. F., 2001. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proc. Roy. Soc. Lond.*, 268: 25–29.
30. Doxa, A., Bas, Y., Paracchini, M., Pointereau, P., Terres, J. & Jiguet, F., 2010. Low - intensity agriculture increases farmland. *J. Appl. Ecol.*, 2010: 1348-1356.
31. Duyvesteijn, R., Breeuwsma, S., Bent, Jan van der & de Boer, M., 2009. Beheersing van valse meeldauw in zonnebloemen; middelen en coatings. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit PPO nr32 340630 00.
32. EEA, 2007. Technical report No 12/2007. Estimating the environmentally compatible bioenergy potential from agriculture. European Environment Agency. Kopenhagen. 135 p.
33. Ercin, A. *et al.*, 2012. The water footprint of soy milk and soy burger and equivalent animal products. *Ecological Indicators* 18: 392–402.
34. Esch, J. van, Jansen, J. & Schroen, F., 2005. Evaluatie cross-compliance in zetmeelaardappelen, mais en zwarte braak. LNV, 19p.
35. Europese Unie, 2013a, Verordening Nr. 1306/2013 inzake de financiering, het beheer en de monitoring van het gemeenschappelijk landbouwbeleid. Europees Parlement en Raad van de Europese Unie, Brussel.
36. Europese Unie, 2103b. Verordening Nr. 1307/2013 tot vaststelling van voorschriften voor rechtstreekse betalingen aan landbouwers in het kader van de steunregelingen van het gemeenschappelijk landbouwbeleid. Europees Parlement en Raad van de Europese Unie, Brussel.
37. EZ 2013a. Verslag Landbouw- en Visserijraad 24 en 25 juni 2013. Brief van Staatssecretaris van Economische Zaken aan Voorzitter van de Tweede Kamer. DGA-ELV/13111918. 26 juni 2013, Ministerie van EZ, Den Haag.
38. EZ 2013b. Implementatie Gemeenschappelijk Landbouwbeleid. Brief van Staatssecretaris van Economische Zaken aan Voorzitter van de Tweede Kamer DGA-ELV/13196008. 6 december 2013, Ministerie van EZ, Den Haag.
39. EZ, 2014. Vanggewas na maïs. Ministerie van EZ, Den Haag. <http://www.hetInVloket.nl/onderwerpen/mest/dossiers/dossier/scheuren-van-grasland-en-vanggewassen/vanggewas-na-mais>
40. Felten, D., Froba, N., Fries, J., & Emmerling, C., 2013. Energy balances and greenhouse gas-mitigation potentials of bioenergy cropping systems (*Miscanthus*, rapeseed, and maize) based on farming conditions in Western Germany. *Renewable Energy*, 55, 160-174.
41. Flade, M., H. Plachter, R. Schmidt, Werner, A., 2006. *Nature Conservation in Agricultural Ecosystems*. Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim, 706p.
42. Flade, M., Grüneberg, C., Sudfeldt, C. & Wahl, J., 2008. Birds and Biodiversity in Germany – 2010 Target. DDA, NABU, DRV, DO-G, Münster.
43. Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., Emmerson, M., Morales, M.B., Ceryngier, P., Liira, J., Tschardtke, T., Winqvist, C., Eggers, S., Bommarco, R., Pärt, T., Bretagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L.W., Dennis, C., Palmer, C., Oñate, J.J., Guerrero, I., Hawro, V., Aavik, T., Thies, C., Flohre, A., Hänke, S., Fischer, C., Goedhart, P.W., Inchausti, P., 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology*, 11(2), 97-105.
44. Grady, K., 2011. Sunflower production. SDSU Plant Science Department, Univ. Dakota. 11 p.
45. Groningen, E. van & Wilterdink, R., 2002. Teelthandleiding vezelhennep. CAH Dronten.
46. Halling, M., Hopkins, A., Nissinen, O., Paul, C., Tuori, M. & Soelter, U., 2002. Forage legumes – productivity and composition. Legume silages for animal production: LEGSIL Proceedings of an International Workshop supported by the EU and held in Braunschweig, 8-9 July 2001. Accessed on 4-2-2012 at: <http://www.ffe.slu.se/Eng/G6/Legsil/LegsilHome.htm>
47. Henderson, I.G., Cooper, J., Fuller, R.J. & Vickery, J., 2000. The relative abundance of birds on set-aside and neighbouring fields in summer. *Journal of Applied Ecology*, 37: 335-347.

