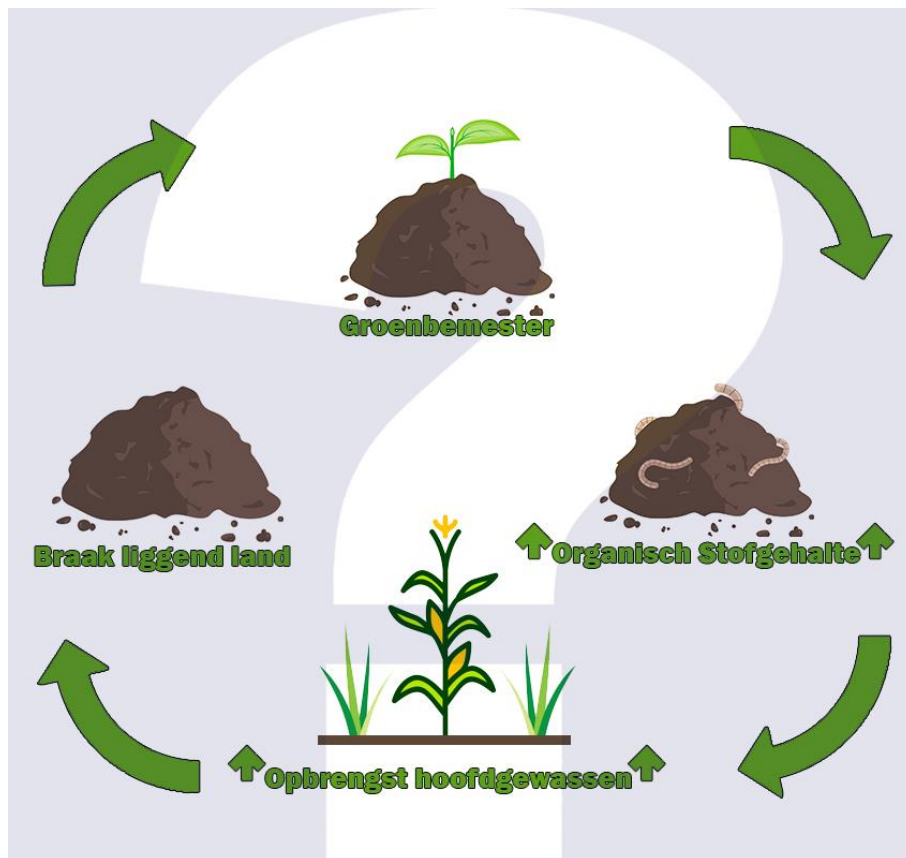




6-6-2020

Erkelens, Jacco van
Scriptie

GROENBEMESTER NA VROEGE TEELT

Effecten op organisch stofgehalte kleigrond en vervolgteelt

Groenbemester na vroege teelt op klei

Effecten op organisch stofgehalte kleigrond en vervolgteelt

Auteur:

Naam: Jacco van Erkelens
Opleiding: Dier & Veehouderij
Adres: Vissersweg 1
Plaats: Stellendam
E-mail: 3023609@aeres.nl

Opdrachtgever:

School: Aeres Hogeschool Dronten
Adres: De Drieslag 4
Plaats: Dronten
Coach: Kees Westerdijk
E-mail: k.westerdijk@aeres.nl

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.

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Samenvatting.....	7
Summary	8
Hoofdstuk 1 – Inleiding	9
Beoogd resultaat	9
Bodemvruchtbaarheid.....	9
Vorming van microaggregaten	10
Opvangen van onbenutte stikstof in de bodem.....	10
Verschillende groenbemesters.....	11
Organisch stof verbetering	12
Bodemstructuur verbeteren	12
Stikstofopname	12
Onderzoeksvragen.....	14
Hoofdstuk 2 – Aanpak	15
Organische stof eigenschappen	15
Bodemstructuur verbetering.....	15
Stikstofopname	15
Fineco-analyse.....	16
Hoofdstuk 3 – Resultaten	17
3.1 Organische stof eigenschappen	17
3.2 Bodemstructuur verbetering.....	17
3.3 Stikstofopname	18
3.4 Fineco-analyse	19
3.4.1 Afrikaantje	19
3.4.2 Italiaans raaigras.....	20
3.4.3 Rode klaver	20
3.4.4 Winterrogge	21
Hoofdstuk 4 – Discussie.....	22
Verhoging organisch stofgehalte.....	22
Verbetering van bodemstructuur.....	22
Benutting van vrijkomend stikstof	22
Knelpunten van de studie.....	23
Hoofdstuk 5 – Conclusies en aanbevelingen.....	24
Organische stofverbetering.....	24
Bodemstructuurverbetering.....	24

