

# Effecten van groenbemestermengsels op de bodemvruchtbaarheid



Evelien Drenth

BSc. Tuin- en akkerbouw

Aeres Hogeschool Dronten

30 mei 2018, Dronten

Afstudeerdocent: Bettie Tijsseling

# Effecten van groenbemestermengsels op de bodemvruchtbaarheid

*In hoeverre is de bestaande kennis over teelt van groenbemestermengsels die gele mosterd, Japanse haver, Engels raaigras, Italiaans raaigras of bladrammenas bevatten, voldoende toereikend om zonder risico voor de chemische, fysische en biologische bodemvruchtbaarheid in Nederland groenbemestermengsels te telen?*

Evelien Drenth  
Klas 4 TA  
Bsc Tuin- en Akkerbouw  
Aeres Hogeschool Dronten

30 mei 2018

Afstudeerdocent: Bettie Tijsseling

## **DISCLAIMER**

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

## Voorwoord

Naar aanleiding van de afstudeerfase van de opleiding Tuin- en akkerbouw aan de Aeres Hogeschool Dronten, heb ik een scriptie geschreven over de effecten van mengsels van groenbemesters op de bodemvruchtbaarheid in Nederland. Het eindproduct is een literatuuronderzoek over de verschillen en overeenkomsten tussen de onderzoeksresultaten naar de effecten van groenbemestermengsels op de bodemvruchtbaarheid. De conclusies zijn nuttig voor iedereen die meer wil weten over het effect van groenbemestermengsels. Hierbij kan gedacht worden aan studenten, agrariërs of verkopers van deze groenbemestingsproducten. Ook biedt het eindproduct aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

Dit vraagstuk is afkomstig van twee opdrachtgevers. Onderzoeker Leendert Molendijk van de businessunit Praktijkonderzoek Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroente (PAGV) van Wageningen University & Research en Gera van Os, lector duurzaam bodembeheer van Aeres Hogeschool Dronten zijn de opdrachtgevers.

Bij deze wil ik een paar mensen bedanken voor het schrijven van het afstudeerwerkstuk. Als eerste zou ik Leendert Molendijk en Gera van Os willen bedanken voor het inwinnen van informatie en coaching. Daarnaast wil ik Bettie Tijsseling bedanken voor de begeleiding tijdens het schrijfproces. Ook wil ik alle anderen bedanken die direct of indirect hebben bijgedragen aan het eindresultaat.

## Samenvatting

Het gebruik van groenbemestermengsels bij agrarisch ondernemers neemt steeds meer toe. De voornaamste stimulans hiervoor is het gemeenschappelijk landbouwbeleid. In Nederland is het areaal van 87.000 hectare groenbemesters en mengsels in 2000, gegroeid naar 192.000 hectare groenbemestermengsels in 2016. Een mengsel van groenbemesters wordt meestal gezaaid om de positieve eigenschappen van de verschillende componenten te combineren. Echter, de effecten van een mengsel zijn moeilijk te voorspellen en worden beïnvloed door verschillende factoren.

Doordat het gebruik van groenbemestermengsels is toegenomen en er geen complete kennis is over de interacties tussen de soorten groenbemesters, is het niet duidelijk wat de gevolgen zijn voor de Nederlandse bodemvruchtbaarheid. De hoofdvraag van dit literatuuronderzoek luidt: *In hoeverre is de bestaande kennis over teelt van groenbemestermengsels die gele mosterd, Japanse haver, Engels raaigras, Italiaans raaigras of bladrammenas bevatten, voldoende toereikend om zonder risico voor de chemische, fysische en biologische bodemvruchtbaarheid in Nederland groenbemestermengsels te telen?* Er zijn vijf soorten groenbemesters expliciet benoemd in de hoofdvraag. Uit de gegevens van de gecombineerde opgave blijkt dat 97 procent van het groenbemesterareaal bestaat uit deze vijf gewassen. Het onderzoek is opgezet door eerst zoveel mogelijk betrouwbare literatuur te verzamelen over het onderwerp. Er zijn criteria opgesteld welke kennis aanwezig moet zijn om groenbemesters veilig in te zetten. Deze criteria zijn: de vermeerdering en bestrijding van schimmels, plagen en nematoden. Ook zijn er criteria opgesteld wat gewenst zou zijn om te weten (bijvoorbeeld het onkruidrukkend effect en erosiebescherming). De gevonden literatuur is getoetst aan de criteria. Hieruit zijn vervolgens kennishiaten geformuleerd.

Groenbemesters kunnen schimmels en plagen vermeerderen. Een grotere variatie in gewassen leidt tot een verminderde overdracht van schimmels en plagen. Betreft de vermeerdering van schadelijke nematoden is er bekend dat bietencysteaaaltjes en wortellessieaaltjes sterk vermeerderen wanneer er een klein aandeel van een waardplant aanwezig is in een mengsel.

Ook blijkt uit de literatuur dat wikke leidt tot een hogere biomassa-productie van een mengsel. Van andere groenbemestercombinaties is vrijwel niets bekend. Er zal onderzoek gedaan moeten worden naar de specifieke plantinteracties waarom een plant productiever wordt bij een combinatie met een ander groenbemestingsgewas. Toevoeging van wikke leidt ook tot extra vastlegging van stikstof in de plant. Doordat wikke zelf stikstof kan fixeren uit de lucht, is de extra opname van nutriënten uit de bodem door andere gewassen niet bekend. In de literatuur is meerdere malen bevestigd dat een combinatie van vlinderbloemigen en niet-vlinderbloemigen (met name grasachtige) leiden tot een verhoogde stikstof-fixatie uit lucht. Verder onderzoek naar de verhoudingen van gewassen in het mengsel is noodzakelijk om deze methode goed te kunnen toepassen. Er is geen literatuur over extra erosiebescherming door groenbemestermengsels. Regionaal onderzoek in Limburg of in de Veenkoloniën zou hierover extra informatie kunnen opleveren. Ook is het niet duidelijk uit de literatuur of mengsels leiden tot een verhoogd onkruidrukkend effect en een betere doorworteling van de bodem.

Het antwoord op de hoofdvraag is dat op dit moment de bestaande kennis over de teelt van groenbemestermengsels niet toereikend is om geen grote risico's te lopen voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland. Er mist onderzoek over groenbemestermengsels en aardappelpcysteaaaltjes, stengelaaltjes, wortelknobbelaaltjes en vrijlevende aaltjes. Ook is de informatie over de vermeerdering van schimmels en plagen niet toereikend. Schimmels en plagen kunnen juist beheerst worden met meer gewasdiversificatie. De optimale verhouding in een mengsels is daarbij niet bekend. Telers weten aan de hand van deze informatie wat er bekend is over de teelt van groenbemestermengsels. Onderzoekers hebben nu een overzicht welke onderzoeksvragen er liggen.

## Summary

The use of cover crop mixtures is increasing in agriculture. The primary cause is the Common Agricultural Policy. In the Netherlands, the acreage of cover crops has increased from 87,000 hectares in 2000 to 192,000 hectares in 2016. A mixture of cover crops is usually sown to combine the positive features of the various components. However, the negative features of the components will also be combined. The effects of a cover crop mixture are difficult to predict and will be influenced by several factors.

The use of cover crop mixture has increased. However, there is not a complete knowledge about the interactions between the different components in a mixture. It is not clear what the consequences are for the soil fertility in the Netherlands. The main question of this literature review is: *To what extent is the existing knowledge concerning the cultivation of cover crop mixtures containing yellow mustard, Japanese oat, annual ryegrass, Italian ryegrass or radish, sufficient enough to use without risk for the chemical, physical and biological soil fertility in the Netherlands?* Five types of cover crop mixtures are explicitly named in the main question. 97 percent of the cover crop area consists of these five cover crops. The research began with collecting as much as possible literature about the subject. This literature has been assessed for reliability. There are criteria formulated about which knowledge needs to be available to use cover crop mixtures without risks for the soil fertility. This concerns the multiplication of fungi, pests and nematodes. There are also criteria formulated about which knowledge is nice to know to use cover crop mixtures more efficiently (for example weed-suppression and protection for erosion). The researched literature has been tested against the criteria. From this, knowledge gaps are formulated.

Cover crops can be a hostplant for fungi and pests. A bigger variation in crops leads to a reduced transfer of fungi and pests. About the reproduction of nematodes, it is known that beet cyst nematodes and root lesion nematodes strongly increase when a small amount of a host plant is present in a mixture.

Also, the literature shows that vetch leads to a higher biomass production in a mixture. The literature shows nothing about other green manure combinations and the effect of biomass production. Research will be needed to know the specific plant interactions; why plants in a mixture becomes more productive. addition of vetch also leads to additional nitrogen fixation in the plant. The extra absorption of nutrients from the soil by other cover crops is not known. In the literature is also been confirmed several times that a combination of legumes and non-legumes leads to an increased nitrogen fixation from the air. Further research into the ratio of crops in the mixture is necessary to apply this method efficiently. There is no literature on extra erosion protection by cover crop mixtures. It is also unclear from the literature if mixtures leads to a bigger weed suppression and a better root penetration through the soil.

The answer of the main question is that at the moment the existing knowledge about cover crop mixtures is not sufficient to avoid any major risks for the soil fertility in the Netherlands. There is missing research about cover crop mixtures and the effect of potato cyst nematode, stem nematode, stubby-root and root knot nematode. Also, the information about de reproduction of fungi and pests is not enough. The knowledge about optimal ratio in a cover crop mixture is not available. To use cover crop mixtures more efficiently in the daily practice, follow-up research will be essential. Based on this information, which is extensively discussed in the results, growers know what information is known to cultivate cover crop mixtures.

## Inhoudsopgave

Voorwoord .....	2
Samenvatting.....	3
Summary .....	4
1. Inleiding .....	7
1.1 Gebruik van groenbemesters en mengsels .....	7
1.1.1 Toenemend gebruik van groenbemesters en mengsels .....	7
1.1.2 Teelt van groenbemesters.....	7
1.1.3 Teelt van groenbemestermengsels .....	8
1.2 Mengsels van groenbemesters en de bodemvruchtbaarheidsaspecten .....	9
1.2.1 Mengsels van groenbemesters en de chemische bodemvruchtbaarheid .....	9
1.2.2 Mengsels van groenbemesters en de fysische bodemvruchtbaarheid.....	10
1.2.3 Mengsels van groenbemesters en biologische bodemvruchtbaarheid .....	11
1.3 Praktijkkennis van groenbemestermengsels.....	13
1.3.1 Vijf meest gebruikte mengsels .....	13
1.3.2 Kennis van groenbemestermengsels en risico's op de bodemvruchtbaarheid .....	13
2. Aanpak.....	15
2.1 Aanpak per deelvraag.....	15
2.2 Zoekplan .....	16
2.3 Ordenen van bronnen .....	18
3. Resultaten.....	19
3.1 De teelt van groenbemestermengsels en de risico's voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland.....	19
3.1.1 Mogelijke effecten van groenbemestermengsels .....	19
3.1.2 Zorgen over de bodemvruchtbaarheid in Nederland .....	20
3.1.3 Definitie van criteria .....	21
3.2 Bevestigende en conflicterende literatuur.....	24
3.2.1 Vermeerdering van schadelijke nematoden .....	24
3.2.2 Vermeerdering van ziekten en plagen .....	26
3.2.3 Toevoer van organische stof .....	27
3.2.4 Opname van nutriënten uit de bodem.....	28
3.2.5 Betere structuur door doorworteling en opheffing ondergrondverdichting.....	29
3.2.6 Onkruiddrukking.....	29
3.2.7 Stikstof-fixatie uit de lucht .....	30
3.2.8 Erosie door water of wind .....	30
3.2.9 Toetsing aan gedefinieerde criteria .....	31

3.3 Eventuele kennishiaten .....	32
4. Discussie .....	34
4.1 Opgestelde criteria .....	34
4.2 Bevestigende en conflicterende literatuur.....	34
4.3 Eventuele kennishiaten .....	34
5. Conclusie .....	35
Bibliografie .....	37
Bijlage 1. De generieke lijst: vanggewassen en stikstofbindende gewassen .....	42
Bijlage 2. Toestemmingsformulier tot opname en beschikbaarstelling afstuderwerkstukken in repository .....	43

# 1. Inleiding

## 1.1 Gebruik van groenbemesters en mengsels

Het gebruik van groenbemestermengsels bij agrarisch ondernemers neemt steeds meer toe. De voornaamste stimulans hiervoor is het gemeenschappelijk landbouwbeleid, afgekort met GLB (Redactie Boerenbusiness, 2015). Over de teelt van monoculturen van groenbemesters is al veel bekend. Naar aanleiding van verschillende gedane praktijkonderzoeken en wetenschappelijke onderzoeken naar de effecten van groenbemestermengsels, blijkt dat er behoefte is naar meer kennis over de interacties tussen groenbemestersoorten. Hierdoor kunnen agrariërs de groenbemestermengsels beter inzetten in de praktijk (Korthals, Molendijk, & Visser, 2013). Dit vooronderzoek en het bijhorende afstudeerwerkstuk gaan over deze kennis over de interacties over groenbemestersoorten.

### 1.1.1 Toenemend gebruik van groenbemesters en mengsels

In 2000 werd er naar schatting in Nederland 87.000 hectare groenbemester geteeld (Korthals, Molendijk, & Timer, 2003). In 2016 is dit opgelopen naar 192.000 hectare groenbemester wat wordt ingezet voor de vergroeningsverplichting. De teelt van een groenbemestermengsel geldt als een vergroeningsregel waarmee de agrarisch ondernemer aan de vergroeningseisen van de Europese Unie kan voldoen en uitbetaling van de landbouwsubsidie krijgt (De Europese Commissie, 2014). De groenbemesterteelt moet steeds bestaan uit een mengsel van tenminste twee groenbemesters. Een uitzondering zijn de vlinderbloemige groenbemesters. Voor deze categorie is een mengsel niet verplicht als vergroeningseis (Dijkstra, 2014). De toegestane soorten die gelden voor de vergroening staan in bijlage 1 vermeld.

Omdat een mengsel een eis is voor de vergroening, mag worden aangenomen dat dit areaal (192.000 hectare) bijna volledig uit mengsels bestaat. De 192.000 hectare groenbemester komt bijna overeen met dertig procent van het areaal akkerland dat in beheer is bij boeren die aan de vergroeningseisen moeten voldoen (Doorn & Smidt, 2017). Er zijn geen cijfers bekend over welke specifieke combinaties van groenbemesters het meest worden ingezet.

### 1.1.2 Teelt van groenbemesters

Groenbemesters kunnen gedefinieerd worden als een gewas dat voor het in stand houden of verbeteren van de fysische, chemische en biologische bodemvruchtbaarheid wordt geteeld. Dit gewas levert meestal geen te verkopen of anderszins in de bedrijfsvoering te gebruiken product op (Korthals, Molendijk, & Timmer, Teelthandleiding groenbemesters, 2004). Groenbemesters worden vaak geteeld in het najaar en kunnen veel voordelen hebben voor de agrarisch ondernemer.

De chemische bodemvruchtbaarheid heeft vooral te maken met de beschikbaarheid van voedingsstoffen voor planten. De biologische bodemvruchtbaarheid heeft betrekking tot de rol van levende organismen in de bodem. De fysische bodemvruchtbaarheid omvat de structureigenschappen van de bodem. Deze drie aspecten van bodemvruchtbaarheid leveren een bijdrage aan gewasopbrengst en -kwaliteit (Schils, 2012).

Een groenbemester kan op verschillende fronten van de bodemvruchtbaarheid voordelen geven: toevoer van organisch materiaal, wat tevens de kationen-uitwisselingscapaciteit bevordert (Ding, Herbert, Liu, & Novak, 2006), het omzetten van mineralen en het voorkomen van uitspoeling van



nutriënten (Jensen, Magid, & Thorup-Kristensen, 2003), onkruidbeheersing (Brust, Claupein, & Gerhards, 2014), bescherming voor erosie door wind en water (Baets, Meersmans, Poesen, & Serlet, 2011), of stikstof uit de lucht fixeren (Büchi, et al., 2015). Daarnaast draagt het telen van een groenbemester bij aan een toename van de biodiversiteit, wat een belangrijk item is voor de duurzaamheid van de agro-ecosystemen (Altieri, 1999). Groenbemesters hebben ook uiteenlopende effecten op de vermeerdering en bestrijding van nematoden (Wageningen UR, 2013). Groenbemesters worden steeds vaker ingezet om bepaalde aaltjes te bestrijden (Hoek & Timme, 2016). Zo kunnen bladrammenas en gele mosterd bietencysteaaltjes bestrijden. Wortellessieaaltjes kunnen bestreden worden door afrikaantjes. (Wageningen UR, 2013). Groenbemester hebben ook uiteenlopende effecten op de vermeerdering van plagen (Everaats, et al., 2013) en schimmels (Lamers & Rozen, 2014).