48. Hoff, J. van 't, 2010a. Akkervogels in trioranden 2009. Onderzoek naar het effect van trioranden, als verbeterde versie van duoranden, op akkervogels van het Hogeland. Wierde & Dijk, 29p.
49. Hoff, J. van 't, 2010b. Wintervogels in natuurbraak. Wierde & Dijk, 32p.
50. Innovatief Platteland, 2012. <http://www.innovatiefplatteland.nl/files/Boekweit.pdf>.
51. Jones, G.A. & Sieving K.E., 2006. Intercropping sunflower in organic vegetables to augment bird predators of arthropods. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 117: 171-177.
52. Klaassen, R.H.G., Schlaich, A., Franken M., Bouten, W., & Koks, B. J., 2013. Onderzoek ten behoeve van natuurbeheer; GPS-loggers helpen begrijpen waarom Grauwe Kiekendieven profiteren van natuurbeheer in het Oost-Groningse akkerland. *De Levende Natuur*, in voorbereiding.
53. Koks, B. & Scharenburg, K. van., 1997. Meerjarige braaklegging: een kans voor vogels, in het bijzonder de grauwe kiekendief! *De levende natuur* 98: 218-222.
54. Koks, B. J., 2008. Case: Beschermingsproject Grauwe kiekendief als opmaat voor effectieve akkervogelbescherming *De levende natuur*. 109: 109-112.
55. Korevaar, H., 2012. Invulling van vergroeningsprestatie in Ecologische aandachtsgebieden. *Plant Research International*, Wageningen.
56. Kuiper, L., 2003. Samenvatting van de resultaten van zes jaar onderzoek naar energieteelt. Wageningen, Centrum voor Biomassa Innovatie.
57. KWIN Akkerbouw, 2009. Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt 2009. Publicatie 383, PPO-AGV, Lelystad.
58. KWIN AGV, 2012. Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt 2012. Publicatie 486, PPO-AGV, Lelystad.
59. Lamont, J.L., 2005. Koolzaad: van zaad tot olie. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap – Beleidsdomein Landbouw en Visserij, België. 52 p.
60. Landis, D.A., Gardiner, M.M., Werf, W.v.d. & Swinton, S.M., 2008. Increasing corn for biofuel production reduces biocontrol services in agricultural landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(51), 20552-20557.
61. Le Feón, V., Schermann-Legionnet, A., Delettre, Y., Aviron, S., Billeter, R., Bugter, R., Hendrickx, F., Burel, F., 2010. Intensification of agriculture, landscape composition and wild bee communities: A large scale study in four European countries. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 137: 143-150.
62. LEI/CBS, 2012. Land- en tuinbouwcijfers 2012. Gewasarealen. Geraadpleegd 12-09-2012. www.cbs.nl
63. Leijsen, A. van, 2011a. Teelthandleiding Veldboon. DLV Rundvee Advies, Heerenveen/Deventer/Uden/Linschoten.
64. Leijsen, A. van, 2011b. Teelthandleiding Lupine. DLV Rundvee Advies, Heerenveen/Deventer/Uden/Linschoten
65. Lemke, A., A. Kopp & Poehling, H. M., 2000. Die Bedeutung dauerhafter Saumstrukturen für die Biodiversität in der Agrarlandschaft. In: Nentwig, W. Streifenformige ökologische Ausgleichsflächen, Bern, Schweiz.
66. Linz, M., 2012. Evaluation of elevated bait trays for attracting blackbirds (Icteridae) in central North Dakota. *Crop Protection* 41: 30-34.
67. Liebhard, P., 2007. Energieholz im Kurzumtrieb. Rohstoff der Zukunft. Graz, Leopold Stocker Verlag. Species diversity of entomophilous plants and flower-visiting insects is sustained in the field margins of sunflower crops. *Journal of Natural History*, Vol. 47: 139–165.
68. Louis Bolk Instituut, 2013. Project Klaver en klimaat. <http://www.klaverklimaat.nl/>. Geraadpleegd op 4-2-2014.
69. Manhoudt, A.G.E. & Snoo, G.R. de, 2003. A quantitative survey of semi-natural habitats on Dutch arable farms. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 97: 235-240.
70. Michalová, A., 1999. Minor Cereals and pseudo cereals in Europe. Report of a network coordinating group om minor crops.
71. Montford, S. & Small, E., 1999. Measuring harm and benefit: The biodiversity friendliness of *Cannabis sativa*. *Global Biodiversity* 8: 2-13.
72. NABU, 2013. Naturverträgliche Nutzung ökologischer Vorrangflächen – ein Mehrwert für Biodiversität und Landwirtschaft? Naturschutzbund Deutschland, Berlin.
73. NVWA, 2012. Aantrekkelijkheid van landbouwkundige gewassen voor honingbijen voor het verzamelen van nectar en/of pollen. 23 p.
74. Offermann, F., 2003. Quantitative Analyse der sektoralen Auswirkungen einer Ausdehnung des ökologischen Landbaus in der EU. *Berliner Schriften zur Agrar- und Umweltökonomik*. Berlin.