Stikstofbenutting	24
Optimale groenbemester	24
Aanbevelingen voor doelgroep en vervolgonderzoek	25
Bronnenlijst	26
Bijlage 1 – Schriftelijk rapporteren.....	28

Voorwoord

Voor u ligt het vooronderzoek 'Groenbemester na vroege teelt op klei'. Het onderzoek bestaat uit een literatuurstudie die verricht is op gebied van wetenschappelijke bronnen. Ik ben op het idee gekomen nadat de aardappelen van de buurman er afgelopen jaar vroeg uit waren. Daarnaast is ook het perceel waar afgelopen jaar snijmaïs heeft gestaan, opnieuw ingezaaid met snijmaïs. In beide gevallen zijn de percelen relatief vroeg braakliggend en gebeurt er dus niks met de vrijkomende stikstof in de bodem. Omdat er geen verplichting is om groenbemesters te zaaien, was ik nieuwsgierig geraakt of de groenbemesters niet alleen een kostenpost vormen, maar juist kunnen fungeren als bodemverbeteraars en daarmee op de korte en/of lange termijn een boost kunnen geven op gebied van kwaliteit en opbrengst van snijmaïs.

Graag wil ik mijn begeleider Kees Westerdijk bedanken, voor het begeleiden van het opstarten van dit vooronderzoek. In het begin zag ik door de bomen van het literatuuronderzoek het bos niet meer. Dit is gelukkig opgelost. Ook bedank ik iedereen die de afgelopen jaren mij hebben geholpen om basiskennis op te doen op gebied van bodemleven en teelten. Met name adviezen van specialisten zijn een bron geweest voor mijn basiskennis die ik ook hier in dit rapport tot zijn recht heb weten te brengen.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Jacco van Erkelens

Stellendam, 6 juni 2020

Samenvatting

Melkveehouders worstelen steeds meer met het optimaliseren van hun bodems. Met de strenge bemestingsnormen is het echter een uitdaging om meer eiwit van eigen bodem te halen. Bedrijven met afspraken tussen akkerbouwers met betrekking tot ruilen van grond, hebben kans op een rooigewas wat vroeg wordt geoogst. De bodem is in dat geval al vroeg braak. In deze periode wordt juist stikstof vrijgelaten door de bodem, maar dit wordt niet meer benut door een vegetatie.

Het doel van deze studie is te onderzoeken in hoeverre groenbemesters bij kunnen dragen aan een optimalisering van de opbrengst van hoofdgewassen. Ondernemers zien groenbemesting nu vaak nog als kosten die niet gemaakt hoeven te worden. Wanneer aangetoond kan worden dat groenbemesting op gebied van organische stofverbetering, bodemstructuurverbetering en verhoging van de stikstofbenutting, kan het toch interessant worden voor deze doelgroep. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: *Welke rol kan een groenbemester spelen in de verhoging van de opbrengst en verbetering van kwaliteit van snijmaïs op zavel- en kleigrond?*

Om een antwoord te geven op de onderzoeksvraag is een literatuurstudie uitgevoerd op onderzoeken en studies die zich gericht hebben op deelonderwerpen van deze onderzoeksvraag, om zo deze informatie samen te brengen en een betrouwbare conclusie te kunnen trekken. Uit de resultaten bleek dat het praktisch onmogelijk is om alleen met groenbemesting het organische stofgehalte op te waarderen, omdat het in vergelijking tot dierlijke organische stof minder effectieve organische stof achterlaat in de bodem. Op gebied van structuurverbetering en stikstofbenutting kan groenbemester echter een actievere rol spelen. Door de intensieve doorworteling verbetert groenbemesting onder andere capillaire werkingen en zorgen de gewassen na inwerken ervoor dat tijdens de vertering stikstof ten goede komt voor de vervolgteelt.