In tabel 1 is weergegeven welk soort bovengenoemd effect van een groenbemester past bij welk soort bodemvruchtbaarheid.

Tabel 1. De effecten van groenbemesters op verschillende bodemvruchtbaarheidsaspecten

Chemisch	Biologisch	Fysisch
Omzetten van mineralen en voorkomen van uitspoeling van nutriënten	Onkruidbeheersing	Toevoer van organische stof
Stikstof uit de lucht fixeren	Toename biodiversiteit	Erosiebescherming
Cation Exchange Capacity	Vermeerdering en bestrijding van nematoden, schimmels en plagen	Bodemstructuur

Er is al veel bekend over het gebruik van groenbemesters. De keuze voor een bepaalde groenbemester is afhankelijk van het doel. Als het tegen bescherming van erosie of slemp gaat, zijn groenbemesters met een hoge bodembedekking de beste keuze. Als het om de aanvoer van organische stof gaat, kan er beter worden gekozen voor een gras. Groenbemesters verschillen ook in het vermogen om stikstof en andere nutriënten op te nemen uit de bodem (Schils, 2012). Vlinderbloemige groenbemesters zoals klavers kunnen stikstof uit de lucht fixeren (Büchi, et al., 2015).

Ook zijn er nadelen aan het telen van groenbemesters. De teelt kost tijd en geld. De groenbemester kan bij slecht onderwerken, ook als onkruid in het volgende jaar voorkomen in de vorm van opslag. Door de teelt van een groenbemester kunnen in volggewassen ook teeltproblemen optreden door slakken. Ook kan het een waardplant zijn voor schimmels, ziekten en aaltjes. Een verkeerde keuze van een groenbemester kan leiden tot slecht ontwikkeld groenbemestingsgewas, of tot grote problemen in de volgteelt (Hoek & Timme, 2016). Het is ook beter om opvolging van nauw verwante gewassen te vermijden (Bouwmeester, 2017).

### 1.1.3 Teelt van groenbemestermengsels

Het voordeel van mengsels is dat ze minder kwetsbaar zijn dan een monocultuur (Korthals, Molendijk, & Visser, 2013). Een mengsel van groenbemesters wordt meestal gezaaid om de positieve eigenschappen van de verschillende componenten te combineren. Behalve de positieve eigenschappen vertegenwoordigt een mengsel ook de minder gunstige eigenschappen van de componenten (Korthals, Molendijk, & Timmer, 2004). Bij het gebruik van mengsels moet worden bedacht dat dan ook meerdere waardplanten voor verschillende ziekten en plagen worden geteeld. Hierdoor kan er vermeerdering optreden van schadelijke bodemorganismen (Hoek, 2012).

De effecten van een mengsel zijn moeilijk te voorspellen. De interacties tussen soorten groenbemesters is complex en wordt beïnvloed door verschillende factoren. De beschikbaarheid van nutriënten, bemestingsniveau, zaaidichtheid en de verhoudingen tussen de soorten groenbemesters spelen telkens een belangrijke rol hierin (Connolly, Murray, & Wayne, 1990). Het is niet altijd duidelijk welk gewas in het mengsel domineert (Korthals, Molendijk, & Visser, 2013).

Het is belangrijk om de interacties tussen verschillende soorten groenbemesters goed in kaart te brengen. Het is nuttig voor de agrariër om met meer achtergrondkennis een betere keuze te maken welk mengsel het best ingezet kan worden zonder nadelige effecten op de bodemvruchtbaarheid te hebben. Ook is deze kennis nuttig om vervolgonderzoeken naar de effecten van groenbemestermengsels te kunnen formuleren.

## 1.2 Mengsels van groenbemesters en de bodemvruchtbaarheidsaspecten

De bodemvruchtbaarheid verslechtert in Nederland. Volgens Eurofins Agro, informatieleverancier en kennispartner voor de landbouw, wordt op minder dan 40 procent van de percelen de CEC voldoende benut met nuttige nutriënten voor gewassen. Tussen de periode van 2004 en 2014 zijn de analyseresultaten van fosfaat (P-PAE) gedaald bij 53 procent van de onderzochte akkerbouwpercelen. Aaltjesproblemen nemen ook steeds meer toe. Vrijlevende aaltjes (trichodoriden) en chitwoodi komen steeds vaker voor in grondmonsters van lichtere gronden (Knuivers, 2015). In de diepere ondergronden (op 40 en 50 centimeter diepte) is de afgelopen dertig jaar ook de verdichting toegenomen (Akker, Vermeulen, & Verwijs, Vergelijking van de bodembelasting bij agrarisch veldwerk in 1980 en 2010, 2013). Om de kwaliteit van de Nederlandse bodemvruchtbaarheid te behouden en te verbeteren, is het noodzakelijk om te weten wat groenbemestermengsels voor effect hebben op de bodemvruchtbaarheid.

### 1.2.1 Mengsels van groenbemesters en de chemische bodemvruchtbaarheid

#### **Uitspoeling van stikstof en andere nutriënten**

Na de teelt van het hoofdgewas is er nog stikstof in de bodem over die niet benut is door het hoofdgewas. Om de uitspoeling van (voornamelijk) stikstof en andere nutriënten te voorkomen, kan er gekozen worden voor een groenbemester. De groenbemester kan de nutriënten opnemen die anders kunnen uitspoelen naar het oppervlaktewater (Jensen, Magid, & Thorup-Kristensen, 2003). Ingewerkte groenbemesters kunnen de vastgelegde stikstof weer naleveren door middel van mineralisatie. Winterharde groenbemesters die voor september gezaaid worden, nemen de meeste stikstof op en beperken de stikstofuitspoeling het meest (Haan, Kroonen, & Rovers, 2006).

Wanneer het voorkomen van uitspoeling het hoofddoel is van de nateelt, wordt er gesproken over een vanggewas. Mengsels van groenbemesters/vanggewassen kunnen een positief effect hebben op de opname van de hoeveelheid stikstof uit de bodem. Onderzoekers van de Wageningen Universiteit toonden aan dat een combinatie van bladrammenas en wikke tot meer vastlegging van stikstof in de plant (milligram stikstof per gram biomassa) leidt, dan wanneer bladrammenas als monocultuur geteeld wordt. Ook is er aangetoond dat een combinatie van Engels raaigras en witte klaver meer stikstof vastlegt, dan wanneer er Engels raaigras in monocultuur verbouwd is (Barel, Boer, Deyn, Douma, & Kuyper, 2017).

De verhoudingen in een mengsel kunnen uitmaken hoeveel stikstof er wordt vastgelegd door de plant. Bijvoorbeeld: steeds meer wikke in een mengsel van rogge/wikke zorgt voor steeds meer vastlegging van stikstof in de plant (Brainard, Hayden, & Ngouajio, 2013). Het vastleggen van stikstof en andere nutriënten in de plant, wat later weer omgezet kan worden door middel van mineralisatie,

heeft te maken met de chemische bodemvruchtbaarheid: de beschikbaarheid van voedingsstoffen voor planten.

### **Stikstof-fixatie uit de lucht**

Vlinderbloemige (groenbemester) gewassen kunnen aanwezige stikstof uit de lucht fixeren. Er is aangetoond dat een mengsel van vlinderbloemige gewassen en niet-vlinderbloemige gewassen elkaar kunnen versterken bij het vastleggen van stikstof uit de lucht (Büchi, et al., 2015). In 1972 is dit al aangetoond door onderzoekers in de Verenigde Staten dat een mengsel van niet-vlinderbloemigen en vlinderbloemigen leidt tot minder stikstofuitspoeling en meer stikstof fixatie uit de lucht dan de gewassen in monocultuur (Stanford & Smith, 1972). Vooral een combinatie van een vlinderbloemige met een grassoort blijkt aantrekkelijk te zijn voor meer stikstof-fixatie. Grassen ontkiemen snel en ontwikkelen snel een effectief wortelstelsel. De grassen zorgen hierdoor voor een lager stikstofgehalte in de bodem. Hierdoor gaat de vlinderbloemige meer stikstofknolletjes aanmaken en meer stikstof fixeren uit de lucht (Cadisch & Giller, 1995). Meer stikstof in de bodem leidt tot een hogere chemische bodemvruchtbaarheid: de nutriënten en voedingsstoffen die beschikbaar zijn voor de plant.

### **Cation Exchange Capacity (CEC)**

Wanneer na de groenbemestingsteelt het gewas ingewerkt wordt in de bodem, wordt daarmee het organische stofgehalte beïnvloed. Dit staat omschreven in paragraaf 1.2.2 (mengsels van groenbemesters en de fysische bodemvruchtbaarheid). Echter, meer organische stof beïnvloedt de Cation Exchange Capacity (CEC). Het verhoogt de kationenuitwisselcapaciteit van de bodem (CEC) waardoor de bodem meer kationen als kalium, calcium en magnesium kan vasthouden (Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegrondsgroenteteelt, 2015). Het vasthouden van kationen, die tevens nuttige voedingsstoffen voor planten zijn, heeft te maken met de chemische bodemvruchtbaarheid: de nutriënten en voedingsstoffen die beschikbaar zijn voor de plant.

## 1.2.2 Mengsels van groenbemesters en de fysische bodemvruchtbaarheid

### **Organische stof**

Mengsels van groenbemesters kunnen meer biomassa produceren vergeleken met monoculturen van groenbemesters. Onderzoekers van de Wageningen Universiteit toonden aan dat een combinatie van bladrammenas en wikke leidt tot een hogere bovengrondse biomassa productie dan wanneer de groenbemesters als monocultuur zijn geteeld. De wortelbiomassa is hoger bij een monocultuur van bladrammenas. Echter, de totale biomassa van een bladrammenas/wikkemengsel is hoger dan alle geteste monoculturen (Barel, Boer, Deyn, Douma, & Kuyper, 2017). In een dertig jarig Pools veldexperiment is er gekeken naar de invloed van het bouwplan en het langetermijneffect op organische stof. Rotatie A bestond uit: aardappel, wintertarwe, zomergerst en mais. Rotatie B bestond uit: aardappel, wintertarwe+mosterd, zomergerst en grasklaver. Na dertig jaar is het percentage organische stof bij rotatie B het dubbele van rotatie A (Pikula & Rutkowska, 2013). Ook hebben Japanse onderzoekers van de Osaka Prefecture University ondervonden dat een mengsel van Haver met wikke leidt tot een hogere droge stof productie (Asakura, et al., 2013).

Menging van een groenbemester levert niet altijd opmerkelijke voordelen op. Een hogere biomassa productie (onafhankelijk of het een mengsel is of een monocultuur) van groenbemesters is de sleutel om verbetering van bodemkwaliteit, onkruidbestrijding en goede opbrengsten in de volgteelten te behalen (Choi, et al., 2011). Ook leidt een mengsel van rogge en wikke tot een gelijke of hogere biomassa hoeveelheid dan wanneer rogge of wikke als monocultuur geteeld wordt. Het

veranderen van de verhoudingen tussen rogge en wikke kan te wel maken hebben met het teeltdoel van de groenbemester (Brainard, Hayden, & Ngouajio, 2013).

Organische stof heeft verscheidende effecten op de fysische bodemvruchtbaarheid: waterhuishouding, bewerkbaarheid, binding van gronddeeltjes en minder stuifgevoeligheid. Echter, er is wel verband met de andere bodemvruchtbaarheidsaspecten. Organische stof beïnvloedt ook het bodemleven wat onder biologische bodemvruchtbaarheid valt. Daarnaast beïnvloedt organische stof de chemische bodemvruchtbaarheid door middel van buffering van mineralen (Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegrondsgroenteteelt, 2015).

### **Beworteling en structuur**

Gewasdiversiteit binnen een perceel leidt tot hogere fysische bodemvruchtbaarheid. Extra beworteling van planten leidt tot een bron van voedsel voor het bodemleven en de samenhang van bodemdeeltjes. Het bodemleven draagt weer bij aan de vorming van poriën, wat de structuur bevordert (Bardgett, Deyn, Gould, Quinton, & Weigelt, 2016).

### 1.2.3 Mengsels van groenbemesters en biologische bodemvruchtbaarheid

#### **Nematoden**

Het mengen van groenbemesters kan leiden tot een onderdrukken van bodempathogenen doordat een geschikte waardplant moeilijker te vinden is. Möller en Reents toonden dit aan met een onderzoek naar 24 grassoorten en elf pathogenen. Alle elf pathogenen namen steeds meer toe wanneer de diversiteit in grassoorten afnam. De soortensamenstelling, wat de gemeenschapskarakteristieken bepaald van het mengsel, beïnvloedt dit effect sterk (Möller & Reents, 2002).

Uit praktijkonderzoek op de proeftuin in Zundert blijkt dat in boomgaarden groenbemestermengsels met veel verschillende soorten planten niet de aaltjes beheersen. Het gezaaide mengsel bestond uit rode klaver, goudsbloem, Phacelia, boekweit, bladrammenas, zomerwikke, Tagetes en Italiaans raaigras. De wortels van het mengsel bleken zwaar besmet te zijn met het wortellesieaaltjes. De wortels van de monocultuur goudsbloemen bevatten aanzienlijk minder aaltjes. Zodra het aaltje zich op een van de soorten uit het mengsel kan vermeerderen neemt de besmettingsdruk in de grond toe (Beuze M. d., 2000).

Tagetes patula (ook wel afrikaantjes genoemd) heeft een sterke duurwerking op nematoden *Pratylenchus penetrans*. Afrikaantjes kunnen deze populaties volledig terugdringen. Wanneer er een combinatie van Tagetes patula en Japanse haver verbouwd wordt, is de terugdringing minder sterk. Japanse haver geeft geen actieve afbraak op deze nematoden. Wanneer er een combinatie van Tagetes patula en mais staat, kan er een verdubbeling van de populatie ontstaan. Wanneer er een waardplant in een mengsels zit, treedt er een sterke vermeerdering op (Hoekzema, Molendijk, & Visser, 2017).

Uit onderzoek van het IRS, het kennis- en onderzoekscentrum voor de suikerbietenteelt in Nederland, blijkt dat een klein aandeel van groenbemestersoorten grote gevolgen kan hebben op de vermeerdering van het bietencysteaaltje. Wanneer een waardplant (zoals een suikerbiet) en een niet-waardplant (bijvoorbeeld alexandrijnse klaver) bij elkaar staan, treedt er een forse vermeerdering van het bietencysteaaltje op (Raaijmakers, 2017). Volgens het IRS is elke component in een mengsel voor een ziekte of plaag gelijk aan een individuele teelt.

Het aantal en de soorten nematoden in de bodem heeft te maken met de biologische bodemvruchtbaarheid: de rol van levende organismen in de bodem.

### **Schimmels**

Uit onderzoek naar waardplanten voor de bodemschimmel *Fusarium oxysporum*, bleek dat Japanse haver een sterke vermeerdering geeft (aantal kolonievormende eenheden per hectare). De meeste gewassen gaven ten op zichte van Japanse haver een lichte vermeerdering (Braak, Bruggen, Leoni, Rossing, & Vries, 2013). Ook geven kruisbloemigen, zoals bladkool en gele mosterd een vermeerdering op pathotypen van knolvoet. Echter de kruisbloemige bladrammenas geeft geen vermeerdering op knolvoet (Eldering, et al., 2011).

Verschillende onderzoeken tonen aan dat genetische verscheidenheid van planten(rassen) de overdacht van pathogenen kunnen reduceren. Dit leidt tot een toename van opbrengsten van gewassen (Frank & Tooker, 2012). Ook het aantal en soorten schimmels in de bodem heeft te maken met de biologische bodemvruchtbaarheid: de rol van levende organismen in de bodem.

### **Onkruid**

Er zijn verscheidende onderzoeken gedaan naar de onkruidrukkende werking van groenbemestermengsels. Alexandrijnse klaver wordt voornamelijk uitgezaaid in mengsels. Alexandrijnse klaver groeit snel en geeft een goede bodembedekking. Alexandrijnse klaver mengen met een snelgroeiend gras of graan is de beste keuze om onkruid te bestrijden (Interreg, 2012). Uit achtjarig onderzoek door het voormalige 'consulentschap voor de Tuinbouw' naar invloed van groenbemestermengsels op de bodemvruchtbaarheid van klei- en zandgronden voor de teelt van tulpen blijkt dat alexandrijnse klaver zich niet goed ontwikkelt in een mengsel. Bij het mengsel van Italiaans raaigras en alexandrijnse klaver, werd de klaver overwoekerd door onkruid. In dit onderzoek groeide de alexandrijnse klaver langzaam. Het gras groeide sneller en bleef goed in stand (Knoppies, 1983).