75. Paauw, J.G.M., 2005. Teelthandleiding vezelvlas. PPO-AGV. Geraadpleegd 12-09-2012 www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/teelthandleiding-vezelvlas.
76. Probos, 2012. Tijd rijp voor wilgenenergieplantages. Bosberichten 2012 nr.1. Stichting Probos, Wageningen.
77. Pude, R. 2010. Miscanthus Umwelt-und Nutzungsaspekte. Publikation Universität Bonn-ILB, Germany. 94p.
78. Rijn, P. & Wäckers, F.L., 2007. Bloemrijke akkerranden voeden natuurlijke vijanden. Ent. Ber. 67: 226-231.
79. Rüdelsheim, M. & Smets, G., 2012. Baseline information on agricultural practices in the EU Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Perseus, Belgie. 43 p.
80. Sage, R. *et al.*, 2010. The environmental impacts of biomass crops: use by birds of miscanthus in summer and winter in southwestern England. Ibis 152: 487–499.
81. Schans, D.A. van der, 1998. Teelthandleiding Luzerne. PPO-AGV, Lelystad. Geraadpleegd 18-10-2012 <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/teelthandleiding-luzerne>.
82. Schöne, F., Oppermann, R., Gelhausen, J., Dziewiaty, K. & Bernardy, P., 2013. Naturverträgliche Nutzung ökologischer Vorrangflächen. NuL 45: 133-139.
83. Semere, T. & Slater, F., 2007a. Ground flora, small mammal and bird species diversity in miscanthus (*Miscanthus giganteus*) and reed canary-grass (*Phalaris arundinacea*) fields. Biomass and Bioenergy 31: 20–29.
84. Semere, T. & Slater, F., 2007b. Invertebrate populations in miscanthus (*Miscanthus giganteus*) and reed canary-grass (*Phalaris arundinacea*) fields. Biomass and Bioenergy 31: 30–39.
85. Slater, F., 2012. Biodiversity and Energy Crops in Wales. Bulletin of the Institute of Ecology and Environmental Management, 78: 49.
86. Smith, R. & Slater, F.M., 2010. The effects of organic and inorganic fertilizer applications to *Miscanthus giganteus*, *Arundo donax* and *Phalaris arundinacea*, when grown as energy crops in Wales, UK. GCB Bioenergy, 2(4), 169-179.
87. Steen, S. van der, 2014. Lijst aantrekkelijkheid Nederlandse gewassen voor honingbijen. 42 p.
88. Stoate, C., Boatman, N.D., Borralho, R., Rio Carvalho, C., Snoo, G. de & Eden, P., 2001. Ecological impacts of arable intensification in Europe. J. Environ. Management, 63: 337–365.
89. Thies, K., Haenke, S., *et al.*, 2011. The relationship between agricultural intensification and biological control: experimental tests across Europe. Ecol. Applications 21: 2187–2196.
90. Timmer, R.D., Korthals, G.W. & Molendijk, L.P.G., 2004. Teelthandleiding groenbemesters – rode klaver. PPO-AGV, Lelystad. Accessed on 4-2-2014 at: <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/teelthandleiding-groenbemesters-rode-klaver>
91. Tolhurst, B.A., Allan, I.U., Glass, D., Atkins, P.J., Morvan, C., Duriatti, D. & Mikhailovsky, S.V., 2013. Does flax *Linum usitatissimum* positively impact populations of declining farmland birds? Bird Study, DOI: 10.1080/00063657.2013.862785.
92. Torretta, J. & Poggio, S., 2013. Species diversity of entomophilous plants and flower-visiting insects is sustained in the field margins of sunflower crops.
93. Tuck, S.L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L.A. & J., 2014. Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: hierarchical meta-analysis. J. Appl. Ecol. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2664.12219/pdf>
94. Voort, M.P.J. van der, Timmer, R.D., Geel, W. van, Runia, W & Corré, W.J., 2008. Economie van energiegewassen. Rapport 32500608. PPO-AGV, Lelystad. 76 p.
95. Voort, M.P.J. & Meuffels, G.J.H.M. van der, 2012. Duurzaamheidsresultaten koolzaadtelers. PPO-AGV, WUR. PPO nr. 3250034804, 19 p.
96. Wamelink, S.J.J. & D.J. Stronks, 2012. Monitoring natuurwaarden GLB pilot Winterswijk. Rapport 1267. Stichting Staring Advies, Zelhem.
97. Wiersma, P., Ottens, H.J., Kuiper, A., Schaich, A.E., Klaassen, R.H.G., Vlaanderen, O., Postma, M., Koks, B.J., 2014. Analyse effectiviteit van het akkervogelbeheer in de Provincie Groningen. Evaluatierapport. Rapport Stichting Werkgroep Grauw Kiekendief. 216 p.
98. Winqvist, C., Ahnström & Bentsson, J., 2012. Effects of organic farming on biodiversity and ecosystem services: taking landscape complexity into account Ann. N.Y. Acad. Sci. 1249: 191- 203.
99. Wilson, J.D., Morris, A.J., Arroyo, B.E., Clark, S.C. & Bradbury, R.B., 1999. A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. Agriculture, Ecosystems and Environment, 75: 13–30.