Op basis van deze studie wordt aanbevolen dat melkveehouders zich niet blind moeten staren op de effecten van groenbemesting op het organische stofgehalte. Wel kunnen de gewassen een steentje bijdragen aan de verbetering van bodemstructuur. Welke prijs hier aangehangen moet worden, is vooral een vraag aan de ondernemer. Een ondernemer die al een goede bodem heeft, zal deze prijs lager zetten dan een ondernemer met een minder goede bodem. Ook op gebied van stikstofbenutting kan groenbemester meehelpen in de vervolgteelt. Doordat er dan bespaart kan worden op de N-gift in het volggewas, kan deze stikstof efficiënter ingezet worden bij de verhoging van het eiwit van eigen land.

Summary

Dairy farmers are increasingly struggling to optimise their soils. However, with the strict fertilization standards, it is a challenge to get more protein from their own soil. Farms with agreements between arable farmers regarding field exchange have a chance of having a field that is harvested early. In that case, the soil will be early without vegetation in the year. Nitrogen is released by the soil during this period but is no longer used by vegetation.

The aim of this study is to investigate to what extent green manure can contribute to an optimisation of the yield of the main crops. Dairy farmers now often see green manuring as costs that do not have to be made. When it can be shown that green manuring can contribute to organic matter improvement, soil structure improvement and increased nitrogen utilization, it can still become interesting for dairy farmers on sabulous clay and clay soils. To this end, the following research question has been formulated: *'What role can a green manure fertilizer possibly play to increase the yield and improving the quality of maize on sabulous clay and clay soils?'*

In order to answer the research question a literature study was carried out on research and studies that focused on sub-topics of this research question, in order to bring this information together and to be able to draw a reliable conclusion. The results showed that it is practically impossible to increase the organic matter content only with green manure, because it leaves less effective organic matter in the soil compared to organic matter from liquid and solid manure from dairy animals. However, green manure can play a more active role in terms of structure improvement and nitrogen utilisation. Due to the intensive rooting, green manuring improves capillary functions and ensures that the crops have benefits from nitrogen released during the digestion of plant remains.

Based on this study it is recommended that dairy farmers should not be blind to the effects of green manure on the organic matter content. However, crops can contribute to the improvement of soil structure. What price should be charged here is primarily a question for the dairy farmer. A farmer who already has good soil will set this price lower than a farmer with a soil with a lesser condition. Green manure can also help with nitrogen utilisation. Because savings can then be made on the N-dose in the succeeding crop, this nitrogen can be used more efficiently to increase the total harvested protein of the own land.

Hoofdstuk 1 – Inleiding

In de afgelopen jaren is het vergrootglas op de landbouw steeds versterkt. Met name de uitstoot van broeikasgassen is de laatste tijd een belangrijk hekelpunt. De landbouwsector draagt volgens onder andere CBS bij aan de uitstoot van broeikasgassen. De overheid zal hierop in gaan spelen en ook de zuivelsector wil zich van haar goede kant laten zien door onder andere de eis op te leggen dat 65% van het eiwit van eigen bodem moet komen. Dat wil indirect dus zeggen dat er een plafond opgelegd wordt van maximaal 35% aankoop van eiwit. Bij intensieve bedrijven is het daarom noodzakelijk om de eiwitbenutting van eigen bodem te optimaliseren. Met de steeds strenger wordende bemestingsnormen is het ook belangrijk dat de benutting van met name meststoffen zo hoog mogelijk is. Ook het organisch stofgehalte is moeilijk op peil te houden, laat staan dat het makkelijk te verhogen is (Meijering, 2017). Bij bedrijven die met akkerbouwers afspraken hebben gemaakt met betrekking tot ruilen kan het voorkomen dat er tussen de teelten van gras en snijmaïs een ander gewas geteeld is. In het geval van bijvoorbeeld vroege aardappels, is de bodem al vroeg in het jaar braak. Juist in de periode dat de bodem stikstof loslaat, wordt dit niet meer benut door het oogstrijpe gewas of het braakliggend land. Dit onderzoek richt zich op het inzetten van groenbemesters na een vroege teelt op kleigrond. Op zandgrond is het al verplicht om groenbemesters te zaaien na snijmaïs (RVO, 2019). Op kleigrond echter nog niet. Ondernemers kunnen daarom er bewust voor kiezen om geen groenbemesters in te zetten omdat dit onnodig geld kost. Maar als deze groenbemesters stikstof op kunnen vangen en dat in het voorjaar vrij kunnen laten komen bij het volgende gewas, kan het juist de volgende teelt een boost geven door stikstof en organisch stof te bieden.