De verhoudingen van de soorten groenbemesters speelt een rol bij het onkruidrukkend effect. Steeds meer rogge in een mengsel van rogge/wikke zorgt voor steeds een betere onkruidbeheersing (Brainard, Hayden, & Ngouajio, 2013). Wanneer Italiaans raaigras gemengd is met een andere grasachtige of een vlinderbloemige, verbetert de onkruidrukking. Het Italiaans raaigras zal het mengsel domineren. Om dit te voorkomen kan er gekozen worden voor een mindere hoeveelheid zaaizaad van Italiaans raaigras in het mengsel. Een andere optie is het maaien (Sustainable Agriculture Research & Education, 2012). Uit wetenschappelijke onderzoeken naar het gebruik van groenbemesters in wijngaarden blijkt dat een verhouding van 50:50 Italiaans raaigras en klaver leidt tot de beste verhouding (Ingels, 1998). Het blijkt dat groenbemestermengsels met meer dan 50 procent haver ook een hoger onkruidrukkend effect geven dan een monocultuur (Akemo, Bennett, & Regnier, 2000).

Toch hoeft een mengsel niet altijd per definitie een hogere biomassa te geven. Onderzoekers van de Duitse universiteit Hohenheim hebben mengsels met alexandrijnse klaver, voederwikke, boekweit en nigerzaad vergeleken met een monocultuur van gele mosterd, facelia of Japanse haver. Het mengsel ontwikkelde zich minder snel, ontwikkelde minder biomassa en had de minste onkruid onderdrukking vergeleken met de monoculturen (Brust, Gerhards, Karanisa, Kipp, & Ruff, 2011). Ook hoeft een mengsel niet altijd per definitie een hoger onkruidrukkend effect te geven. Onderzoekers uit de Verenigde Staten hebben meerdere mengsels onderzocht waarbij onder andere het onkruidrukkend effect is gemeten. Deze resultaten zijn vergeleken met monoculturen. Ondanks de hogere biomassa productie van de mengsels, was de onkruidonderdrukking niet hoger. Deze

monoculturen hebben zich ook goed ontwikkeld, waardoor het verschil klein is (Atwood, Smith, & Warren, 2014)

Meer biomassa afkomstig van groenbemesters is positief gecorreleerd aan verschillende ecosysteemdiensten waaronder onkruidpreventie (Finney, White, & Kaye, 2016). Onkruidpreventie is een onderdeel van de biologische bodemvruchtbaarheid: de rol van levende organismen in de bodem.

## **Bodemleven**

Een slimme keuze voor een mengsel van groenbemesters kan leiden tot een verhoogd bodemleven. Een gezond bodemleven draagt bij aan een goede opbrengst en bodemweerbaarheid. De juiste combinaties van groenbemesters zorgen voor meer biomassa in de grond. Het mengsel van bladrammenas en wikke lijkt uit de onderzoeken productiever dan de monoculturen ervan (Bouwmeester, 2017).

### 1.3 Praktijkkennis van groenbemestermengsels

#### 1.3.1 Vijf meest gebruikte mengsels

In de praktijk wordt er op de 192.000 hectare vanaf september, na het hoofdgewas, een mengsel van groenbemesters gezaaid. Uit de gegevens van de gecombineerde opgave blijkt dat voornamelijk bladrammenas, gele mosterd, Engels raaigras, Japanse haver en Italiaans raaigras worden ingezaaid. Dit is bij elkaar 97 procent van het areaal wat is opgegeven in 2015 voor de vergroening (Doorn & Smidt, 2017).

Het onderzoek zal gaan over de hiervoor genoemde vijf grootste gewassen die worden ingezet als groenbemester in een mengsel. Echter op kleinere schaal worden ook klavers, wikkes, phacelia en afrikaantjes gebruikt (Schils, 2012). Deze groenbemester worden wel meegenomen in het onderzoek, mits het een mengsel betreft met een veel gebruikte groenbemester. In het onderzoek is het aantal soorten wat een mengsel bevat niet afgebakend.

#### 1.3.2 Kennis van groenbemestermengsels en risico's op de bodemvruchtbaarheid

Verschillende praktijkonderzoeken en wetenschappelijke onderzoeken laten uitkomsten zien van de effecten van groenbemestermengsels. Over het ene effect is meer onderzoek gedaan dan over het andere effect. Zo is er meer onderzoek gedaan naar het effect van groenbemestermengsels op onkruid dan het effect op doorworteling van de bodem. Er heeft tot nu toe nergens een bundeling plaatsgevonden van de bestaande kennis over het gebruik van groenbemestermengsels in de praktijk.

Doordat het gebruik van groenbemestermengsels is toegenomen en geen complete kennis is over de interacties tussen de soorten groenbemesters, is het niet duidelijk wat de gevolgen zijn voor de Nederlandse bodemvruchtbaarheid. Om erachter te komen in hoeverre de bestaande kennis over groenbemestermengsels in de praktijk voldoende toereikend is om geen risico's te vormen voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland, zijn de volgende hoofdvraag met bijhorende deelvragen geformuleerd.

*In hoeverre is de bestaande kennis over teelt van groenbemestermengsels die gele mosterd, Japanse haver, Engels raaigras, Italiaans raaigras of bladrammenas bevatten, voldoende toereikend om zonder risico voor de chemische, fysische en biologische bodemvruchtbaarheid in Nederland groenbemestermengsels te telen?*

De volgende deelvragen zijn hierbij geformuleerd:

1. Wat moet er over de teelt van groenbemestermengsels bekend zijn om deze zonder risico voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland te kunnen telen?
2. Welke onderzoeksresultaten over de effecten van groenbemestermengsels bevestigen elkaar?
3. Welke onderzoeksresultaten over de effecten van groenbemestermengsels conflicteren met elkaar?
4. Welke kennis ontbreekt er eventueel over teelt van groenbemestermengsels om deze zonder risico voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland te kunnen telen?

Met het beantwoorden van deze vragen is het uiteindelijke doel dat zowel onderzoekers als agrariërs een inzicht hebben over de bestaande kennis en kennishiaten om groenbemestermengsels in te zetten zonder dat er risico's ontstaan op gebied van bodemvruchtbaarheid. De opgedane kennis is nuttig om vervolgonderzoeken te formuleren. Het is nuttig voor de agrariër om met meer achtergrondkennis een betere keuze te kunnen maken welk mengsel ingezet wordt. Daarnaast kunnen alle belanghebbenden als studenten, docenten, adviseurs of leveranciers van zaaizaad het literatuuronderzoek gebruiken als naslagwerk.

## 2. Aanpak

In dit hoofdstuk is de aanpak van het literatuuronderzoek per deelvraag geformuleerd. Bij elke bron is de betrouwbaarheid gevalideerd.

### 2.1 Aanpak per deelvraag

1. *Wat moet er over de teelt van groenbemestermengsels bekend zijn om deze zonder risico voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland te kunnen telen?*

Naar aanleiding van de gedane literatuurstudie, die in de inleiding vermeld staat, zijn de drie bodemvruchtbaarheidsaspecten (biologisch, chemisch en fysisch) geanalyseerd. Aan de hand van gevonden literatuur is er gekeken naar de zorgen over de bodemvruchtbaarheid in Nederland. Ook is er een lijst met bronnenverantwoording opgesteld wat de mogelijke effecten van groenbemestermengsels kunnen zijn. Aan de hand van het samenvoegen van deze informatie zijn er criteria opgesteld wat er over de teelt van groenbemestermengsels bekend moet zijn om deze zonder risico voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland in te zetten.

Deelvraag 1 heeft de leidraad bepaald het literatuuronderzoek. De opgestelde criteria zijn verder toegepast in de daaropvolgende deelvragen. De criteria hebben geleid tot het beantwoorden van de hoofdvraag. De verhouding tussen de criteria die wel zijn beantwoord en die niet zijn beantwoord, zal leiden tot het antwoord op deze deelvraag.

2. *Welke onderzoeksresultaten over de effecten van groenbemestermengsels bevestigen elkaar?*

Aan de hand van gedane literatuurstudie zullen de resultaten die gaan over bepaald effect (bijvoorbeeld stikstof-fixatie uit lucht of vermeerdering van nematoden), zijn met elkaar vergeleken. Hierbij speelt betrouwbaarheid van de bron een grote rol. De betrouwbaarheid van de literatuur is getoetst aan de hand van de volgende vragen:

- Is de bron wetenschappelijk en 'peer reviewed'?
- Is de bron afkomstig van een praktijkonderzoek? Welke instellingen zijn hierbij betrokken?
- Is het een artikel uit een vakblad? Wat voor functie heeft de geïnterviewde persoon/bedrijf?
- Wie is de auteur? Kan de auteur belangen hebben bij de publicatie?
- Is de bron vaak geciteerd?

Daarnaast zijn de onderzoeken aan de hand van de opgestelde criteria uit deelvraag 1, getoetst.

3. *Welke onderzoeksresultaten over de effecten van groenbemestermengsels conflicteren met elkaar?*

Ook bij deze deelvraag is de betrouwbaarheid van de bron belangrijk. Om de verschillen te ontdekken tussen de conflicterende literatuur, zou de betrouwbaarheid van de bron een rol kunnen spelen. Naast de analyse over betrouwbaarheid, is ook geanalyseerd waar de verschillen in de uitkomsten vandaan kunnen komen. De volgende vragen zijn gesteld:

- In welk land is het onderzoek uitgevoerd?
- Op welke grondsoort is het onderzoek uitgevoerd?
- Welke verschillen zijn er nog meer in onderzoeksopzet?



Aan de hand van het beantwoorden van deze vragen en de geformuleerde criteria afkomstig van deelvraag 1, zullen de gedane onderzoeken getoetst worden.

4. *Welke kennis ontbreekt er over teelt van groenbemestermengsels die Japanse haver, bladrammenas, gele mosterd, Engels of Italiaans raaigras bevatten, om deze zonder risico voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland te kunnen telen?*

Hierbij zal allereerst de opgestelde criteria van deelvraag 1 weer bekeken worden. Aan de hand van de gevonden antwoorden bij deelvragen 2 en 3, kan er geconcludeerd worden aan welke criteria is voldaan. De criteria waaraan niet is voldaan blijken de kennishiaten te zijn. Deze onduidelijkheden zullen concreet geformuleerd worden.

Aan de hand van het beantwoorden van de vier deelvragen is er een antwoord gegeven op de onderzoeksvraag: *In hoeverre is de bestaande kennis over teelt van groenbemestermengsels die gele mosterd, Japanse haver, Engels raaigras, Italiaans raaigras of bladrammenas bevatten, voldoende toereikend om zonder risico voor de chemische, fysische en biologische bodemvruchtbaarheid in Nederland groenbemestermengsels te telen?* Er is een verhouding ontstaan tussen welke opgestelde criteria uit deelvraag 1 wel aan is voldaan en welke criteria niet aan is voldaan. Deze verhouding heeft bepaald in hoeverre de bestaande kennis voldoende is.

## 2.2 Zoekplan

Voor opdoen van deze kennis waren verschillende bronnen nodig. De voorkeur is uitgegaan naar betrouwbare bronnen. Daarbij is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- ❖ Wetenschappelijke 'peer reviewed' artikelen
- ❖ Praktijkonderzoeken van PPO-proeflocaties, IRS, Productschap akkerbouw, Brancheorganisatie akkerbouw, Actie Plan aaltjesbeheersing, Eurofins Agro en HLB.
- ❖ Nederlandse vakbladen: Nieuwe Oogst, Boerderij, Akkerwijzer, Veldpost, aardappelwereld en bloembollensite. Echter bij deze publicaties is de betrouwbaarheid wel lager vanwege de inbreng van verschillende bedrijven.
- ❖ Het raadplegen van zoekmachines op internet naar nieuwe zoekbronnen: Google Scholar, Sciedirect, Wiley, Greeni, Springer en Groenkennisnet

Er is geen gebruik gemaakt van bronnen die afkomstig zijn van leveranciers van zaaizaad voor groenbemesters. Ook is er niet gebruik gemaakt van artikelen in vakbladen waarin resultaten staan omschreven van partijen die belangen hebben bij de uitkomsten. Dit zijn bijvoorbeeld zaaizaadleveranciers of kunstmestleveranciers.

Bij elke bron is het volgende gevalideerd:

- Wie de auteur is en wat de belangen van de auteur kunnen zijn.
- Welke bedrijven en organisaties betrokken zijn bij het onderzoek of de rapportage.
- Hoe vaak de bron eventueel geciteerd is.
- Of het een 'peer reviewed' artikel is.
- Wie de uitgever is van het rapport, artikel of vakblad.

Er zijn met name Engelse en Nederlandse zoektermen gebruikt. In de onderstaande de tabellen 2 tot en met 7 staan de zoektermen. Door middel van het slash-teken ( / ), is aangegeven dat meerdere combinaties in zoektermen mogelijk zijn.

Tabel 2. Algemene zoektermen voor algemene begrippen en basiskennis

Algemene zoektermen	
Nederlands	Engels
Groenbemester	Green manure, cover crop
Vanggewas	Catch crop
Groenbemestermengsels	Cover crop mix/mixtures
Bodemvruchtbaarheid	Soil fertility
Effect van mengsels van groenbemesters	Effects of green manure/cover crop mixtures
Interacties van groenbemester soorten	Plant interactions green manure/cover crop species
Teelt van groenbemesters	Cultivation of cover crops/green manure

Tabel 3. Zoektermen voor meer achtergrondkennis over de meest gebruikte groenbemesters

Zoektermen in verband met de soorten groenbemesters		
Japane haver (mengsel)	Japanese Millet/ Oats	<i>Avena Strigosa</i>
Bladrammenas (mengsel)	(oilseed) radish	<i>Raphanus sativus</i>
Italiaans raaigras (mengsel)	Italian rye grass, annual rye grass	<i>Lolium multiflorum</i>
Engels raaigras (mengsel)	Perennial ryegrass/English ryegrass/winter ryegrass	<i>Lolium perenne</i>
Gele mosterd (mengsel)	(yellow) mustard	<i>Sinapsis alba</i>

Tabel 4. Zoektermen die te maken hebben met de fysische bodemvruchtbaarheid en groenbemestermengsels

Zoektermen over de effecten van groenbemesters en de fysische bodemvruchtbaarheid	
Groenbemester en fysische bodemvruchtbaarheid	Green manure/cover crop and fysical soil fertility
Mengsel groenbemester en beworteling	Mix/mixture cover crop and roots penetration
Mengsel groenbemester en structuur	Mix/mixture cover crop and soil structure
Mengsel groenbemester en erosie	Mix/mixture cover crop and erosion
Mengsel groenbemester en organische stof	Mix/mixture cover crop and (soil) organic matter
Mengsel groenbemester en biomassa	Mix/mixture cover crop and biomass (production)
Mengsel Japanse haver/bladrammenas/raaigras/gele mosterd met effect op beworteling/struucuur/erosie/organische stof/biomassa	Mix Japanese millet/radish/rye/mustard and roots penetration/soil structure/erosion/soil organic matter/biomass

Tabel 5. Zoektermen die te maken hebben met de chemische bodemvruchtbaarheid en groenbemestermengsels

Zoektermen over de effecten van groenbemestermengsels op chemische bodemvruchtbaarheid	
Groenbemesters en chemische bodemvruchtbaarheid	Green manure/cover crops and chemical soil fertility
Mengsel groenbemester en uitspoeling	Cover crop mix/mixtures and leaching
Mengsel groenbemester en opname stikstof	Cover crop mix/mixtures and nitrogen uptake
Mengsel groenbemester en CEC/cation exchange capacity	Cover crop mix/mixtures and CEC/cation exchange capacity

Mengsel groenbemester en stikstof fixatie	Cover crop mix/mixtures and N-fixation (nitrogen fixation)
Mengsel groenbemester en mineralen (huishouding)	Cover crop mix/mixtures and soil nutrients
Mengsel Japanse haver/bladrammenas/raaigras/gele mosterd met effect op uitspoeling/opname stikstof/mineralenhuishouding/stikstof fixatie	Cover crop mix/mixtures Japanese millet/radish/rye/mustard and nitrogen/CEC/N-fixation/N-uptake/soil nutrients

Tabel 6. Zoektermen die te maken hebben met de biologische bodemvruchtbaarheid en groenbemestermengsels

Zoektermen over de effecten van groenbemestermengsels op de biologische bodemvruchtbaarheid	
Groenbemester en biologische bodemvruchtbaarheid	Green manure/cover crops and biological soil fertility
Mengsel groenbemester en bodemleven	Cover crop mix/mixtures and soil organism
Mengsel groenbemester en nematoden/aaltjes	Cover crop mix/mixtures and nematodes
Mengsel groenbemester en <i>pratylenchus/chitwoodi/trichodoris/globodera</i>	Cover crop mx/mixtures and <i>pratylenchus/chitwoodi/trichodoris/globodera</i>
Mengsels groenbemester en bodemplagen/schimmels	Cover crop mix/mixtures and pests, fungi
Mengsels groenbemester en onkruid	Cover crop mix/mixtures and weed (suppression)
Mengsel Japanse haver/bladrammenas/raaigras/gele mosterd effect op bodemleven/aaltjes/plagen/schimmels/onkruid	Cover crop mix/mixtures Japanese millet/radish/rye/mustard and soil organism/nematodes/pests/fungi/weed

Tabel 7. Overige relevante zoektermen

Overige relevante zoektermen in het Nederlands	
Waardplanten	CEC
GLB vergroening	Mengsels van groenbemesters in de praktijk
Nadelen/voordelen groenbemesters	Areaal groenbemesters
Areaal groenbemesters	

### 2.3 Ordenen van bronnen

Deze bronnen zijn gebundeld in Microsoft Excel. In het Excelbestand zijn de bronnen neergezet op titel, vaktermen, bij welke deelvragen de bronnen waarschijnlijk het beste passen, de internetlink en officiële bronvermelding. Ook de betrouwbaarheid is hierbij vermeld. Met behulp van filters in Excel zijn er selecties van bronnen gemaakt per deelvraag of zoekterm. Ook is er in het bestand aangegeven of de bron al eerder is gebruikt in het onderzoek.