Bijlage 1

Oppervlakte, productie en saldo van gewassen die mogelijk in aanmerking komen als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden

Gewas	Gangbaar-biologisch	Geteelde oppervlak (ha)	Bron	Specificatie	Product (ton/ha)¹	Droge stof opbrengst (ton ds/ha)	Saldo berekening (€)		Saldo op basis van eigen mechanisatie (€)	Saldo op basis van loonwerk (€)	Arbeidsbehoefte (uren)	Variatie in bouwplan	Bron
							bruto opbrengst	toegerekende kosten					
wintertarwe	G	135.635	24	klei	9,2 + 4,6		1840	693	1147		10	in rotatie	58
	G			zand	7,3 + 3,7		1464	722	742		11		58
	B	754	24		6,5 + 4		1840	435	1405	924	19		E-J
boekweit	G	g.g.		humieuze grond	1,7							in rotatie	
soja	G	33	24	veevoer, opwarmende bodem	2,5 + 6 gps	2,3	1620	376	1244	1244	5	in rotatie	E-J
	G			olie	3,2 + 2,5								E-J
	B	0	24	zandig-kleig-leem	2,4		?	?	?	?	?		E-J
koolzaad (winter)	G	2.112	24	hoofdproduct	3,9 + 2,7		1317	606	711	501	10	vereist ruime vruchtwisseling	58
	B	17		hoofdproduct olie h.c.	2,6 + 2		1449	231	1217	831	?		
zonnebloem	G	348	24	covergisting	9		698	493	205	-315 -afvoer		in rotatie	94
	B	16	24										
olefias	G	31	24		2,5 + 4,0		1435	469	966	501	?		94
	B	1	24										
voedererwten	G	3.041	24	groene erwten, klei	7 + 2,2	7	2660	554	2106	1.301	7	vereist ruime vruchtwisseling	58
	G			geogst als GPS	7,5		606	1.051		445			15 2
	B	?											
veldbonen	G	303	24	klei	5,9		767	805	-38	-153	10	vereist ruime vruchtwisseling	57
	B	28			3,55		700.1000	432.530	268.470		11-18		E-J
lupine	G	29	24	krachtvoer	3,5	3,5	717	871		-154		vereist ruime vruchtwisseling	15 ²
	G			ruwvoer	?	7	598	1.095		497			15 ²
	B	34	24		?								
rode klaver	G	g.g.		rode en witte	20	2,6	0	91	-91		4	vereist ruime vruchtwisseling	58
	B	g.g.		rode en witte	?		0	109	-109		2		58
wikke	G	g.g.			20-30	3	0	211	-211		3	vereist ruime vruchtwisseling	58
	B	g.g.			?		0	209	-209		2		
rolklaver	G	g.g.			?	4,5-8,5						vereist ruime vruchtwisseling	
	B	g.g.			?								
esparcette	G	g.g.			?	6,0-10,0						4jarige teelt	58

Gewas	Gangbaar- biologisch	Geteelde oppervlak (ha)	Bron	Specificatie	Product (ton/ha) ¹	Droge stof opbrengst (ton ds/ha)	Saldo berekening (€)		Saldo op basis van eigen mechanisatie (€)	Saldo op basis van loonwerk (€)	Arbeids- behoefte (uren)	Variatie in bouwplan	Bron
							bruto opbrengst	toegerekende kosten					
luzerne	G	5.500	24	klei	?	14	980	296	684		7	4 jarige teelt	58
	G			zand	?	16	1653	608	1045	507			94
	B	1.291	24	klei, 2jarig voeder	?	10 en 14,3	960	177	783		5		58
linzen	G	g.g.			1,2-1,4							vereist ruime vruchtwisseling	
	B	g.g.			?								
klikkerwitten	G	g.g.			1-1,5							vereist ruime vruchtwisseling	
	B	g.g.			?								
bruine bonen	G	1.800	24	klei	?	3,3	2376	943	1433	1233	7		58
kapucijners grauwe erwt	B	390	24		?								
peulen/dopenwitten	G	3.167		dopenwitten	7		2660	554	2106	1301	7		57
	B	415	24	groene erwt	4,5		3600	52	3548	2483	31		58
stamperziebonen	G	2.400	24	zand	14		2100	660	1434	698	9	vereist ruime vruchtwisseling	58
	B	296	24	zand, vers	7,5		7500	1043	6457	6317	246		
	B			klei, industrie	10		3500	152	3348	2423	47		
vezelmas	G	2.076	24	vezelmas	5,0		1000	370	630		11	vereist ruime vruchtwisseling	58
hennepe	G	1.246	24	vezelhennepe	6,3		699	373	326		6	geen specifieke eisen	58
	G			zand	7,3 + 3,7		1464	722	742		11		58
	G			zand	5,9 + 3,0		1332	520	812		13		58
	G			zand		16,0	2240	658	1582	1152	10		58
	G			oliehennepe	1 + 7		1095	342	753	288	?		94
brandnetel	G	18	24	humeuze grond	0,5-0,8 vezel							ongeveer 5 jaar	
	B		?										
wilg	G	50				5,0-18,0						minstens 10 jarige teelt	17
	B		?										
miscanthus	G	50			20	15	777	580	197	-107		minstens 10 jarige teelt	77
braak spontane vegetatie, groene- ennaturbraak	G	7.384	24		0	0						ingepast in rotatie	
	B	455	24										