Beoogd resultaat

Door te onderzoeken in hoeverre dit op zavel/kleigrond kan renderen maakt het onderzoek interessant voor met name melkveehouders op zavel en kleigrond. Deze ondernemers zien groenbemesting nu vaak nog als kosten die niet gemaakt hoeven te worden. Als echter aangetoond kan worden dat groenbemesting op het gebied van stikstofopvang, bodemstructuur en organisch stofgehalte de bodem verbetert, kan dit toch interessant worden voor deze doelgroep.

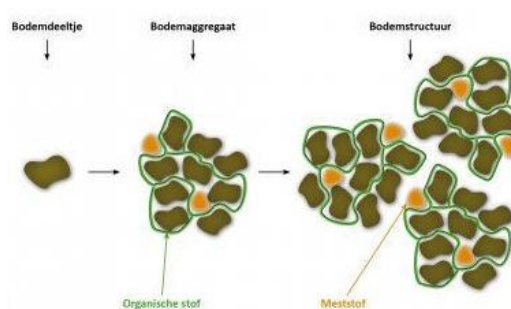
Bodemvruchtbaarheid

Groenbemesters kunnen ingezet worden voor het in stand houden en verbeteren van de chemische, fysische en/of biologische bodemvruchtbaarheid. Door de bodemvruchtbaarheid in stand te houden worden kleigronden beschermd tegen verslemping en uitspoeling. Door vers organisch materiaal in de bodem te brengen, groeit het bodemleven. Organische stof (OS) is belangrijk voor onder andere de bewerkbaarheid, structuur, vochtvoorziening en bodemleven. Ook kan het volggewas profijt hebben van de mineralen die vrijkomen door de afbraak van organisch materiaal. Door groenbemesters te gebruiken kan de bodemvruchtbaarheid verbeterd worden of in stand gehouden worden. Het gebruik van groenbemesters kost tijd en geld, maar er staat tegenover dat het de bodem op korte of langere termijn verbetert. Dat komt de opbrengsten van de volggewassen ten goede waarmee de opbrengsten per hectare dus verhoogd worden. Als het gaat om bodemverbetering is organische stof dus een sleutelwoord. Organisch stof verbeteren of in stand houden is daarom al een belangrijk doel op zich. In het geval van rooigewassen kan volgens Meijering 10 procent meer opbrengst verwacht worden bij een stijging van bodemorganische stof met 1 procentpunt. Granen en grassen reageren minder op de aanvoer van organisch materiaal en zullen ongeveer 2 procent meer productie leveren bij een stijging van het organisch stofgehalte met 1 procentpunt. Naast een productiestijging stijgt ook de watervasthoudingscapaciteit van de bodem. Doordat het organisch materiaal zorgt voor een sponseffect in de bodem, kan kleigrond 9 millimeter water extra vasthouden bij een stijging met 1 procent van het organisch stofgehalte.

Uit onderzoek is gebleken dat bij het omploegen van vanggewassen de enzymactiviteit in de groeiperiode van het opvolgende gewas significant verhoogd werd. Tijdens de groei van het vanggewas is het aandeel nutriënten in de bodem lager door nutriëntfixatie van organisch materiaal. Na opname van de nutriënten in de bodem komt het vrij door de afbraak van organisch materiaal door bacteriën en schimmels. De totale hoeveelheid stikstof was in het onderzoek significant lager in de controlebodem dan in de bodem met de vanggewassen. De stikstofbemesting beïnvloedde de chemische eigenschappen van de bodem zonder vanggewassen niet. De activiteiten van de bodemenzymen waren wel significant hoger in de bodem met de vanggewasbehandeling dan de controlebodem. Tussen de twee gebruikte vanggewassen was er meer activiteit bij de veldbomen dan bij de bladrammenas. Vanggewassen met een hoge nutriëntenopname kunnen zorgen voor een hogere hoeveelheid nutriënten (Piotrowska & Wilczewski, 2012).