### 3. Resultaten

In dit hoofdstuk zijn er antwoorden gegeven op de deelvragen die geformuleerd zijn in hoofdstuk 2. Deze vragen zijn beantwoord worden door middel van de gevonden betrouwbare literatuur die is verwerkt in paragraaf 1.2. In deze paragraaf is het theoretisch kader vermeld wat er bekend is over de effecten van groenbemestermengsels die Japanse haver, raaigras, gele mosterd of bladrammenas bevatten.

Bij het schrijven van het plan van aanpak was de methode om antwoord te krijgen op deelvraag 1 nog niet helemaal duidelijk. Allereerst is aan de hand van de gedane literatuurstudie in hoofdstuk 1 een overzicht gemaakt van de mogelijke effecten van groenbemestermengsels op de bodemvruchtbaarheid ten opzichte van groenbemesters in monocultuur. Daarna zijn de huidige zorgen over de Nederlandse bodemvruchtbaarheid in kaart gebracht. Door de bundeling van deze twee paragrafen zijn er definities van criteria opgesteld.

#### 3.1 De teelt van groenbemestermengsels en de risico's voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland

In deze paragraaf is het resultaat van deelvraag 1 uitgewerkt. *Wat moet er over de teelt van groenbemestermengsels bekend zijn om deze zonder risico voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland te kunnen telen?* Er zijn criteria opgesteld waaraan later in het onderzoek is getest of er voldoende informatie bekend is om groenbemestermengsels in te zetten zonder risico voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland.

##### 3.1.1 Mogelijke effecten van groenbemestermengsels

In tabel 8 zijn alle mogelijke effecten van een groenbemestermengsel op de bodemvruchtbaarheid vermeld. Sommige effecten zijn meerdere malen bewezen door middel van wetenschappelijke onderzoeken. Ook zijn er verschillende onderzoeken die aangeven dat er meer onderzoek nodig is om de bepaalde effecten van groenbemestermengsels op de bodemvruchtbaarheid in kaart te brengen. Achter elk (mogelijk) effect staan bronnen vermeld uit hoofdstuk 1.

Tabel 8. Alle mogelijke effecten van een groenbemestermengsel op de chemische, fysische en biologische bodemvruchtbaarheid

Een groenbemestermengsel heeft eventueel effect op:	Bron(nen)
1. Hogere organische stofgehalte in de bodem	(Barel, Boer, Deyn, Douma, & Kuyper, 2017) (Pikula & Rutkowska, 2013) (Asakura, et al., 2013)
2. Toename bodemleven, door middel van hogere toevoer van organisch materiaal	(Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegrondsgroenteteelt, 2015) (Bouwmeester, 2017)
3. Verbeterde bodemstructuur, door middel van hogere toevoer van organisch materiaal	(Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegrondsgroenteteelt, 2015)
4. Verbeterde bodemstructuur door middel van doorworteling	(Cadisch & Giller, 1995)
5. Verbeterde kationen-uitwisselingscapaciteit (CEC), door	(Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegrondsgroenteteelt, 2015)

middel van hogere toevoer door organisch materiaal	
6. Hogere opname van nutriënten in de bodem en het voorkomen van uitspoeling ervan	(Barel, Boer, Deyn, Douma, & Kuyper, 2017) (Brainard, Hayden, & Ngouajio, 2013)
7. Onkruidbeheersing/ onkruiddrukking door middel van een betere bedekking van de bodem	(Interreg, 2012) (Knoppien, 1983) (Brainard, Hayden, & Ngouajio, 2013) (Sustainable Agriculture Research & Education, 2012) (Ingels, 1998) (Akemo, Bennett, & Regnier, 2000) (Brust, Gerhards, Karanisa, Kipp, & Ruff, 2011)
8. Betere bescherming voor erosie door wind en water	(Schils, 2012)
9. Stikstof uit de lucht fixeren	(Stanford & Smith, 1972) (Cadisch & Giller, 1995)
10. Vermeerdering of bestrijding van schadelijke nematoden	(Wageningen UR, 2013) (Möller & Reents, 2002) (Beuze M. d., 2000) (Hoekzema, Molendijk, & Visser, 2017) (Raaijmakers, 2017)
11. Plagen vermeerdering of bestrijding	(Everaats, Raaijmakers, Rozen, & Qui, 2013) (Frank & Tooker, 2012)
12. Schimmel vermeerdering of bestrijding	(Lamers & Rozen, 2014) (Braak, Bruggen, Leoni, Rossing, & Vries, 2013) (Eldering, et al., 2011)
13. Een grotere kans op het slagen van een goed ontwikkeld groenbemestingsgewas	(Korthals, Molendijk, & Visser, 2013)

### 3.1.2 Zorgen over de bodemvruchtbaarheid in Nederland

Aan de hand van de gevonden literatuur over bodemvruchtbaarheid is er in tabel 9 een overzicht opgesteld welke aspecten in welke mate risico's vormen voor de Nederlandse bodemvruchtbaarheid. Zo kunnen er criteria opgesteld worden over de risico's van groenbemestermengsels op de Nederlandse bodemvruchtbaarheid. In paragraaf 3.1.3 staat verdere toelichting gegeven over de risico's.

Tabel 9. Bedreigingen voor de Nederlandse chemische, fysische en biologische bodemvruchtbaarheid

Risico's voor de Nederlandse bodemvruchtbaarheid	Bron(nen)
1. Watererosie van bouwland op lössgronden die op hellingen liggen van meer dan 2 procent	(Schils, 2012) (Hessel, Riksen, & Stolte, 2011)
2. Stuiferosie op bouwland met minder dan 3 procent klei en 10 procent leem (Veenkoloniën, deel van Noord-Brabant en Limburg)	(Schils, 2012) (Goossens & Riksen, 2007)

3. Afname van organische stof in de bodem	(Beek, Hoogland, & Smit, 2007) (Beuze, et al., 2006)
4. Verliezen van nutriënten naar grond- en oppervlaktewater	(Schils, 2012)
5. Afname direct beschikbare fosfaat (P-PAE) en stikstof in de bodem	(Knuivers, 2015) (Bohlool, Garrity, George, & Ladha, 1992)
6. Toename van verdichting op 40 en 50 centimeter diepte van de bouwvoor (ondergrondverdichting)	(Akker, Vermeulen, & Verwijs, Vergelijking van de bodembelasting bij agrarisch veldwerk in 1980 en 2010, 2013) (Knuivers, 2015)
7. Verslechtering structuur	(Schils, 2012)
8. Toename van plant parasitaire nematoden	(Knuivers, 2015) (Aasman, et al., 2013)
9. Toenemende ziektedruk door nauwe rotaties	(Schils, 2012) (Qui, 2014)

### 3.1.3 Definitie van criteria

Naar aanleiding van de analyse naar de effecten van groenbemestermengsels en de risico's voor de Nederlandse bodemvruchtbaarheid, zijn er kenniscriteria opgesteld. Deze criteria gaan over de bestaande kennis over bepaalde effecten van groenbemestermengsels op de bodemvruchtbaarheid. Er is een onderscheid gemaakt tussen twee soorten criteria. De eerste groep criteria gaat over de vermeerdering en bestrijding van schimmels, plagen en nematoden. Deze criteria leiden tot directe schade aan de bodemvruchtbaarheid. De tweede groep criteria leiden minder direct tot schade op de bodemvruchtbaarheid.

De extra effecten van groenbemestermengsels op bijvoorbeeld organische stof, erosiebescherming en onkruiddrukking is goed om te weten om de effectiviteit van het toepassen van een mengsel te verhogen. Deze criteria zullen niet zo snel tot schade aan de bodemvruchtbaarheid leiden dan het vermeederen van ziekten, plagen of nematoden.

*Over deze criteria moet informatie bekend zijn om groenbemestermengsels veilig in te zetten zodat er geen risico's zijn voor de bodemvruchtbaarheid:*

1. Vermeerdering en bestrijding van plantparasitaire nematoden: aardappelcysteaaltjes, bietencysteaaltjes, wortelknobbelaaltjes (o.a. chitwoodi), wortellesieaaltjes, vrijlevende aaltjes (trichodoriden) en stengelaaltjes
2. Vermeerdering en bestrijding van schimmels en plagen waardoor er problemen in de volgteelt ontstaan

*Over deze criteria moet informatie bekend zijn om groenbemestermengsels effectief in te zetten voor verbetering/in stand houding van de bodemvruchtbaarheid:*

3. Toevoer van organische stof (wat ook positieve invloed heeft op onder andere bodemstructuur, erosie, waterhuishouding, onkruid en CEC)
4. Opname van nutriënten uit de bodem (met name stikstof en fosfaat)
5. Betere structuur door doorworteling en het voorkomen van ondergrondverdichting
6. Onkruiddrukking
7. Stikstof-fixatie uit de lucht
8. Erosiebestrijding

## **1. Vermeerdering en bestrijding van schadelijke nematoden**

Aardappelcysteaaltjes, bietencysteaaltjes, wortelknobbelaaltjes (o.a. chitwoodi), wortellesieaaltjes, vrijlevende aaltjes (trichodoriden) en stengelaaltjes zijn plantparasitaire aaltjes. Deze aaltjes kunnen veel schade aanrichten aan gewassen (Aasman, et al., 2013). Groenbemesters zijn voor veel aaltjessoorten een goede gelegenheid om nog (extra) te vermeerderen na het hoofdgewas (Wageningen UR, 2013). In een gewasloze periode is er sprake van natuurlijke sterfte van aaltjes. Door de teelt van een groenbemester wordt deze periode aanmerkelijk bekort. Afhankelijk van de aanwezige aaltjessoorten en besmettingsniveaus moet er een bewuste keuze gemaakt worden uit de beschikbare groenbemesters (Aasman, et al., 2013). Een mengsel leidt eventueel tot meer waardplanten. Dit leidt tot enige zorgen over het inzetten van groenbemestermengsels en de risico's ervan op de bodemvruchtbaarheid in Nederland.

## **2. Vermeerdering en bestrijding van schimmels en bodemplagen**

Het telen van gewassen heeft een belangrijke invloed op het bodemleven dat leeft van het gewas, de uitscheidingsproducten van de wortels en van de achtergebleven gewasresten. Dit bodemleven kan schade toebrengen (Lamers & Rozen, 2014). Om de zoveel tijd worden telers verrast door bodemplagen als ritnaalden, vliegenmaden en slakken die het gewas beschadigen. Een zorgvuldig vruchtwisselingsplan biedt kansen om de plaag- en schimmeldruk milieuvriendelijk in toom te houden (Qui, 2014).

## **3. Toevoer van organische stof**

Uit de literatuur blijkt dat meer organische stof leidt tot veel voordelen op de aspecten van de bodemvruchtbaarheid. Organische stof levert voedsel voor het bodemleven, kan mineralen bufferen, kan de waterhuishouding versterken, de bewerkbaarheid van de bodem verbeteren, bindingen met gronddeeltjes aangaan en minder erosiegevoeligheid veroorzaken (Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegrondsgroenteteelt, 2015). Echter, organische stof is continu onderhevig aan afbraak (verdwijning), ofwel via aerobe mineralisatie (snel), ofwel door anaerobe mineralisatie (langzaam). Verschillende bodems zijn in verschillende mate gevoelig voor verlies van organische stof. Ook wordt dit beïnvloed door de teelt (Beek, Hoogland, & Smit, 2007). In het rapport van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) over duurzaam bodemgebruik in landbouw, blijkt uit enquêtes onder boeren dat het organisch stofgehalte als belangrijkste bodemeigenschap wordt ervaren en als de meest problematische (Beuze, et al., 2006).

## **4. Opname van nutriënten uit de bodem**

Rondom de hoeveelheid nutriënten in de bodem is veel discussie. Agrarisch ondernemers krijgen een limiet opgelegd vanuit de overheid hoeveel kilogram stikstof en fosfaat er per hectare bemest mag worden (Rijksdienst voor ondernemend Nederland, 2018). Volgens Eurofins Agro, die grondmonsters analyseert, zijn tussen de periode van 2004 en 2014 de analyseresultaten van fosfaat (P-PAE) gedaald bij 53 procent van de onderzochte akkerbouwpercelen (Knuivers, 2015). Het is dus belangrijk om de aanwezige nutriënten in de bodem te sparen, zodat deze zo efficiënt mogelijk ingezet kunnen worden voor een hoofdteelt.

## **5. Betere structuur door doorworteling en voorkomen van ondergrondverdichting**

Sommige Nederlandse gebieden zijn gevoelig voor ondergrondverdichting. Ondergrondverdichting is vooral een risico bij akkerbouw met rooivruchten. De oorzaken van ondergrondverdichting zijn: zwaardere mechanisatie, hoge bandenspanning, in de voor rijden met ploegen, een gewasrotatie met relatief veel rooivruchten en de akkers berijden bij natte omstandigheden.

Ondergrondverdichting heeft nadelige effecten op waterhuishouding, luchthuishouding, uitspoeling van nutriënten, structuur, versleping en opbrengsten van een agrarisch bedrijf. Een maatregel om ondergrondverdichting tegen te gaan is zorgen voor een goede bodemstructuur door middel van aanvoer organische stof en diversiteit in gewassen (dit zorgt ook voor diversiteit in doorworteling) (Akker, Hack- ten Broeke, Schouten, Vermeulen, & Vries, 2013).

## **6. Onkruiddrukking**

Een geslaagde onkruidbestrijding in welke vorm dan ook, is belangrijk. Overblijvende onkruiden kunnen gaan concurreren met het hoofdgewas omtrent lucht, licht, water en nutriënten. Dit geeft opbrengstderving (Wilting, 2011). Veel onderzoeksresultaten naar het onkruidrukkend effect van groenbemestermengsels zijn afkomstig van de Verenigde Staten. Er zijn nauwelijks Nederlandse studies gedaan naar de onkruiddruk van groenbemestermengsels. Uit Amerikaanse onderzoeken blijkt dat de verhoudingen in een mengsel een groot deel van het onkruidrukkend effect bepalen (Sustainable Agriculture Research & Education, 2012). Onderzoeken naar verhoudingen in een mengsel kan nuttig zijn voor Nederlandse landbouwers.