g.g. = geen gegevens; E-J = Expert judgement

¹ hoofdproduct en stro; ² rapport uit 2003, daardoor zijn saldoberekeningen gedateerd; ook berekeningswijze verschilt van de andere bronnen; ³ 1e en 2e jaar

Bronnen: 15: de Boer et al., 2003; 17: Boosten & Oldenborger, 2011; 24: CBS, 2013; 57: KWIN Akkerbouw, 2009; 58: KWIN AGV, 2012; 77: Pude, 2010; 94: van der Voort et al., 2008

Bijlage 2

Milieu en klimaat aspecten van gewassen die mogelijk in aanmerking komen als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden

Gewas	Gangbaar biologisch	Kunstmestgebruik (kg ha ⁻¹)	Specificatie	Brandstof verbruik l ha ⁻¹	Bron	Bruto energie ¹ GJ ha ⁻¹	Energie verbruik totaal ² GJ ha ⁻¹	Netto energie ³ GJ ha ⁻¹	Energetisch rendement ⁴ %	BKG-emissie reductie ⁵ kg CO ₂ -eq ha ⁻¹	BKG rendement ⁶ %	Bron	Specificatie
wintertarwe	G	210 N	klei	142	57	94,2	58,8	35,4	38	806	12	58	elfhand
						190,9	66,1	124,8	65	6349	60	58	+resten+stro
	G	170N, 70K ₂ O	zand	161	57	81,6	52,8	28,9	35	399	6	94	elfhand
	B	rundermest 25 m ³		81	E-J	166,8	58,9	107,9	65	5292	49	94	+resten+stro
boekweit	G	0,20 N, 0,35 P ₂ O ₅ , 0,35 K ₂ O		?		?	?						
soja	G	0,70 N, 35 P ₂ O ₅ , 35 K ₂ O	veevoer	150	E-J	n.v.t.							
	G	150N, 51 P ₂ O ₅ , 51 K ₂ O	olie	78		26,1	14,9	11,2	43	1010	63	94	bio diesel
	G		olie			94,2	20,9	73,3	78	4328	73	94	bio diesel resten/stro
koolzaad	B	1 N (org compost), 11 (ruwP), 25 K ₂ SO ₄		?								33	
	G	175 N, 100 P ₂ O ₅ , 200 K ₂ O	olie	91		65,7	34,5	31,1	47	1218	25	94	bio diesel
	G					132,7	44,4	88,3	66	3981	45	94	bio diesel resten/stro
zomer koolzaad	B	135 N, totaal runderdrijmest, 52 P, 95 K virassekalf		41		n.v.t.						94	
zomerbloem	G	100N 80, P ₂ O ₅ , 130 kg K ₂ O	zomer	41		n.v.t.						94	
	B	100N runderdrijmest, 42, P, 75 virassekalf		105		80,5	17,6	62,9	78	2951	62	94	covergisting
	B	0		?									
olefias	G	45N, 50P ₂ O ₅ , 30K ₂ O	olefias	99	E-J	44,3	23,3	21,0	47	1881	37	94	bio diesel
voedererwten	G	105P ₂ O ₅ , 80K ₂ O	groene erwten, klei	150	57	118,6	32,0	86,6	73	4872	59	94	+resten+stro
	B	?		?		n.v.t.							
veldbonen	G	119P ₂ O ₅ , 93K ₂ O	klei	192	57	n.v.t.							
	B	1,4 eenh P ₂ O ₅ , 8,3 eenh K ₂ O		?	E-J								
lupine	G	70P ₂ O ₅ , 110 K ₂ O		?	15	n.v.t.							
	B	?		?									
rode klaver	G	0		13	57	n.v.t.							