Vorming van microaggregaten

Vers toegediend organisch materiaal zorgt ook voor een betere aggregaatvorming. Aggregaatvorming gebeurt wanneer de negatief geladen lutumdeeltjes met positief geladen calciummoleculen stabiele verbindingen vormt. Er ontstaan dan microaggregaten (figuur 1). Wanneer deze microaggregaten worden gebonden door grotere aggregaten en kruimels ontstaat er een stabiele kruimelstructuur (NutriNorm, 2020). Het vormen van bodemaggregaat draagt bij aan de voorziening van vocht en zuurstof in de bodem.



Figuur 1 Van bodemdeeltje tot bodemstructuur (Vlaco.be).

Daarnaast is verslemping of verspoeling op klei-zavelgronden een bekend fenomeen. Wanneer dit gebeurt ontstaat er een dichte ondoorlatende laag. Wanneer het in het voorjaar begint te drogen, kan de laag hard worden en zo de verdamping van vocht uit de bodem tegen gaan. Daarnaast zorgt dit voor wateroverlast bij hevige regenval. Wanneer er een groenbemester met fijne en intensieve doorworteling op het land staat, wordt deze vorm van erosie tegengewerkt. Ook kan het water zowel afgevoerd als aangevoerd worden door middel van capillaire werking via de wortelkanalen van afgestorven groenbemers. Met name kan in het najaar, wanneer er vaak meer neerslag valt dan dat er vocht verdampt, door groenbemester de percelen droger geploegd worden. De groenbemester zorgt namelijk voor meer verdamping van het vocht uit de bodem. Ook op droge gronden wanneer er juist zo min mogelijk vocht verdampt mag worden, kan groenbemester helpen om dit tegen te gaan. Wanneer het gewas door afvriezen, rollen, maaien of klepelen op de bodem blijft liggen, kan er meer vocht in de bodem gehouden worden.

Opvangen van onbenutte stikstof in de bodem

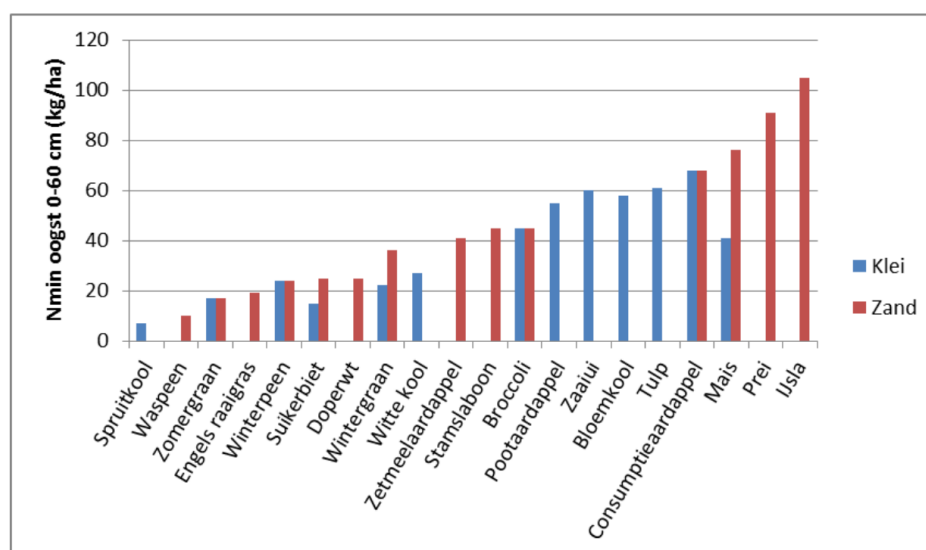
Om voldoende stikstof op te kunnen nemen, is het belangrijk dat de groenbemester op tijd gezaaid wordt zodat het genoeg kan ontwikkelen. Natuurlijk is het effect hoger bij een voorafgaand hoofdgewas wat relatief veel stikstof achter laat. Omdat uit onderzoek is gebleken dat er op zand- en lössgronden een relatie is tussen de temperatuursom (in de periode tussen inzaaien en inwerken van het vanggewas) en de bovengrondse stikstofopname, kon er een stikstofopname geschat worden bij verschillende inzaaitijdstippen. In tabel 1 is deze weergegeven. In de tabel is het uitgangspunt dat het vanggewas op 1 april wordt ingewerkt. In de tabel is te zien dat het inzaaien van een groenbemester in augustus en september zorgt voor het opvangen van de meeste stikstof. De berekening is gebaseerd op het gebruik van vanggewassen met een lage vorstgevoeligheid, zoals winterrogge en