## **7. Stikstof-fixatie uit de lucht**

Wanneer het teeltdoel van een groenbemestermengsel stikstof-fixatie uit de lucht is, is dit criterium belangrijk. Vooral biologische akkerbouwers passen deze methode toe. Biologische akkerbouwers kopen alleen (biologische) dierlijke mest aan. De stikstof-fosfaat-kalium-verhouding (NPK-verhouding) in dierlijke mest is doorgaans anders dan de NPK-verhouding van de afvoer. Op termijn kan een tekort aan stikstof ontstaan (Bohloul, Garrity, George, & Ladha, 1992). De verhouding tussen stikstof en fosfaat in afgevoerde akker- en tuinbouwproducten bedraagt ongeveer 2.6 kilogram stikstof per kilogram fosfaat. Enig stikstofverlies incalculerend zouden nutriënten dus minimaal in deze verhouding aan gewassen moeten worden aangeboden. In de biologische landbouw vormen vlinderbloemigen en dierlijke mest daarvoor de voornaamste sturingsmogelijkheid. Vanuit de biologische landbouw verdwijnt jaarlijks circa 90 kg stikstof per hectare per jaar naar de samenleving, zonder dat daar een noemenswaardige en voor de biologische landbouw toelaatbare retourstroom tegenover staat (Bos & Wit, 2005). Vlinderbloemige groenbemesters kunnen aanwezige stikstof uit de lucht fixeren. Meerdere onderzoeken tonen ook aan dat een mengsel van een vlinderbloemige en niet-vlinderbloemige elkaar kunnen versterken bij het vastleggen van stikstof uit de lucht (Büchi, et al., 2015).

## **8. Erosie door water of wind**

Bodemerosie is door de consequenties voor het milieu zoals verlies van vruchtbare grond, sedimentatie en vervuiling, een wijdverbreid probleem in vele gebieden van de wereld (Eppink, 1982). In Nederland zijn verschillende watererosie processen actief, zoals spaterosie, oppervlakte-erosie, rilerosie en overerosie. Dit is vooral van belang in Zuid-Limburg op hellingen (Goossens & Riksen, 2007). Ook treedt er in Nederland winderosie op. Winderosie kan een veelheid van gevolgen hebben: afname organische stof, bodemstructuur en vruchtbaarheid. Ook kunnen meststoffen, bestrijdingsmiddelen, ziekten en onkruiden zich makkelijk verspreiden. Winderosie speelt met name in de Veenkoloniën, bollenvelden en zandgronden in Noord-Brabant en Limburg. Erosie is dus een regionaal probleem (Hessel, Riksen, & Stolte, 2011).



### 3.2 Bevestigende en conflicterende literatuur

In deze paragraaf zijn de resultaten van deelvraag 2 en 3 beantwoord. Dit zijn de volgende vragen:

2. Welke onderzoeksresultaten over de effecten van groenbemestermengsels bevestigen elkaar?
3. Welke onderzoeksresultaten over de effecten van groenbemestermengsels conflicteren met elkaar?

Er is gewerkt vanuit de volgorde van de opgestelde criteria uit paragraaf 3.1.3. Per criteria is er gekeken welke literatuur bevestigende en conflicterende resultaten geeft.

#### 3.2.1 Vermeerdering van schadelijke nematoden

Drie praktijkonderzoeken geven dezelfde conclusie weer als het gaat om vermeerdering van schadelijke nematoden bij waardplanten in groenbemestermengsels. Volgens het IRS (Raaijmakers, 2017) is elke component in een mengsel voor een ziekte of plaag gelijk aan de individuele teelt. Volgens onderzoekers van Wageningen Universiteit (Hoekzema, Molendijk, & Visser, 2017) treedt er een sterke vermeerdering op wanneer er een waardplant in mengsels zit. Uit praktijkonderzoek op de proeftuin in Zundert (Beuze, 2000) is de conclusie dat zodra een aaltje zich op een van de soorten uit het mengsel kan vermeerderen, de besmettingsdruk in de grond toeneemt.

Het onderzoek van het IRS ging over de vermeerdering van het bietencysteeltje (BCA). De resultaten van het onderzoek zijn niet uitgegeven in een wetenschappelijk artikel. De resultaten zijn weergegeven in publicaties die voornamelijk zijn gebruikt bij informatiedagen voor suikerbietentelers. In tabel 10 zijn de resultaten uit de klimaatkamertoetsen uit 2017 weergegeven (Raaijmakers, 2017).

Tabel 100. Klein aandeel soorten kan grote gevolgen op vermeerdering hebben

Aandeel soorten	Effect op de vermeerdering van bietencysteeltjes
-Suikerbiet is een waardplant voor BCA -Alexandrijnse klaver is geen waardplant voor BCA -Waardplantgeschiktheid is bij bladrammenas rasafhankelijk voor BCA	<b>Aantal cysten per pot in de klimaatkamertoets</b>
Suikerbiet, 6 eenheden	1700
Alexandrijnse klaver, 6 eenheden	NIHIL
Resistentie bladrammenas, 6 eenheden	20
Suikerbiet en Alexandrijnse klaver 5:1	1700
Suikerbiet en Alexandrijnse klaver 1:5	800
Suikerbiet en resistente bladrammenas 5:1	1100
Suikerbiet en resistente bladrammenas 1:5	1000
Bladrammenas en Alexandrijnse klaver 5:1	10
Bladrammenas en Alexandrijnse klaver 1:5	5

Uit tabel 10 blijkt dat bijvoorbeeld een verhouding van 1/6 deel waardplant en 5/6 deel geen waardplant, er toch een forse vermeerdering optreedt van het bietencysteeltje. Dit onderschrijft de conclusie van het onderzoek dat een klein aandeel waardplant toch voor een forse vermeerdering kan zorgen.

Het onderzoek van de Wageningen Universiteit ging over de vermeerdering van *Pratylenchus penetrans*, wortellessieaaltjes. De opzet van de proef is enigszins vergelijkbaar met de proef van het IRS. In kasproeven zijn ook combinaties van gewassen in potten gezet met een inoculatie van *Pratylenchus penetrans* (wortellessieaaltjes). In de tabel 11 staan de resultaten.

Tabel 11. Een (sterke) vermeerdering als mengsel een waardgewas bevat

Aandeel soorten	Effecten op de vermeerdering van <i>P. penetrans</i>
Mais is een waardplant voor <i>P. penetrans</i> Japanse haver is geen waardplant voor <i>P. penetrans</i> Tagetes is resistent voor <i>P. penetrans</i> Bladrammenas is geen waardplant voor <i>P. Penetrans</i>	Aantal <i>P. penetrans</i> aaltjes in grond (2,5 liter grond per pot).  De inoculatie had een besmetting van 10000 <i>P. penetrans</i> aaltjes
Mais	28.000
Japanse haver	4.500
Tagetes	NIHIL
Bladrammenas	9.500
Mais + Japanse haver	24.000
Mais + Tagetes	23.500
Japanse haver + tagetes	2.000
Japanse haver + bladrammenas	6.500
Tagetes + bladrammenas	3000
Mais + bladrammenas + Japanse haver	17.000
Pot zonder gewas	1.000

Dit onderzoek is niet gepubliceerd in een artikel in een wetenschappelijk tijdschrift. De resultaten zijn weergegeven in publicaties die voornamelijk zijn gebruikt bij informatiedagen voor agrariërs. De onderzoekers zijn van het instituut PPO (praktijkonderzoek plant & omgeving). Uit tabel 11 blijkt dat in een mengsel met een waardplant en niet-waardplant bijna een even grote vermeerdering plaatsvindt, dan een monocultuur van een waardplant. Dit is goed te zijn bij de combinaties van Mais+Tagetes en Mais+ Japanse haver.

Het derde onderzoek richt zich niet op akkerbouwgewassen maar in de boomteelt. Er is een mengsel onderzocht met bladrammenas, boekweit, goudsbloem, Italiaans raaigras, phacelia, rode klaver, tagetes en zomerwikke. Dit is een mengsel van zowel waardplanten, niet-waardplanten en actieve bestrijders van het wortellessieaaltje.

Na vier maanden groeiperiode zijn de aantallen aaltjes in de wortels van de planten geteld. De wortels van het mengsel bleken zwaar besmet te zijn met het wortellessieaaltje. Ook de wortels van de monoculturen boekweit bevatten veel aaltjes. Boekweit is dus ook een goede waardplant. Boekweit komt wel in gevarieerde mengsels van groenbemesters voor. Boekweit is niet meegenomen in het aaltjesschema (Wageningen UR, 2013). Daarentegen bleek goudsbloem een slechte waardplant. Een andere conclusie uit dit onderzoek is dat tagetes alleen populatie *Pratylenchus penetrans* actief afbreekt, wanneer dit gewas onkruidvrij geteeld wordt. Verschillende onkruiden zijn weer waardplanten voor het aaltje. Dit onderschrijft nogmaals dat een (klein) aandeel waardplanten in een mengsel leidt tot negatieve effecten. Zowel de werking van een actieve aaltjesbestrijder (zoals tagetes) kan daarmee verdwijnen en er kan alsnog een vermeerdering optreden.

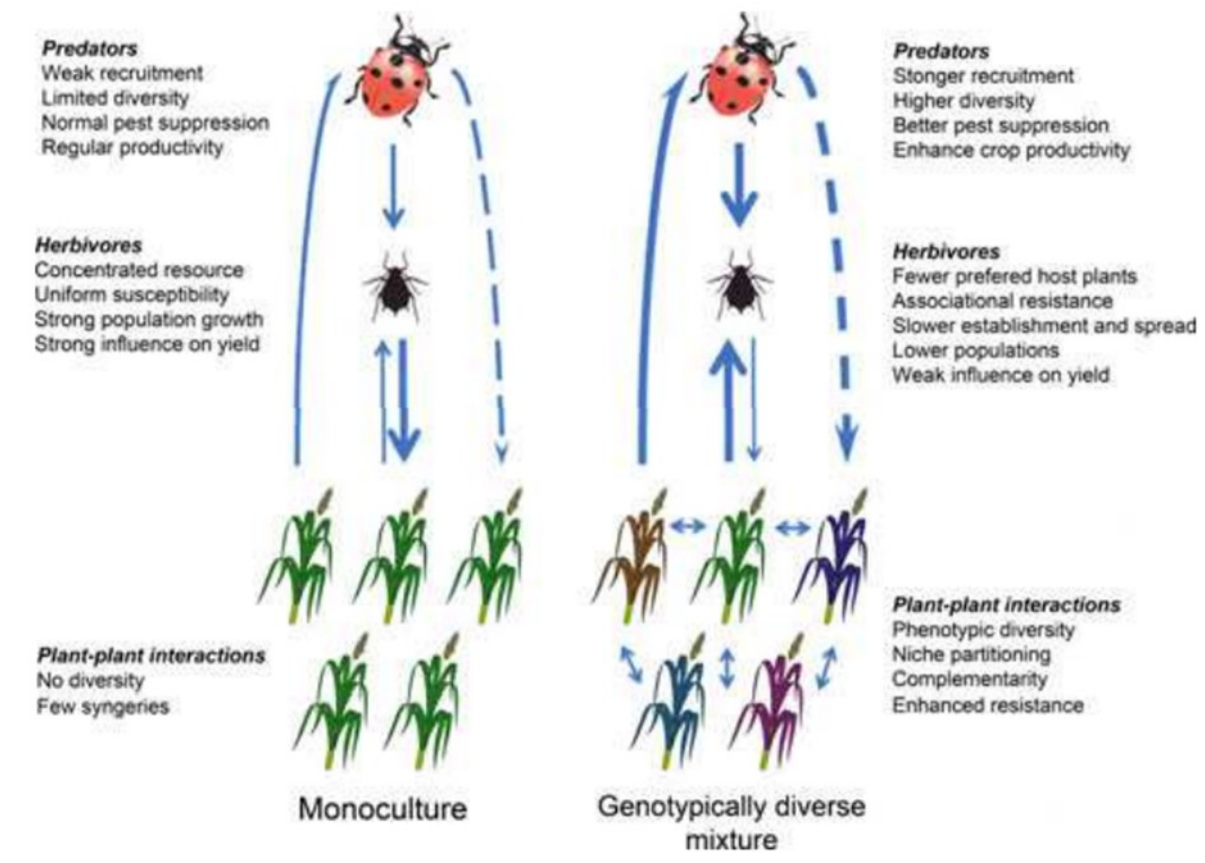
### 3.2.2 Vermeerdering van ziekten en plagen

Er zijn meerdere onderzoeken gedaan naar de effecten van een groenbemesterteelt op bepaalde schimmels en bodemplagen. In tabel 12 staat een overzicht wat er bekend is van de vijf meest gebruikte groenbemesters en de effecten op schimmels en plagen. Tabel 12 onderschrijft dat de vijf meest ingezette groenbemesters een waardplant zijn voor bepaalde schimmels en plagen.

Tabel 12. Vermeerdering van schimmels en bodemplagen bij de vijf meest ingezette groenbemesters (Lamers & Rozen, 2014) (Everaats, Raaijmakers, Rozen, & Qui, 2013) (Braak, Bruggen, Leoni, Rossing, & Vries, 2013) (Eldering, et al., 2011)

Groenbemester	Effect op schimmels en plagen
Bladrammenas	Lichte vermeerdering op bonenvlieg, koolvlieg, weidelangpootmug en sterke vermeerdering op gevlekte akkerslak  Vermeerdert sclerotinia (rattenkeutelziekte) sterk
Gele mosterd	Lichte vermeerdering op bonenvlieg, koolvoeg, weidelangpootmug, aardrups en gevlekte akkerslak  Sterke vermeerdering op knolvoet, rhizoctonia (wortelrot) en sclerotinia. Lichte vermeerdering op fusarium
Engels en Italiaans raaigras	Matige vermeerdering op kniptor, rozenkever, meikever en akkerslag. Sterke vermeerdering op weidelangpootmug.  Matige vermeerdering op roodrot, phitium. En sterke vermeerdering op rhizoctonia (wortelrot)
Japanse haver	Matige vermeerdering op kniptor, bonenvlieg, aardappelstengelboorder en aardrups.  Sterke vermeerdering op fusarium

Uit twee wetenschappelijke onderzoeken blijkt dat het mengen van groenbemesters kan leiden tot een onderdrukking van schimmels en bodemplagen doordat een geschikte waardplant moeilijker te vinden is. Möller & Reents (2002) lieten dit zien in een onderzoek met elf schimmelsoorten in grasland. Meer diversiteit van grassoorten leidde tot een lagere ziektedruk van schimmels. De soortensamenstelling in mengsel beïnvloedt dit effect sterk. Ook kan genetische verscheidenheid van planten(rassen) leiden tot een reducerende overdacht van plagen (Frank & Tooker, 2012). Genetische verscheidenheid in mengsels leidt tot verminderde overdracht van plagen en helpt bij het beheersen van plagen. Figuur 1 laat de theorie van Frank & Tooker zien. Hierin is een vergelijking gemaakt van de effecten van een monocultuur en een mengsel op plagen en predatoren. De afbeelding onderbouwt de theorie dat gewasdiversificatie leidt tot minder waardplanten voor een insect (plaag), het insect minder snel zich vestigt in het gewas en de populatie van de plaag zich minder ontwikkelt.



Figuur 1. Mengsels van gewassen leiden tot een verminderde overdracht van plagen (Frank & Tooker, 2012)

Opmerkelijk is dat de effecten van groenbemestermengsels bij schadelijke nematoden anders zijn dan bij schimmels en bodemplagen. Een klein aandeel van een waardplant voor een nematode kan leiden tot een forse vermeerdering (Hoek & Timme, 2016). Bij schimmels en plagen zorgt een klein deel van een waardplant niet voor een forse vermeerdering (Frank & Tooker, 2012) (Möller & Reents, 2002).

### 3.2.3 Toevoer van organische stof

Er zijn meerdere onderzoeken gedaan naar de effecten van mengsels van groenbemester en de productie van biomassa. De overeenkomst is dat bij het toevoegen van wikke de biomassaproductie toeneemt. Dit geldt zowel voor de combinaties bladrammenas-wikke, (Japanse) haver-wikke en rogge-wikke.

In het wetenschappelijk onderzoek van Wageningen University & Research door Barel, Boer, Deyn, Douma en Kuyper (2017) is de conclusie dat een mengsel van bladrammenas-wikke productiever lijkt te zijn dan de monoculturen van bladrammenas en wikke. De wortelbiomassa is hoger bij een monocultuur van bladrammenas. Echter, de totale biomassa van een bladrammenas/wikkemengsel is hoger dan de geteste monoculturen ervan (Barel, Boer, Deyn, Douma, & Kuyper, 2017). In tabel 13 zijn een deel van de onderzoeksresultaten weergegeven. Tabel 13 laat zien dat een combinatie van bladrammenas en wikke leidt tot een hogere biomassa productie in gram gewas per vierkante meter.

Tabel 13. Resultaten uit het onderzoek over de productiviteit van een mengsel met bladrammenas en wikke (Barel, Boer, Deyn, Douma, & Kuyper, 2017)

Groenbemester	Biomassa productie in gram/m <sup>2</sup>
Bladrammenas	941,94
Wikke	1.292,18
Bladrammenas + Wikke	1.477,39

Dezelfde conclusie rolt uit het Japanse onderzoek waarbij wikke is toegevoegd bij haver. Het mengsel van wikke en haver leidt tot een hogere biomassaproductie dan de monoculturen (Asakura, et al., 2013). Tabel 14 onderbouwt deze conclusie.