Gewas	Gangbaar biologisch	Kunstmestgebruik (kg ha ⁻¹)	Specificatie	Brandstof verbruik l ha ⁻¹	Bron	Bruto energie ¹ GJ ha ⁻¹	Energie verbruik totaal ² GJ ha ⁻¹	Netto energie ³ GJ ha ⁻¹	Energetisch rendement ⁴ %	BKG-emissie reductie ⁵ kg CO ₂ -eq ha ⁻¹	BKG rendement ⁶ %	Bron	Specificatie
	B	0		22	57	n.v.t.							
wikke	G	0		24	57	n.v.t.							
	B	0		22	57	n.v.t.							
roklaver	G	0		?									
	B	0											
esparcette	G	40 P ₂ O ₅ , 70 K ₂ O											
	B	?											
luzerne	G	80 K ₂ O	klei	83	57	n.v.t.							
	B	0	2-jarig, voeder	53	57	n.v.t.							
linzen	G	34 P ₂ O ₅ , 51 K ₂ O											
	B	?											
klkierewten	G	30 P ₂ O ₅ , 45 K ₂ O											
	B	?											
Brune bonen kapucijners	G	135 N, 85 P ₂ O ₅ , 80 K ₂ O		67	57								
	B	?											
peuljen/doperwten	G	20 N, 105 P ₂ O ₅ , 80 K ₂ O	doperwt klei	66	57	n.v.t.							
peuljen/doperwten	G	20 N, 0 P ₂ O ₅ , 70 K ₂ O	doperwt zand	75	57	n.v.t.							
peuljen/doperwten	B	0	doperwt klei	55	57	n.v.t.							
stamperziebonen	G	130 N, 0 P ₂ O ₅ , 70 K ₂ O		108	57								
	B	runderdijfmest	versmarkt	164	57								
	B	runderdijfmest	industrie	58	57								
vezelwas	G	40 N, 40 P ₂ O ₅ , 50 K ₂ O	vezelwas	105	57	n.v.t.							
	B	?		?									
hennep	G	120 N, 70 P ₂ O ₅ , 160 K ₂ O	vezel	73	57	n.v.t.							
	G	120 N, 70 P ₂ O ₅ , 120 K ₂ O	olie	52	94	14,4	9,5	4,9	32	-300	-28	94	
	G		stro			111,2	25,8	95,1	79	4233	58	94	
	B	?											
brandnetel	G	?											
	B	?											
wilg	G	?		?	17		zeer variabel					17	
	B	?											
miscanthus	G	80 N, 13 P ₂ O ₅ , 75 K ₂ O ⁷		108	94	199,2	26,9	172,2	86	9363	80	94	covergisting
	B	stalmest				161,5	24,9	136,6	85	7286	76	94	verbranding
braakmet	G/B	0		?		n.v.t.				?			

Gewas	Gangbaar biologisch	Kunstmestgebruik (kg ha ⁻¹)	Specificatie	Brandstof verbruik l ha ⁻¹	Bron	Bruto energie ¹ GJ ha ⁻¹	Energie verbruik totaal ² GJ ha ⁻¹	Netto energie ³ GJ ha ⁻¹	Energetisch rendement ⁴ %	BKG-emissie reductie ⁵ kg CO ₂ -eq ha ⁻¹	BKG rendement ⁶ %	Bron	Specificatie
spontane vegetatie													
groene braak	G/B	0		?		n.v.t.				?			
natuurbraak	G/B	0		?		n.v.t.				?			

g.g. = geen gegevens; E-J = Expert judgement

- bruto energie: de hoeveelheid fossiele energie die bruto bespaard kan worden door inzet van betreffende gewas voor productie van energie*
- energie verbruik: alle energie die verbruikt wordt bij teelt, transport, omzettingen en distributie van bio energie, inclusief productie en transport van hulpmiddelen zoals kunstmest en machines*
- netto energie: bruto energie - energie verbruik; energie rendement:*
- energetisch rendement: netto energie gedeeld door bruto energieproductie*
- BKG-emissiereductie: balans van verminderde CO₂ emissie door besparing op gebruik fossiele energie en de CO₂ + N₂O emissie (omgerekend naar CO₂ equivalenten) bij productie bio energie*
- BKG-rendement: netto broeikasgassen emissiereductie gedeeld door bruto broeikasgassen emissiereductie*
- beperkte afvoer via gewas (50 kg N, 25 P₂O₅, 175 K₂O/ha) recycling door mineralisatie van oogstresten (9)*

Bronnen: 15: de Boer et al., 2003; 17: Boosten & Oldeborger, 2011; 33: Ercin et al, 2012; 57: KWIN Akkerbouw, 2009; 58: KWIN AGV, 2012; 94: van der Voort et al., 2008.