Italiaans raaigras. Daarnaast zijn de vanggewassen ook niet bemest. Naast het feit dat de berekeningen gebaseerd zijn op vanggewassen na de teelt van snijmaïs op zandgrond, is de verwachting dat de opname van stikstof niet veel zal afwijken van de opname van stikstof op kleigrond in een vergelijkbaar scenario.

Tabel 1 Geschatte gemiddelde N-opname in kilogram per hectare (Oenema, et al., 2017).

Zaaitijdstip	Noord	Zuid	Gemiddelde Noord en Zuid
10 augustus	108	116	112
20 augustus	88	95	91
1 september	68	74	71
10 september	51	57	54
20 september	36	42	39
1 oktober	22	28	25
10 oktober	11	16	13
20 oktober	2	7	4
1 november	0	0	0

In figuur 2 is weergegeven welk gewas het meeste minerale stikstof achterlaat in de bodem. Kijkend naar de kleigrond komt de consumptieaardappel op nummer één als het gaat om de hoeveelheid achtergelaten minerale stikstof in de bodem. De snijmaïs laat minder stikstof achter, maar nog steeds rond de 40 kilogram per hectare (Oenema, et al., 2017).



Figuur 2 Minerale stikstof (Nmin) in de bodem (0-60 centimeter) in kilogram per hectare (Oenema, et al., 2017).

Verschillende groenbemesters

Er zijn een aantal groenbemesters beschikbaar voor verschillende doeleinden. Om het overzichtelijk en relevant te houden voor dit onderzoek, is gekozen om te kijken naar de verbetering van organisch stof, de mate van structuurverbetering en de stikstofopname. Daarnaast worden niet alle soorten behandeld die in een bepaalde mate zorgen voor een verbetering op een van de drie voorgenoemde eigenschappen, maar alleen de soorten die relatief veel verbeteren.

Organisch stof verbetering

Tussen groenbemesters is onderscheid te maken tussen de koolstof/stikstof verhouding (C/N). Wanneer deze een hoge of lage verhouding hebben zal de optimale mineralisatie van de organische stof niet plaatsvinden. Wanneer groenbemesters met een C/N van rond de 20 worden toegediend aan de bodem, vind er een optimale omzetting van het organische materiaal plaats. Dit resulteert in een verhoging van de microbiële activiteit in de bodem wat een hogere productie en kwaliteit van snijmaïs tot gevolg heeft (Tejada, Gonzalez, García-Martínez, & Parrado, 2008). In een ander onderzoek op zandgrond is ontdekt dat de aanvoer van effectieve organische stof uit rundveedrijfmest van 30 tot 40 ton hoger was dan de aanvoer uit groenbemesters. De rundveedrijfmest bevatte 1300 kg EOS per hectare en de aanvoer uit groenbemesters 300 tot 450 kilogram EOS per hectare. In dit onderzoek is het effect van organische mest en de toepassing van groenbemester onderzocht op een perceel waar continue snijmaïs geteeld werd. In dit geval was zelfs de gecombineerde aanvoer van drijfmest en groenbemester bij elkaar niet voldoende om de onttrekking van de snijmaïs te kunnen compenseren (Van Schooten, Van Eekeren, Hanegraaf, Van Der Burgt, & De Visser, 2006). Luzerne bleek in een ander onderzoek wel vergelijkbaar te zijn met drijfmest. Het gewas liet het meeste stikstof en organische stof achter. De vervolgteelt van wintertarwe bleek bij het voorgewas luzerne hoger te zijn dan bij de rode klaver en de mix van voederwikke en haver als voorvrucht. Een analyse van de samenstelling van het organisch stof liet zien dat de kleiige leembodem stabiel is gebleven, maar het aandeel mobiele humuszuur was verhoogd na de teelt van luzerne als voorvrucht. Ook het aandeel eiwit in de wintertarwe werd met name veroorzaakt door de vlinderbloemige voorvruchten (Maiksteniene & Arlauskienė, 2004).