Tabel 14. Resultaten uit Japans onderzoek over mengsels van Haver en wikke (Asakura, et al., 2013)

Groenbemester	Droge-stof productie in gram/m <sup>2</sup>
Haver	449
Wikke	393
Haver + Wikke	Haver: 189 Wikke: <u>362</u> Totaal: 551

Uit onderzoek van Koreaanse wetenschappers blijkt dat bij een lang groeiseizoen van een groenbemester (85 dagen) een combinatie van rogge en wikke kan leiden tot meer biomassa per vierkante meter dan de geteste monoculturen. Bij een groeiseizoen van 55 dagen was dit nog niet het geval (Choi, et al., 2011).

De overeenkomst uit deze onderzoeken is dat bij het toevoegen van wikke de biomassaproductie toeneemt. Dit geldt zowel voor de combinaties bladrammenas-wikke, (Japanse) haver-wikke en rogge-wikke. Ook zijn er ook onderzoeken gedaan waaruit blijkt dat een mengsel niet altijd per definitie een hogere biomassa geeft. Onderzoekers van de Duitse universiteit Hohenheim hebben mengsels met alexandrijnse klaver, voederwikke, boekweit en Nigerzaad vergeleken met monoculturen van gele mosterd, facelia of Japanse haver. Het mengsel ontwikkelde zich minder snel, ontwikkelde minder biomassa en had de minste onkruiddrukking vergeleken met de monoculturen (Brust, Gerhards, Karanisa, Kipp, & Ruff, 2011).

### 3.2.4 Opname van nutriënten uit de bodem

De onderzoeken van Barel, Boer, Deyn, Douma en Kuyper (2017) en van Brainard, Hayden en Ngouaijo (2013) geven beide een overeenkomende conclusie aan dat mengsels van groenbemesters in staat zijn om meer stikstof vast te leggen dan een groenbemester in monocultuur. Ook bevestigen Japanse onderzoekers dit met een onderzoek naar een mengsels van Haver en wikke (Asakura, et al., 2013).

In het onderzoek van Wageningen University & Research door Barel, Boer, Deyn, Douma en Kuyper is de wetenschappelijke conclusie dat voor de keuze van een groenbemester(mengsel) productieve mengsels met een hoog stikstofgehalte een belangrijke pijler is voor de productie van het hoofdgewas. Binnen het tijdsbestek van de proef (2 jaar) bleek het mengsel bladrammenas-wikke productiever dan de monoculturen bladrammenas, wikke, Engels raaigras en witte klaver. Dit was in tegenstelling tot het mengsel van Engels raaigras en witte klaver.

Het onderzoek van Brainard, Hayden en Ngouaijo (2013) leidt tot de conclusie dat een toename van wikke in mengsels leidt tot grotere stikstofvastlegging in de plant. Echter dit bracht ook verhoogde zaadkosten en verminderde jaarlijkse onkruidonderdrukking met zich mee.

Uit het onderzoek van Asakura, Daimon, Hattori et al (2013) blijkt dat een mengsel van wikke en haver meer vastgelegd stikstof en fosfaat per gram plant bevat dan een monocultuur. Deze conclusie is onderbouwd door tabel 15. Hierin staan de effecten van bladrammenas, wikke en een mengsel op stikstofopname en fosfaatopname.

Tabel 15. De hoeveelheid vastgelegde stikstof en fosfaat bij haver en wikke

Groenbemester	Totale hoeveelheid grammen stikstof per m2	Totale hoeveelheid grammen fosfaat per m2
Haver	3.8	1.8
Wikke	14.5	2.4
Haver + wikke	Haver: 2.5 Wikke: <u>13.4</u> Totaal: 15.9	Haver: 1.1 Wikke: <u>1.9</u> Totaal: 3.0

Deze drie onderzoeken hebben ook gemeenschappelijk dat het gewas Wikke (*Vicia Sativa*) is gebruikt. Wikke is afkomstig van de vlinderbloemigenfamilie. Zoals bekend binden de planten uit deze familie stikstof uit de lucht via wortelknolletjes. Dit is de eerste reden dat de onderzoeken niet alleen gaan over stikstof-opname uit de bodem. Ten tweede is wikke een weinig houtig gewas. Hierdoor komt de vertering snel op gang. Hierdoor bestaat de kans dat een gedeelte van de stikstof uit het gewas al gedurende de winter en het vroege voorjaar vrijkomt en verloren gaat (Korthals, Molendijk, & Timmer, 2004).

### 3.2.5 Betere structuur door doorworteling en opheffing ondergrondverdichting

Er zijn geen onafhankelijke praktijkonderzoeken en wetenschappelijke onderzoeken die hebben bewezen dat mengsels van groenbemesters leiden tot betere of slechtere doorworteling en ondergrondverdichtingen kunnen opheffen. Door verschillende leveranciers van groenbemestermengselzaai zaad wordt beweerd dat er een optimalere doordringing van wortels door de bodem bereikt worden. Dit zou te maken hebben met de verscheidenheid aan penwortels en zijwortels en variatie in doorwortelingsdiepte.

### 3.2.6 Onkruiddrukking

#### *Werking van alexandrijnse klaver*

Volgens een onderzoek van Interreg Vlaanderen-Nederland (2012) wordt alexandrijnse klaver veel ingezet bij mengsels. Volgens de proefveldonderzoeken van Interreg Vlaanderen-Neerland groeit Alexandrijnse snel en heeft daardoor een goede onkruidrukkende werking.

Daarentegen is in 1983 de onkruidrukkende werking van alexandrijnse klaver ook onderzocht. Dit is onderzocht door de voormalige Stichting Tuinbouwproefbedrijf Geestmerambacht te Oudkarspel. De

conclusies zijn onder andere dat alexandrijnse klaver langzaam groeide en daardoor veel last van onkruid kreeg (Knoppies, 1983).

De verschillen zouden kunnen zitten in de grondsoort waar het onderzoek in is uitgevoerd. In de conclusies van Knoppies (1983) staat dat alexandrijnse klaver vooral langzaam groeit op zware grond en daardoor last van onkruid krijgt. Na onderzoek op lichtere kleigrond bleek dat alexandrijnse klaver iets sneller groeide. Alleen het gewas groeide nog steeds wel het langzaamst van alle andere onderzochte gewassen (raaigras phacelia en rogge). De proefvelden van Interreg (2012) lagen in Roeselare, België. Dit gebied bestaat voornamelijk uit lichte lemige zandgronden (Geopunt Vlaanderen, 2018).

#### *Relatie biomassa en onkruidrukkend effect*

Atwoord, Smith en Warren (2014) toonden aan dat toenemende biomassa geproduceerd door een groenbemestermengsel niet per definitie leidt tot een verhoogd onkruidrukkend effect. Goed ontwikkelde monoculturen die bijna evenveel bovengrondse biomassa produceren, tonen geen verschil in onkruidrukkend effect dan bij een geslaagde mengselteelt. Dit onderzoek is tegenstrijdig met de conclusies van Bugg, Christensen, Ingels en McGourty (1998) en van het onderzoeksinstituut Sustainable Agriculture Research & Education (2012). Uit deze onderzoeken blijkt dat groenbemestermengsels een hoger onkruidrukkend effect geven.

#### *Verhoudingen in een mengsel*

Betreft onkruidrukkend effect bevestigen meerdere wetenschappelijke onderzoeken dat de verhoudingen van de soorten groenbemers een belangrijke rol speelt bij het onkruidrukkend effect. Brainard, Hayden & Ngouajio (2013), concludeerden dat meer rogge in een mengsel van rogge en wikke leidt tot een betere onkruidrukkend effect. Het boek van Bugg, Christensen, Ingels en McGourty (1998) gaat over groenbemestergebruik in wijngaarden. Ingels beschrijft dat een verhouding van 50:50 Italiaans raaigras en klaver leidt tot de beste verhouding om onkruid te beheersen. Dit heeft te maken met de hoeveelheid bovengrondse biomassa en oppervlaktebedekking van de bodem. Uit het onderzoek van Akemo, Bennett en Regnier (2000) bleek dat groenbemestermengsels met meer dan 50 procent haver ook een hoger onkruidrukkend effect geven dan een monocultuur van vlinderbloemigen. Het vierde onderzoek is gepubliceerd in het boek *Managing Cover Crops Profitably*. Wanneer Italiaans raaigras gemengd is met een andere grasachtige of een vlinderbloemige, verbetert de onkruidrukkend effect. Het Italiaans raaigras zal het mengsel domineren. Om dit te voorkomen kan er gekozen worden voor een mindere hoeveelheid zaaizaad van Italiaans raaigras in het mengsel. Een andere optie is het gewas maaien (Sustainable Agriculture Research & Education, 2012).

#### 3.2.7 Stikstof-fixatie uit de lucht

Er zijn tal van wetenschappelijke onderzoeken die te maken hebben met stikstofvastleggingen van mengsels van vlinderbloemige gewassen (zoals wikke en klaver). Deze onderzoeken zijn zowel recentelijk als 40 jaar oud. Deze onderzoeken tonen aan dat een mengsel van vlinderbloemige gewassen en niet-vlinderbloemige gewassen elkaar kunnen versterken bij het vastleggen van stikstof uit de lucht. Een combinatie van grassen en een vlinderbloemige levert dit versterkte effect goed op. De grassen zorgen voor een lager stikstofgehalte in de bodem doordat het een snel effectief wortelstelsel ontwikkelt. Hierdoor gaat de vlinderbloemige meer stikstofknolletjes aanmaken en meer stikstof fixeren uit de lucht (Büchi, et al., 2015) (Stanford & Smith, 1972) (Cadisch & Giller, 1995).

#### 3.2.8 Erosie door water of wind

In de literatuur zijn wel onderzoeken gedaan naar de erosie bestrijdende effecten van groenbemers (Hessel, Riksen, & Stolte, 2011) (Baets, Meersmans, Poesen, & Serlet, 2011). Er zijn

geen onderzoeken gedaan over mengsels van groenbemesters die leiden tot een beter of verslechterend erosie bestrijdend effect.

### 3.2.9 Toetsing aan gedefinieerde criteria

In tabel 16 is een samenvatting weergegeven van paragraaf 3.2. In de eerste kolom van de tabel staat het criterium die is opgesteld door middel van het beantwoorden van deelvraag 1. In de tweede kolom staat beknopt weergegeven wat de conflicterende en bevestigende literatuur erover te melden heeft.

Tabel 16. De conflicterende en bevestigende literatuur uit paragraaf 3.2 getoetst aan de gedefinieerde criteria uit paragraaf 3.1.3

Criterium	Bestaande kennis
Vermeerdering van plantparasitaire nematoden: aardappelcysteaaltjes, bietencysteaaltjes, wortelknobbelaaltjes (o.a. chitwoodi), wortellesieaaltjes, vrijlevende aaltjes (trichodoriden) en stengelaaltjes	Klein aandeel van waardplanten kan voor een forse vermeerdering zorgen bij bietencysteaaltjes en wortellesieaaltjes.
Toename organische stofgehalte (wat ook positieve invloed heeft op onder andere structuur, bodemleven, erosie, waterhuishouding, onkruid en CEC)	Toevoeging van wikke bij haver, rogge of bladrammenas kan leiden tot een hogere biomassa productie.  Mengsels van groenbemesters leveren niet per definitie een hogere organische stofgehalte op.
Opname van nutriënten uit de bodem (met name stikstof en fosfaat)	Toevoeging van wikke leidt tot een hogere productiviteit van een groenbemester en kan ook zorgen voor extra opname van nutriënten uit de bodem. De vertering van wikke komt in het najaar vroeg op gang, waardoor alsnog een deel stikstof verloren gaat. Van andere groenbemestercombinaties is geen literatuur van bekend.
Vermeerdering van schimmels en plagen, waardoor er problemen in de volteelt ontstaan	Groenbemesters vermeerderen schimmels en plagen. In welke mate dit gebeurt in mengsels is onbekend.  Opvolging van nauw verwante gewassen moet worden vermeden.  Meer genetische verscheidenheid in een gewas leidt tot een gereduceerde overdracht van schimmels en plagen.
Betere structuur door doorworteling, voorkomen van ondergrondverdichting	Groenbemesters hebben effect op een betere bodemstructuur. Over de effecten van groenbemestermengsels en bodemstructuur is geen literatuur van bekend.
Onkruiddrukking	Het toevoegen van rogge of haver aan mengsel leidt vaak tot een hoger onkruidrukkend effect. Vooral de verhoudingen in het mengsel spelen een rol bij het onkruidrukkend effect. Meer bovengrondse biomassa en oppervlaktebedekking zijn de belangrijke factoren.  Alexandrijnse klaver kan zich goed ontwikkelen in een mengsel op lichte gronden. Alexandrijnse klaver is af te raden op zwaardere gronden.



	Er is tegenstrijdige literatuur over of een mengsel leidt tot een verhoogd onkruidrukkend effect ten opzichte van een geslaagde monocultuur groenbemester.
Stikstof-fixatie uit de lucht	Literatuur bevestigt dat een mengsel van een vlinderbloemige en niet-vlinderbloemige leidt tot extra stikstof-fixatie uit de lucht. Dit effect is het grootst bij een mengsel van een vlinderbloemige en een grassoort.
Erosiebestrijding	Groenbemesters hebben een effect op het bestrijden van erosie door water en wind. Literatuur over mengsels van groenbemesters en erosiebestrijding is niet bekend.

### 3.3 Eventuele kennishiaten

Voor het formuleren van de kennishiaten is allereerst de criteria toegepast die geformuleerd is in hoofdstuk 3.1.3. Aan de hand van de gevonden antwoorden bij deelvragen 2 en 3, is er geconcludeerd aan welke criteria wel en niet is voldaan. De criteria waaraan niet is voldaan blijken de kennishiaten te zijn. Deze onduidelijkheden zijn concreet geformuleerd in tabel 17.

Tabel 17. Formulering van de eventuele kennishiaten per criterium

Criterium	Kennishiaten
Vermeerdering van plantparasitaire nematoden: aardappelpysteaaltjes, bietencysteaaltjes, wortelknobbelaaltjes (o.a. chitwoodi), wortellesieaaltjes, vrijlevende aaltjes (trichodoriden) en stengelaaltjes	Een klein aandeel van een waardplant kan zorgen voor een forse vermeerdering van bietencysteaaltjes en wortellesieaaltjes. Geldt deze conclusie ook voor aardappelpysteaaltjes, wortelknobbelaaltjes, vrijlevende aaltjes en stengelaaltjes?
Toename organische stofgehalte (wat ook positieve invloed heeft op onder andere structuur, bodemleven, erosie, waterhuishouding, onkruid en CEC)	Toevoeging van wikke bij haver, rogge of bladrammenas kan leiden tot een hogere biomassa-productie. Echter, mengsels van groenbemesters leveren niet per definitie een hogere organische stofgehalte op. Welke interacties tussen plantensoorten vindt er plaats waardoor er meer of minder biomassa-productie plaatsvindt?
Opname van nutriënten uit de bodem (met name stikstof en fosfaat)	Toevoeging van wikke leidt tot een hogere productiviteit van een groenbemester en kan ook zorgen voor extra opname van nutriënten uit de bodem. Hoe zit dat bij andere groenbemestingsgewassen?
Vermeerdering van schimmels en plagen, waardoor er problemen in de volteelt ontstaan	Het is duidelijk welke schimmels en plagen vermeerderd worden door groenbemesters. Opvolging van nauw verwante gewassen moet vermeden worden. Meer genetische verscheidenheid in een gewas leidt tot een gereduceerde overdracht van schimmels en plagen. De kennishiaat die ontstaat is: In welke mate leidt een mengsel tot een gereduceerde overdracht?
Betere structuur door doorworteling, voorkomen van ondergrondverdichting	Wat zijn de effecten van groenbemestersmengsels met Japanse haver, raaigras, bladrammenas of gele mosterd op de doorworteling, structuur en ondergrondverdichting?
Onkruidrukkend	Vooraf de verhoudingen in het mengsel spelen een rol bij het onkruidrukkend effect. De optimale verhoudingen

	<p>tussen gewassen als raaigras, wikke, rogge, (Japanse) haver is niet bekend.</p> <p>Het is onvoldoende bekend of een mengsel leidt tot een verhoogd onkruiddrukend effect ten op zichte van een geslaagde monocultuur groenbemester.</p>
Stikstof-fixatie uit de lucht	<p>Literatuur bevestigt dat een mengsel van een vlinderbloemige en niet-vlinderbloemige leidt tot extra stikstof-fixatie uit de lucht. Dit effect is het grootst bij een mengsel van een vlinderbloemige en een grassoort. De optimale verhouding tussen de vlinderbloemige en grassoort is niet bekend.</p>
Erosiebestrijding	<p>Wat zijn de effecten van groenbemestersmengsels die Japanse haver, raaigras, bladrammenas of gele mosterd bevatten, op erosiebestrijding door water en wind?</p>

## 4. Discussie

### 4.1 Opgestelde criteria

Naar aanleiding van gedane literatuuronderzoek zijn er acht criteria opgesteld. Daarmee is antwoord gegeven op deelvraag 1: *Wat moet er over de teelt van groenbemestermengsels bekend zijn om deze zonder risico voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland te kunnen telen?* De gegevensverzameling die heeft plaatsgevonden door middel van het raadplegen van diverse databases. De meest gebruikte databases zijn Sciencedirect, Wiley, Greeni, Springer, Groenkennisnet en Google Scholar. De gegevensverzameling omtrent de bodemvruchtbaarheid is niet alleen afkomstig van deze bronnen. Hiervoor zijn ook vakbladen en websites van onderzoeksinstituten benaderd. Een beperkende factor in dit onderzoek is de informatie uit vakbladen. Bij de artikelen is dat ook geanalyseerd of er personen en partijen bij de publicatie betrokken zijn die er (commerciële) belangen bij hebben.