Bijlage 3

Gewasbeschermingsaspecten van gewassen die mogelijk in aanmerking komen als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden

Gewas	Specificatie	Werkzame stof ¹ (kg/ha)	Milieubelastingspunten ²			Bron	Opmerkingen
			Waterleven	Bodemleven	Grondwater		
wintertarwe	klei (ZW Ned. en IJs. Polders)	1.92	1.399	287	112	58	
boekweit	zand	2.53	2553	240	405	58	
soja	zand, dalgronden	0	0	0	0	14	
(winter)koolzaad	veevoer	2.98	90	29	128	E-J	
zonnebloem		0.31	822	22	28	58	
olievlas		1.54	31	16	1		onkruidbestrijding met Dual Gold voor opkomst
voedererwten	4	5.69	4	16	61	94	
veldbonen	groene erwten, klei	2.05	557	280	47	58	
lupine	klei	1.43	80 ²	1.39	19	57	
rode klover		1.05	8	7	44	64	onkruidbestrijding vergelijkbaar aan erwenteelt
wikke		0	0	0	0	58	
roiklover		0	0	0	0	58	
Esparcette		0	0	0	0		
luzerne	klei	0.76	4	26	1	58	
linzen		129	20	8	35	58	idem als bruine boon
bruine bonen/ kapucijners/grauwe boon	klei	129	20	8	35	58	
peulen/doperwten	klei & zand	2.05	557	280	47	58	
stamsperziebonen	zand	3.42	412	114	31	58	
vezelvlas		1.55	1007	9	284	58	
hennep		0	0	0	0	58	niet nodig, in natte zomers vatbaar voor <i>Botrytis</i>
wilg		0.4	25	3	1	76	
miscanthus	10 jarige teelt	0.4	25	3	1	77	na aanleg, na 2 ^e jaar niet meer nodig
groene braak spontane vegetatie	n.v.t.	0	0	0	0		
groene braak met groenbemester	n.v.t.	0	0	0	0		
natuurbraak	n.v.t.	0	0	0	0		

¹ Hoeveelheid werkzame stof en milieubelastingspunten zijn berekend met milieumeetlat van CLM (25) op basis van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in KWIN en andere bronnen.

Bij de berekeningen is uitgegaan van gronden met 3-6% organische stof.

² In 2013 is in de Milieumeetlat van het CLM is de norm voor waterleven veranderd van 10 naar 100 milieubelastingspunten en daarmee gelijk gesteld aan die van bodemleven en grondwater. De MBP waterleven zijn om die reden voor alle middelen een factor 10 hoger geworden. Daar waar nog gebruik is gemaakt van bronnen van voor 2012 is de norm voor waterleven dus nog een factor 10 lager.

Bronnen: 14: Björkman, 2010; 25: CLM, 2013; 57: KWIN Akkerbouw, 2009; 58: KWIN AGV, 2012; 64: Leijssen, 2011b; 76: Probos, 2012; 77: Pude, 2010; 94: van der Voort et al., 2008.

Bijlage 4

Biodiversiteit van gewassen die mogelijk in aanmerking komen als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden

Gewas	gangbaar/ biologisch	Diversiteit effecten op							bodem
		bijen/hommels	vlinders	natuurlijke vijand	insecten ¹	vogels ²	planten ³		
winterarwe	G	0	0	+ (randenbeheer)	0	+	0 (+ indien randenbeheer)	-	
boekweit	B	0	0	+ (randenbeheer)	0	+	0 (+ indien randenbeheer)	-	
	G	++	+	+	++	+	0		
	B	++	+	+	++	+	+		
soja	G	+	?	?	?	?	0	?	
	B	+	?	?	?	?	0	?	
koolzaad	G	+	0	0	++	+	0	+	
	B	++	?	++	++	+	0	+	
zonnebloem	G	++	0	0	+	?	0	+	
	B	++	0	0	+	?	+	+	
olievlas	G	++	0	?	+	?	0	+	
	B	+	0	?	+	?	+	+	
voedererwten	G	+	+	0	+	0	0	?	
	B	+	+	0	+	0	0	?	
veldbonen	G	+	0	+	++ (bloei)	0	+	?	
	B	+	0	+	++ (bloei)	0	+	?	
lupine	G	+	0	0	+	0	+	+	
	B	+	0	0	+	0	+	+	
rode klaver	G	+	?	0	+	0	+	+	
	B	+	?	0	+	0	+	+	
wikke	G	+	?	+	+	0	+	+	
	B	+	?	+	++	0	+	+	
rolklaver	G	+	+	0	++	0	+	+	
	B	+	+	0	++	0	+	+	
esparcette	G	+	+	0	++	++	++	+	
	B	+	+	0	++	++	++	+	
luzerne	G	+	+	0	++	++	++	+	
	B	+	+	0	++	++	++	+	
linzen	G	+	0	0	+	0	0	?	