Bodemstructuur verbeteren

Om in de winter de kans op verslemping tegen te gaan, kan een groenbemester uitkomst bieden. Wortels van groenbemesters beschermen de bodem tegen verslemping door de bodemdeeltjes aan elkaar te houden. Wanneer de bodem makkelijk verslempd is het beter om een oppervlakkig en intensief wortelend gewas te zaaien, zoals grassen. Blad en wortelresten beïnvloeden namelijk de structuurstabiliteit en de doorlatendheid. Als deze resten in de 15 centimeter van de toplaag blijven zullen de wortels en de bodemdeeltjes een tijdje vast houden. Wanneer de doorlaatbaarheid van de bodem beter moet worden, dan is het beter om een diep wortelende groenbemester te zaaien. De wortels zorgen voor kanaaltjes waar vocht door weg kan zakken en in droge periode via capillaire werking ook weer naar de wortels kan komen. Daarnaast is er ook nog een eigenschap vorstgevoeligheid die aangeeft hoe goed een gewas tegen een koude winter met vorst kan. Als de groenbemester in de winter groen moet blijven moet er een groenbemester die niet vorstgevoelig is gezaaid worden. Wanneer de opslag van het verwerkte gewas in het voorjaar verminderd moet worden of het makkelijker om te laten ploegen moet het gewas juist wel vorstgevoelig zijn. Zo wordt er voorkomen dat het gewas in het voorjaar terugkomt. Rode klaver bleek in een onderzoek succesvol te zijn in het verbeteren van de bodem. De chemische, fysische en biologische samenstelling werden positief beïnvloed door rode klaver in een proef in Spanje (Tejada, Gonzalez, García-Martínez, & Parrado, 2007).

Stikstofopname

Snijmaïs en aardappels hebben het kenmerk dat ze voor de oogst vroegtijdig al stoppen met de stikstofopname. Een groenbemester kan dan een groot deel van de stikstof vastleggen, zodat het niet uitspoelt. De N-inhoud wordt deels door de droge stof productie en het N-gehalte bepaald en deels door de koolstof/stikstofverhouding (C/N-verhouding). De C/N-verhouding van het gewas bepaald de snelheid van vertering van het gewas. Bij een relatief vlotte vertering komt de stikstof vroeger vrij voor het volggewas. Bladrijke en vlinderbloemige gewassen hebben een lagere C/N-verhouding en verteren dus snel, maar verliezen meer stikstof wanneer het gewas afvriest in de winter of wordt