### 4.2 Bevestigende en conflicterende literatuur

De verzamelde literatuur uit hoofdstuk 1 is verder geanalyseerd op overeenkomsten en conflicten met andere verzamelde literatuur. De gegevens die hierin zijn gebruikt zijn uitsluitend van wetenschappelijke bronnen. Enkele onderzoeken zijn van praktijkonderzoeken. Echter, uit analyse naar betrouwbaarheid, waren deze onderzoeken betrouwbaar genoeg om te gebruiken.

Er is opvallende conflicterende literatuur. Opmerkelijk is dat de effecten van groenbemestermengsels bij schadelijke nematoden anders zijn dan bij schimmels en bodemplagen. Een klein aandeel van een waardplant voor een nematode kan leiden tot een forse vermeerdering (Hoek & Timme, 2016). Bij schimmels en plagen zorgt een klein deel van een waardplant niet voor een forse vermeerdering (Frank & Tooker, 2012) (Möller & Reents, 2002).

Volgens de proefveldonderzoeken van Interreg Vlaanderen-Neerland (2012) groeit Alexandrijnse snel en heeft daardoor een goede onkruidrukkende werking. Daarentegen is in 1983 de onkruidrukkende werking van alexandrijnse klaver ook onderzocht. De conclusies zijn onder andere dat alexandrijnse klaver langzaam groeide en daardoor veel last van onkruid kreeg (Knoppies, 1983).

### 4.3 Eventuele kennishiaten

Een beperkende factor in het onderzoek is dat niet alle literatuur is gevonden die wel beschikbaar is over de effecten van groenbemestermengsels met Japanse haver, Italiaans raaigras, Engels raaigras, bladrammenas of gele mosterd op de bodemvruchtbaarheid. Er zou meer bekend kunnen zijn over mengsels van groenbemesters op de bodemvruchtbaarheid dan wat nu weergegeven is. Dit zou leiden tot onterechte kennishiaten.

De deelconclusie is dat er nog wel kennishiaten zijn. Dit blijkt ook uit de literatuur. Eldering, et al. (2011), concludeerden dat er onvoldoende informatie beschikbaar is over de effecten van groenbemestermengsels organische stof productie en doorworteling. Ook concludeerden Hoekzema, Molendijk en Visser (2017) dat het onduidelijk is wanneer welk component in een groenbemestermengsel domineert.

Aan de hand van deze informatie, die in het onderzoek uitgebreid besproken is, weten telers welke informatie er bekend is bij het inzetten van groenbemestermengsels. Ook hebben onderzoekers een overzicht welke onderzoeksvragen er liggen voor de lange termijn omtrent het veilig inzetten van groenbemestermengsels in de praktijk.

## 5. Conclusie

Met dit onderzoek is het uiteindelijke doel dat zowel onderzoekers als agrariërs een inzicht hebben over de bestaande kennis en kennishiaten om groenbemestermengsels in te zetten zonder dat er risico's ontstaan op gebied van bodemvruchtbaarheid. De opgedane kennis is nuttig om vervolgonderzoeken te formuleren. Het is nuttig voor de agrariër om met meer achtergrondkennis een betere keuze te kunnen maken welk mengsel ingezet wordt.

*Wat moet er over de teelt van groenbemestermengsels bekend zijn om deze zonder risico voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland te kunnen telen?*

Over de vermeerdering en bestrijding van nematoden, schimmels en plagen moet informatie bekend zijn groenbemestermengsels veilig in te zetten zodat er geen risico's worden gevormd voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland. Over de overige criteria moet informatie bekend zijn om groenbemestermengsels effectief in te zetten voor verbetering/in stand houding van de bodemvruchtbaarheid. Dit zijn: toevoer van organische stof (wat ook positieve invloed heeft op onder andere bodemstructuur, erosie, waterhuishouding, onkruid en CEC), opname van nutriënten uit de bodem (met name stikstof en fosfaat), betere structuur door doorworteling en het voorkomen van ondergrondverdichting, onkruiddrukking, stikstof-fixatie uit de lucht en erosiebestrijding.

*Welke onderzoeksresultaten over de effecten van groenbemestermengsels bevestigen elkaar?  
Welke onderzoeksresultaten over de effecten van groenbemestermengsels conflicteren met elkaar?*

Betreft de vermeerdering van schadelijke nematoden is er bekend dat bietencysteeltjes en wortellessieaaltjes sterk vermeerderen wanneer er een klein aandeel van een waardplant aanwezig is in een mengsel. Groenbemesters vermeerderen schimmels en plagen. Opvolging van nauw verwante gewassen moeten vermeden worden. Meer genetische verscheidenheid in mengsels leidt tot een gereduceerde overdracht van schimmels en pathogenen.

Toevoeging van wikke bij (Japanse) haver, rogge of bladrammenas kan leiden tot een hogere biomassa productie. Echter, mengsels van groenbemesters leveren niet per definitie een hogere organische stofgehalte op. Ook leidt een toevoeging van wikke tot een hogere productiviteit van een groenbemester. Dit kan zorgen voor extra opname van nutriënten uit de bodem.

Het toevoegen van rogge of haver aan een mengsels leidt vaak tot een hoger onkruidrukkend effect. Meer bovengrondse biomassa en oppervlaktebedekking zijn hiervoor de belangrijkste factoren. Er is tegenstrijdige literatuur over de toevoeging van alexandrijnse klaver aan mengsel en het onkruidrukkend effect daarvan. Literatuur bevestigt ook dat een mengsel van een vlinderbloemige en niet-vlinderbloemige leidt tot extra stikstof-fixatie uit de lucht. Dit effect is het grootst bij een mengsel van een vlinderbloemige en een grassoort. Er is geen bevestigende of conflicterende literatuur bekend over groenbemestermengsels en de effecten op bodemstructuur en erosiebescherming.

*Welke kennis ontbreekt er eventueel over teelt van groenbemestermengsels om deze zonder risico voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland te kunnen telen?*

De volgende kennishiaten zijn geformuleerd. Dit zijn tegelijk aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

- Een klein aandeel van een waardplant kan zorgen voor een forse vermeerdering van bietencysteeltjes en wortellessieaaltjes. Geldt deze conclusie ook voor aardappelcysteeltjes, wortelknobbelaaltjes, vrijlevende aaltjes en stengelaaltjes?

- Meer genetische verscheidenheid in een gewas leidt tot een gereduceerde overdracht van schimmels en plagen. De kennishiaat die ontstaat is: In welke mate leidt een mengsel tot een gereduceerde overdracht?
- Mengsels van groenbemesters leveren niet per definitie een hogere organische stofgehalte op. Welke interacties tussen plantensoorten vindt er plaats waardoor er meer of minder biomassa productie plaatsvindt?
- Toevoeging van wikke leidt tot een hogere productiviteit van een groenbemester en kan ook zorgen voor extra opname van nutriënten uit de bodem. Hoe zit dat bij andere groenbemestingsgewassen?
- Wat zijn de effecten van groenbemestersmengsels met Japanse haver, raaigras, bladrammenas of gele mosterd op de doorworteling, structuur, ondergrondverdichting en erosiebescherming?
- Wat is de optimale verhouding tussen een vlinderbloemige en grassoort voor de optimale stikstof-fixatie uit de lucht?
- Vooral de verhoudingen in het mengsel spelen een rol bij het onkruidrukkend effect. De optimale verhoudingen tussen gewassen als raaigras, wikke, rogge, (Japanse) haver is niet bekend.

*In hoeverre is de bestaande kennis over teelt van groenbemestermengsels die gele mosterd, Japanse haver, Engels raaigras, Italiaans raaigras of bladrammenas bevatten, voldoende toereikend om zonder risico voor de chemische, fysische en biologische bodemvruchtbaarheid in Nederland groenbemestermengsels te telen?*

Over de vermeerdering en bestrijding van nematoden, schimmels en plagen moet informatie bekend zijn groenbemestermengsels veilig in te zetten zodat er geen risico's worden gevormd voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland. Bij de vermeerdering van nematoden speelt elke waardplant in het mengsel een grote rol. Deze informatie is niet toereikend om groenbemesters in te zetten en daarbij vast te kunnen stellen dat er geen negatieve effecten optreden voor de bodemvruchtbaarheid. Er mist onderzoek over groenbemestermengsels en aardappelcysteaaaltjes, stengelaaaltjes en vrijlevende aaltjes. Ook is de informatie over de vermeerdering van schimmels en plagen niet toereikend. Schimmels en plagen kunnen juist beheerst worden met meer gewasdiversificatie. De optimale verhouding in een mengsels is daarbij niet bekend.

Aan de hand van deze informatie, die in het onderzoek uitgebreid besproken is, weten telers welke informatie er bekend is bij het inzetten van groenbemestermengsels. Hiermee kan al op korte termijn er een betere keuze worden gemaakt welk groenbemestermengsel het best bij de bodemsituatie past. Aan de hand de antwoorden en aanbevelingen van deelvraag 4 hebben onderzoekers een overzicht welke onderzoeksvragen er liggen voor de lange termijn omtrent het veilig inzetten van groenbemestermengsels in de praktijk. Deze twee onderzoeksvragen zijn daarbij het belangrijkste:

- Een klein aandeel van een waardplant kan zorgen voor een forse vermeerdering van bietencysteaaaltjes en wortellesieaaltjes. Geldt deze conclusie ook voor aardappelcysteaaaltjes, wortelknobbelaaltjes, vrijlevende aaltjes en stengelaaaltjes?
- Meer genetische verscheidenheid in een gewas leidt tot een gereduceerde overdracht van schimmels en plagen. In welke mate leidt een mengsel tot een gereduceerde overdracht?

## Bibliografie

- Aasman, B., Arends, S., Beers, T. v., Bossers, A., Hoek, H., Schepel, E., & Wolfs, A. (2013). *Aaltjesmanagement in de akkerbouw*. Zoetermeer: Actieplan aaltjesbeheersing.
- Akemo, M., Bennett, E., & Regnier, E. (2000). Weed suppression in spring-sown rye (*Secale cereale*)-pea (*Pisum sativum*) cover crop mixes. *Weed Technol.* vol. 14, 545-549.
- Akker, J. v., Hack- ten Broeke, M., Schouten, T., Vermeulen, G., & Vries, d. F. (2013). *Risico op ondergrondverdichting in het landelijk gebied in kaart*. Wageningen: Alterra Wageningen UR.
- Akker, J. v., Vermeulen, G., & Verwijs, B. (2013). *Vergelijking van de bodembelasting bij agrarisch veldwerk in 1980 en 2010*. Wageningen: Plant research international.
- Altieri, M. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 19-31.
- Asakura, S., Daimon, H., Hattori, R., Matsumura, A., Tarui, A., & Yamawaki, K. (2013). Evaluation of Mixed Cropping of Oat and Hairy Vetch as. *Plant production sciences* vol. 16, 383-392.
- Atwood, L., Smith, R., & Warren, N. (2014). Increased Productivity of a Cover Crop Mixture Is Not Associated with Enhanced Agroecosystem Services. *PLoS ONE* vol. 9.
- Baets, S. d., Meersmans, J., Poesen, J., & Serlet, L. (2011). Cover crops and their erosion-reducing effects during concentrated flow erosion. *Catena*, 237-244.
- Bardgett, R., Deyn, G. d., Gould, L., Quinton, J., & Weigelt, A. (2016). Plant diversity and root traits benefit physical properties key to soil function in grasslands. *Ecology letters* vol. 9, 1140-1149.
- Barel, J., Boer, W. d., Deyn, G. d., Douma, J., & Kuyper, T. (2017). Legacy effect of diversity in space and time driven by winter cover crop biomass and nitrogen concentration. *Journal of Applied Ecology* vol.55, 299-310.
- Bedoussac, L., & Justus, E. (2011). A comparison of commonly used indices for evaluating species interactions and intercrop efficiency: Application to durum wheat–winter pea intercrops. *Field crop research* vol. 124, 25-36.
- Beek, C. v., Hoogland, T., & Smit, A. (2007). *Risicogebieden voor organische stof*. Wageningen: Alterra.
- Beuze, M. d. (2000). Fleurige braak minder goed tegen aaltjes. *Ekoland* nr. 5, 16-17.
- Beuze, M., Boer, H. d., Dam, A. v., Geel, W. v., Kater, L., Klooster, A. v., & Steeg, P. v. (2006). *Duurzaam bodemgebruik in de landbouw; advies uit de praktijk*. Lelystad: Praktijkonderzoek Plant en Omgeving.
- Bohlool, B., Garrity, D., George, T., & Ladha, J. (1992). Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: A perspective. *Plant and soil* vol. 141, 1-11.
- Bos, J., & Wit, J. d. (2005). *Intersectorale samenwerking in de biologische landbouw: knelpunteninventarisatie*. Wageningen: Animal sciences group, Wageningen UR.
- Bouwmeester, R. (2017, juni 22). Hogere opbrengst door slimme combinaties met groenbemesters. *Bloembollennisie*, pp. 8-9.

- Braak, C. t., Bruggen, A. v., Leoni, C., Rossing, W., & Vries, M. d. (2013). *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* dynamics: in-plant multiplication and crop sequence simulations. *European Journal of Plant Pathology*, vol.137, 545-561.
- Brainard, D., Hayden, H., & Ngouajio, M. (2013). Rye–Vetch Mixture Proportion Tradeoffs: Cover Crop Productivity, Nitrogen Accumulation, and Weed Suppression. *Agronomy Journal* vol. 106 No. 3, 904-914.
- Brust, J., Claupein, W., & Gerhards, R. (2014). Growth and weed suppression ability of common and new cover crops in Germany. *Crop Protection* vol 63, 1-8.
- Brust, J., Gerhards, T., Karanisa, L., Kipp, A., & Ruff, A. (2011). Warum Untersaaten und Zwischenfrüchte wieder Bedeutung zur Unkrautregulierung in Europäischen Ackerbausystemen bekommen. *Gesunde pflanzen* vol. 63, 191-198.
- Büchi, L., Charles, R., Gebhard, C., Liebisch, F., Ramseier, H., & Sinaj, S. (2015). Accumulation of biologically fixed nitrogen by legumes cultivated as cover crops in Switzerland. *Plant Soil* vol 393, 163-175.
- Cadisch, G., & Giller, K. (1995). Future benefits from biological nitrogen-fixation - An ecological approach to agriculture. *Plant soil* vol. 174, 255-277.
- Choi, B., Jung, J., Lee, J., Lee, S., Lee, Y., Song, B., & Sung, J. (2011). Monoculture and Mixture Effects of Green Manure Crops on Soil Quality,. *Soil Sciences fert.* 44, 581-590.
- Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegroondsgroenteteelt. (2015). *Organische stof*. Opgehaald van [handboekbodemenbemesting.nl](https://www.handboekbodemenbemesting.nl/): <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Organische-stofbeheer/Organische-stof.htm>
- Connolly, J., Murray, R., & Wayne, P. (1990). Time course of plant-plant interactions in experimental mixtures of annuals: density, frequency, and nutrient effects. *Oecologia* vol. 82, 513-526.
- De Europese Commissie. (2014). Aanvullende criteria voor de soorten ecologische aandachtsgebieden. *Gedelegeerde Verordening (EU) Nr. 639/2014 van de commissie*, (pp. 31-32).
- Dijkstra, S. (2014, juli 29). *Wijzigingen in invulling van de vergroening GLB* . Opgehaald van Kamerbrief wijzigingen invulling van de vergroening Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB): <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/landbouw-en-tuinbouw/documenten/kamerstukken/2014/07/29/kamerbrief-wijzigingen-invulling-van-de-vergroening-gemeenschappelijk-landbouwbeleid-glb>
- Ding, G., Herbert, J., Liu, S., & Novak, D. (2006). Effect of cover crop management on soil organic matter. *Geoderma* vol 130, 229-239.
- Doorn, A. v., & Smidt, R. (2017). *Feiten en cijfers vergroening GLB*. Wageningen: Wageningen University & Research.
- Eldering, C., Herder, C. D., Hooijman, P., Persoon, L., Salomons, J., Visser, E., & Wander, J. (2011). *Deskstudie verbetering mogelijkheden groenbemesters + nieuwe groenbemesters*. Wageningen: DLV Plant, Radboud universiteit.