Gewas	gangbaar/ biologisch	Diversiteit effecten op						planten ³	vogels ²	insecten ¹	bodem
		bijen/hommels	vlinders	natuurlijke vijand	insecten ¹	vogels ²	planten ³				
	B	+	0	0	0	+	0	0	+	?	
kikkererwt	G	+	0	0	0	+	0	0	+	+	
	B	+	0	0	0	+	0	0	+	+	
bruine/grauwe bonen	G	+	0	0	0	+	0	0	+	+	
	B	+	0	0	0	+	0	0	+	+	
peulen/doperwt	G	+	0	0	0	+	0	0	+	+	
	B	+	0	0	0	+	0	0	+	+	
stamsperziebonen	G	+	0	0	0	+	0	0	+	+	
	B	+	0	0	0	+	0	0	+	+	
vezelvlas	G	+	0	0	+	+	+	0	+	+	
	B	+	?	?	?	++ (bloei)	?	0	++ (bloei)	+	
hennep	G	0	0	?	? stuifmeel	0	?	0	0	+	
	B	0	0	?	? stuifmeel	0	?	0	0	+	
brandnetel	G	-	0	0	+	+	+	0	+	+	
wilg	G/B	++	0	0	+extraflorale nectar, stuifmeel	++	+	0	++	+	
miscanthus	G	0	0	?	? stuifmeel	0	?	+1 ^e en 2 ^{de} jr/0	0	+	
	B	0	0	?	? stuifmeel	0	?	+1 ^e en 2 ^{de} jr/1	0	+	
groene braak met spontane vegetatie	G/B	+	+	+	+	++	+	+	++	+	
groene braak met groenbemester	G/B	?	?	?	+	+	+	+	+	+	
natuurbraak	G/B	+	+	++	++	++	++	0	++	+++ (afh. van invulling)	

¹ gewassen zijn voor insecten gunstig beoordeeld als ze bloemen vormen (nectar en stuifmeel) of beschutting bieden in overwinterend gewas

² gewassen zijn voor (akker)vogels gunstig beoordeeld als ze nestgelegenheid en/of voedsel en schuilgelegenheid in winter bieden

³ score is afhankelijk van mate waarin de gewassen ruimte bieden voor inheemse flora

0 = geen bijdrage; + = enige bijdrage; ++ = goede bijdrage; +++ = zeer goede bijdrage

Bronnen: 73: NWA, 2013; 87: Van der Steen (2014) en een combinatie van Expert judgements en eigen inschattingen.

Bijlage 5

Afzet en verwerking van gewassen die mogelijk in aanmerking komen als equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden

Gewas	Groenbemester	Streekproduct	Eiwitbron	Co-vergister	Bioenergie	Gebruik	Verwerking met bestaande machines
boekweit	ja	ja	ja	nee	nee	humane voeding	
soja	N-nalevering	nee	ja	nee	nee	veevoer	ja
koolzaad	nee	nee	nee	nee	ja	groene energie, veevoer	aangepaste machines
zonnebloem	nee	nee	nee	ja	ja	groene energie, veevoer	ja
olievlas	nee	zou kunnen	nee	nee	ja	groene energie	aangepaste machines
erwten	N-nalevering	nee	ja	nee	nee	veevoer	ja
veldbonen	N-nalevering	nee	ja	nee	nee	veevoer	ja
lupine	opbouw org. stof; N-nalevering	nee	ja	nee	nee	veevoer	ja
rode klaver	opbouw org. stof; N-nalevering	nee	ja	nee	nee	veevoer	ja
wikke	opbouw org. stof; N-nalevering	nee	ja	nee	nee	veevoer	ja
rolklaver	opbouw org. stof; N-nalevering	nee	ja	nee	nee	veevoer	ja
esparcette	opbouw org. stof; N-nalevering	nee	ja	nee	nee	veevoer	ja
luzerne	opbouw org. stof; N-nalevering	nee	ja	nee	nee	veevoer	ja
linzen	N-nalevering	zou kunnen	ja	nee	nee	humane voeding	ja
kikkererwten	N-nalevering	zou kunnen	ja	nee	nee	humane voeding	ja
bruine bonen/kapucijniers	N-nalevering	nee	ja	nee	nee	humane voeding	ja
peulen/doperwten	N-nalevering	nee	ja	nee	nee	humane voeding	ja
stamsperziebonen	N-nalevering	nee	ja	nee	nee	humane voeding	ja
vezelvlas	nee	zou kunnen	nee	nee	ja	textiel, bouw	aangepaste machines
hennep	nee	nee	nee	zou kunnen	ja	industrie, veevoer strooisel	aangepaste machines
wilg	nee	nee	nee	nee	ja	groene energie	ja
miscanthus	nee	nee	nee	ja	ja	groene energie, strooisel	aangepaste machines
groene braak met spontane vegetatie	nee	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	ja
groene braak met groenbemester	afhankelijk van mengsel	n.v.t.	n.v.t.	nee	nee	nee	ja
natuurbraak	afhankelijk van mengsel	n.v.t.	n.v.t.	afhank. van mengsel	ja	groene energie	ja

Bron: eigen inschattingen.