- Eppink, L. (1982). A survey of wind and water erosion in the Netherlands and an inventory of Dutch erosion research. *Report. Dept. of Land and Water Use*, 59.
- Everaats, T., Raaijmakers, E., Rozen, K. v., & Qui, Y. (2013). *Begeleidende rapportage Schema Bodemplagen*. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Finney, D., White, C., & Kaye, J. (2016). Biomass production and carbon/nitrogen ratio influence ecosystem services from cover crop mixtures. *Agronomy Journal vol. 108*, 39-52.
- Frank, S., & Tooker, J. (2012). Genotypically diverse cultivar mixtures for insect pest management and increased crop yields. *Journal of Applied Ecology vol.49*, 974-985.
- Geopunt Vlaanderen. (2018). *Geopunt-kaart*. Opgehaald van geopunt.be: [www.geopunt.be/kaart](http://www.geopunt.be/kaart)
- Goossens, D., & Riksen, M. (2007). The role of wind and splash erosion in inland drift-sand areas in the Netherlands. *Geomorphology vol. 88*, 179-192.
- Haan, J. d., Kroonen, B., & Rovers, J. (2006). *Haal meer stikstof uit de bodem!* Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving bv.
- Hessel, R., Riksen, M., & Stolte, J. (2011). *Huidige maatregelen tegen water- en winderosie in Nederland*. Wageningen: Alterra.
- Hoek, H. (2012, juli 28). Schema helpt bij keuze . *Nieuwe Oogst*, p. 12.
- Hoek, H., & Timme, R. (2016, juli 26). Aaltjes dicteren keuze groenbemester. *boerderij*, pp. 8-10.
- Hoekzema, G., Molendijk, L., & Visser, J. (2017). Mengsels van groenbemesters vereisen verstand van z aken. *Groenbemesters: zaaitijden en opbrengst* (pp. 5-10). Valthermond: Innovatie Veenkolonien.
- Ingels, C. (1998). *Cover cropping in vineyards: A Grower's handbook*. California: University of California, Agriculture and Natural Resources .
- Interreg. (2012). *Groenbedekkers, een brongerichte maatregel*. Interreg.
- Jensen, L., Magid, J., & Thorup-Kristensen, K. (2003). Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones. *Advances of agronomy vol. 79*, 227-302.
- Knoppien, P. (1983). *De invloed van groenbemesting op de eigenschappen van klei- en zavelgrond en de opbrengsten van tulpen*. Hoorn: Consulentenschap voor de Tuinbouw.
- Knuivers, M. (2015, november 27). *Bodemvruchtbaarheid holt achteruit*. Opgehaald van boerderij.nl: <http://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2015/11/Bodemvruchtbaarheid-holt-achteruit-2724352W/>
- Korthals, G., Molendijk, L., & Timer, R. (2003). *Groenbemesters van teelttechniek tot ziekten en plagen*. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV.
- Korthals, G., Molendijk, L., & Timmer, R. (2004, mei 1). *Teelthandleiding groenbemesters*. Opgehaald van kennisakker.nl: <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/teelthandleiding-groenbemesters>
- Korthals, G., Molendijk, L., & Visser, J. (2013, november 15). *Groenbemesters en aaltjes*. Opgehaald van kennisakker.nl:



- [http://www.kennisakker.nl/files/Kennisdocument/Nieuwe\\_ontwikkelingen\\_groenbemesters.pdf](http://www.kennisakker.nl/files/Kennisdocument/Nieuwe_ontwikkelingen_groenbemesters.pdf)
- Lamers, J., & Rozen, K. v. (2014). *Het bodemschimmelschema*. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Lenkens, H. (2017, augustus 18). *Groenbemester benaderen als volwaardig gewas*. Opgehaald van kennisakker.nl: <http://www.akkervijzer.nl/nieuws/11902/groenbemester-benaderen-als-volwaardig-gewas>
- Maljaars, C. (2016). *Invloed van het mineralenbeleid op bodemvruchtbaarheid*. Wemeldinge: CZAV, Crop Solutions.
- Maltais-Landry, G. (2015). Legumes have a greater effect on rhizosphere properties (pH, organic acids and enzyme activity) but a smaller impact on soil P compared to other cover crops. *Plant Soil*, 139-154.
- Möller, K., & Reents, H. (2002). Effects of grassland plant species diversity, abundance, and composition on foliar fungal disease. *Ecology vol. 83*, 1713-1726.
- NWO. (2018). *Vernieuwingsimpuls vidi*. Opgehaald van nwo.nl: <https://www.nwo.nl/financiering/onze-financieringsinstrumenten/nwo/vernieuwingsimpuls/vidi/index.html>
- Pikula, D., & Rutkowska, A. (2013). Effect of Crop Rotation and Nitrogen Fertilization on the Quality and Quantity of Soil Organic Matter. *Soil Processes and Current Trends in Quality Assessment*, 249-267.
- Qui, Y. (2014, februari 8). Schema bodemplagen als hulpmiddel. *Nieuwe Oogst*, p. 36.
- Raaijmakers, E. (2017, december 8). *Effect van mengsels van groenbemesters op bietencystealtjes*. Opgehaald van [www.irs.nl](http://www.irs.nl): [https://www.irs.nl/userfiles/publicaties/presentaties/Effect\\_van\\_mengsels\\_van\\_groenbemesters\\_op\\_bietencystealtjes.pdf](https://www.irs.nl/userfiles/publicaties/presentaties/Effect_van_mengsels_van_groenbemesters_op_bietencystealtjes.pdf)
- Redactie Boerenbusiness. (2015, augustus 11). *Aandacht vereist bij keuze groenbemester mengsel*. Opgehaald van [boerenbusiness.nl](http://www.boerenbusiness.nl): <http://www.boerenbusiness.nl/granenmarkt/artikel/10865186/aandacht-vereist-bij-keuze-groenbemester-mengsel>
- Rijksdienst voor ondernemend Nederland. (2018). *Gebruiksnormen en mest*. Opgehaald van [rvo.nl](http://www.rvo.nl): <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mestbeleid/mest/gebruiksnormen>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (sd). *Vergroeningsbetaling*. Opgehaald van [www.rvo.nl](http://www.rvo.nl): <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/gemeenschappelijk-landbouwbeleid/gemeenschappelijk-landbouwbeleid/directe-glb-steun/vergroeningsbetaling>
- Schils, R. (2012). *30 vragen over bodemvruchtbaarheid*. Wageningen: Alterra.
- Schils, R. (2012). Wat is bodemvruchtbaarheid? In R. Schils, *30 vragen en antwoorden over bodemvruchtbaarheid* (pp. 12-15). Den Haag: De Swart.
- Schils, R. (2012). Wat zijn groenbemesters? In R. Schils, *30 vragen over bodemvruchtbaarheid* (pp. 44-47). Den Haag: De Swart.

Stanford, G., & Smith, S. (1972). Nitrogen Mineralization Potentials of Soils. *Soil Science of America* vol.36, 465-472.

Sustainable Agriculture Research & Education. (2012). *Managing Cover Crops Profitably*. Maryland: United Book Press, Inc.

Wageningen UR. (2013). Opgehaald van aaltjesschema.nl: <http://www.aaltjesschema.nl/Home.aspx>

Wageningen UR. (2013). *Aaltjesschema*. Opgehaald van aaltjesschema.nl: <http://www.aaltjesschema.nl/Schema.aspx>

Wilting, P. (2011, april). Onkruid kost opbrengst. *Cosun magazine nr. 1*, p. 15.

## Bijlage 1. De generieke lijst: vanggewassen en stikstofbindende gewassen

Op grond van EU-voorschriften (Gedelegeerde Verordening 639/2014, artikel 9) moeten vanggewassen uit alle categorieën uiterlijk 1 oktober zijn ingezaaid en moet altijd een mengsel van minstens twee plantensoorten worden gebruikt.

### Vanggewassen

(de teelt moet steeds bestaan uit een mengsel van tenminste twee gewassen uit dezelfde categorie)

#### Categorie 1 en 2:

Alexandrijnse klaver	<i>Trifolium alexandrinum</i>
Bladkool	<i>Brassica napus</i>
Bladrammenas	<i>Raphanus sativus</i>
Engels raaigras	<i>Lolium perenne</i>
Facelia	<i>Phacelia tanacetifolia</i>
Gele mosterd	<i>Sinapis alba</i>
Italiaans/Westerwolds raaigras	<i>Lolium multiflorum</i>
Japane haver	<i>Avena strigosa</i>
Perzische klaver	<i>Trifolium resupinatum</i>
Rietzwenkgras	<i>Festuca arundinacea</i>
Rode klaver	<i>Trifolium pratense</i>
Sarepta mosterd/Caliente	<i>Brassica juncea</i>
Soedangras/Sorghum	<i>Sorghum bicolor</i>
Spurrie	<i>Spergula arvensis</i>
Voederwikke	<i>Vicia sativa</i>
Witte klaver	<i>Trifolium repens</i>

#### Categorie 3:

Afrikaantjes	<i>Tagetes erecta</i>
Afrikaantjes	<i>Tagetes patula</i>
Raketblad	<i>Solanum sisymbriifolium</i>
Zwaardherik	<i>Eruca sativa</i>

### Stikstofbindende gewassen

Esparcette	<i>Onobrychis viciifolia</i>
Lupine	<i>Lupinus spp.</i>
Luzerne	<i>Medicago sativa</i>
Rode klaver	<i>Trifolium pratense</i>
Rolklaver	<i>Lotus corniculatus</i>
Veldboon	<i>Vicia faba</i>
Voederwikke	<i>Vicia sativa</i>

## Bijlage 2. Toestemmingsformulier tot opname en beschikbaarstelling afstudeerwerkstukken in repository

Je staat op het punt je afstudeerwerkstuk in te leveren. Je hebt daarbij misschien wel dankbaar gebruik gemaakt van afstudeerwerkstukken van je voorgangers. Ook jouw afstudeerwerkstuk kan van belang zijn voor volgende afstudeerders of misschien wel voor jouw (inter)nationale vakgebied. Daarom willen we jouw product opnemen in een databank die full tekst toegang biedt aan derden. Daarvoor hebben we wel jouw toestemming als auteur nodig.

### **Let op!**

Gezien bovenstaande is elk afstudeerwerkstuk in principe openbaar. Tenzij er zwaarwegende argumenten voor geheimhouding zijn.

Aeres Hogeschool Dronten en Almere heeft een digitale kennisbank (repository) waarin Aeres Hogeschool Dronten en Almere afstudeerwerkstukken die door studenten in het kader van hun studie aan de Hogeschool hebben geschreven, toegankelijk worden gemaakt voor derden. Hierdoor wordt het proces van creatie, verwerving en deling van kennis binnen het onderwijs mogelijk gemaakt en ondersteund.

De in de kennisbank opgenomen afstudeerwerkstukken zullen gedurende minimaal zeven jaar in de kennisbank worden opgenomen en toegankelijk worden gemaakt voor potentiële gebruikers binnen en buiten Aeres Hogeschool Dronten en Almere. Om opname en beschikbaarstelling mogelijk te maken dient dit Toestemmingsformulier.

Door opname en beschikbaarstelling in de digitale kennisbank wordt het auteursrecht niet overgedragen. Daarom kan de student zijn of haar toestemming tot het beschikbaar stellen van zijn afstudeerwerkstuk intrekken.

### **Rechten en plichten student**

De student verleent aan Aeres Hogeschool Dronten en Almere kosteloos de niet-exclusieve toestemming om zijn afstudeerwerkstuk op te nemen in de digitale kennisbank en om dit afstudeerwerkstuk beschikbaar te stellen aan gebruikers binnen en buiten Aeres Hogeschool Dronten en Almere. Hierdoor mogen gebruikers het afstudeerwerkstuk geheel of gedeeltelijk kopiëren en bewerken. Gebruikers mogen dit alleen doen en de resultaten publiceren indien dit gebeurt voor eigen studie en/of onderwijs- en onderzoeksdoeleinden en onder de vermelding van de naam van de student en de vindplaats van het afstudeerwerkstuk.

Afstudeerwerkstukken die als vertrouwelijk moeten worden beschouwd, worden niet opgenomen in de repository.

De toestemming om de afstudeerwerkstuk aan derden beschikbaar te stellen, gaat in per onderstaande datum.

De student geeft Aeres Hogeschool Dronten en Almere het recht de toegankelijkheid van het afstudeerwerkstuk te wijzigen en te beperken indien daar zwaarwegende redenen voor bestaan.

De student verklaart dat de stage-biedende organisatie dan wel de opdrachtgever van het afstudeerwerkstuk geen bezwaar heeft tegen opname en beschikbaarstelling van het afstudeerwerkstuk in de repository.

Verder verklaart de student dat toestemming is verkregen van de rechthebbende van materiaal dat de student niet zelf gemaakt heeft om dit materiaal als onderdeel van de afstudeerwerkstuk op te nemen in de digitale kennisbank en aan derden binnen en buiten Aeres Hogeschool Dronten en Almere beschikbaar te stellen.

De student geeft Aeres Hogeschool Dronten en Almere het recht het afstudeerwerkstuk op te nemen in de digitale kennisbank en ter beschikking te stellen voor een periode van minimaal zeven jaar.

### **Rechten en plichten Hogeschool**

De door de student verleende niet-exclusieve toestemming geeft Aeres Hogeschool Dronten en Almere het recht het afstudeerwerkstuk aan gebruikers binnen en buiten Aeres Hogeschool Dronten en Almere beschikbaar te stellen.

Aeres Hogeschool Dronten en Almere mag verder het afstudeerwerkstuk voor gebruikers binnen en buiten Aeres Hogeschool Dronten en Almere vrij toegankelijk maken voor een gebruiker van de digitale kennisbank en mag deze gebruiker toestemming geven om het afstudeerwerkstuk te kopiëren en te bewerken. Gebruikers mogen dit alleen doen en de resultaten publiceren indien dit gebeurt voor eigen studie en/of onderwijs- en onderzoeksdoeleinden en onder de vermelding van de naam van de student en de vindplaats van het afstudeerwerkstuk.

Aeres Hogeschool Dronten en Almere zal ervoor zorgen dat vermeld wordt wie de schrijver is van het afstudeerwerkstuk waarbij zij tevens aangeeft dat bij gebruik van het afstudeerwerkstuk de herkomst hiervan duidelijk vermeld moet worden. Aeres Hogeschool Dronten en Almere zal duidelijk maken dat voor ieder commercieel gebruik van het afstudeerwerkstuk toestemming van de student nodig is.

Aeres Hogeschool Dronten en Almere heeft het recht de toegankelijkheid van het afstudeerwerkstuk te wijzigen en te beperken indien daar zwaarwegende redenen voor bestaan.

### **Rechten en plichten gebruiker**

Door dit Toestemmingsformulier mag een gebruiker van de digitale kennisbank het afstudeerwerkstuk geheel of gedeeltelijk kopiëren en/of geheel of gedeeltelijk bewerken. Gebruikers mogen dit alleen doen en de resultaten publiceren indien dit gebeurt voor eigen studie en/of onderwijs- en onderzoeksdoeleinden en onder de vermelding van de naam van de student en de vindplaats van het afstudeerwerkstuk.

### **Toestemming:**

Ik: Evelien Drenth

geef toestemming voor opname van mijn afstudeerwerkstuk in repository

geef geen toestemming voor opname in repository. In dit geval wordt alleen intern gearhiveerd voor accreditatie doeleinden

Datum 30-05-2018

Opleiding: BSc Tuin- en akkerbouw

Major: BSc Tuin- en akkerbouw

Meer informatie over het auteursrecht is te lezen op <https://auteursrechten.nl/>