geploegd in het najaar. Grassen, bladrammenas en bladkool zijn gewassen met een hogere C/N-verhouding en verteren dus langzamer. De stikstof komt daardoor langzamer vrij en wordt deze stikstof beter overgedragen aan het volggewas (Van Leeuwen-Haagsma, et al., Handboek Groenbemesters 2019, 2019). Langzaam vrijkomende voedingstoffen zorgen voor een continue levering van stikstof en andere nutriënten aan de gewassen gedurende de groeiperiode. In tegenstelling tot kunstmest wat meteen beschikbaar komt, heeft het gewas meer aan de groenbemester die voorafgaand aan de huidige teelt is ondergewerkt. Ook is gebleken dat door de groenbemester 25% van de geadviseerde kunstmestgift niet toegediend hoeft te worden (Sharim Hoque, Akter, & Rafiqul Islam, 2016). Ook een onderzoek uit 2009 wijst uit dat groenbemester in zowel biologische als gangbare landbouw de vruchtbaarheid kan verbeteren waar dierlijke mest niet of in een gelimiteerde hoeveelheid wordt gebruikt. Groenbemesters bieden een verhoging van het stikstofaanbod voor het groeiende gewas. Gewassen die groeien op een bodem zonder groenbemester als voorvrucht, hebben een significant lagere opbrengst in vergelijking tot de teelt waar een ondergewerkte groenbemester stikstof levert. Zomertarwe had de laagste opbrengst op een niet bemest perceel in tegenstelling tot de bodem waarop luzerne heeft gegroeid en is ondergewerkt. Het effect op de kwaliteit van de zomertarwe werd door vlinderbloemige groenbemesters, zoals rode klaver en luzerne, beïnvloed in de vorm van een hoger eiwitgehalte (Talgrem, Lauringson, & Roostalu, 2009).

Concurrentie van kunstmest

Ook is volgens onderzoek gebleken dat vlinderbloemige gewassen zelfs met een korte groeiperiode van 45 tot 60 dagen al 80 tot 100 kilogram stikstof per hectare vastleggen. De biomassa van de vlinderbloemige groenbemestingsgewassen zijn in staat om een relatief grote hoeveelheid stikstof en koolstof toevoegen aan de bodem. Dit zorgt voor een verbetering van het organische stofgehalte. Daarnaast kunnen ze met name nutriënten als fosfor en kali vanuit diepere lagen van de bodem opnemen en terug naar de bovenste lagen transporteren om vervolgens daar weer gebruikt te kunnen worden. Dit zorgt dan ook mede voor een verbetering van de bodemstructuur, doordat de planten dieper wortelen om deze nutriënten daarop te nemen. In het onderzoek bleek dat luzerne, rode klaver en witte honingklaver geschikt waren om in te zetten als groenbemesting. Volvelds inzaaien bleek beter te zijn voor de C/N-verhouding, had een grotere opname van stikstof en verhoogde het organische stofgehalte meer dan bij onderzaaien. Groenbemesters met een hoge nutriëntconcentratie en lage C/N-verhouding zijn uitstekende concurrenten van kunstmest in de gewassenteelt (Talgre, Lauringson, Roostalu, Astover, & Makke, 2012).

Onderzoeksvragen

Na de uitvoering van het literatuuronderzoek voor het vooronderzoek zijn er een aantal vragen ontstaan. De hoofdvraag is:

‘Welke rol kan een groenbemester spelen in de verhoging van de opbrengst en verbetering van kwaliteit van snijmaïs op zavel- en kleigrond?’

De bijbehorende deelvragen zijn:

- *Welke groenbemesters verbeteren de organische stof in de bodem in hoeveelheid en kwaliteit op zavel- en kleigrond?*
- *Welke groenbemesters verbeteren de bodemstructuur het beste op zavel- en kleigrond?*
- *Welke groenbemesters zorgen voor betere stikstofefficiëntie op zavel- en kleigrond?*
- *Welke groenbemester past zowel financieel als bodemtechnisch het beste op zavel- en kleigrond?*

Na het oplossen van deze deelvragen moet een antwoord geformuleerd kunnen worden op de hoofdvraag en zo een praktische oplossing gegeven kunnen worden voor het vraagstuk van deze scriptie.

Hoofdstuk 2 – Aanpak

In een rotatie met gras, aardappels en snijmaïs kan een groenbemester uitspoeling van stikstof die achtergelaten is door vroege aardappels opvangen en geschikt maken voor gebruik in de snijmaïsteelt. Doordat de dierlijke mestgift gelimiteerd is en kunstmest prijzig en ook gelimiteerd is, is er soms behoefte aan een organische bron van organisch stof, stikstofopname en verbetering van de bodemstructuur. Vanuit de literatuurstudie die is gedaan in dit vooronderzoek is al veel bekend, maar het roept ook vragen op. In dit hoofdstuk is besproken wat er verder onderzocht is en op welke manier dit is gebeurd.

Organische stof eigenschappen

Groenbemesters zijn er in allerlei soorten. Het huidige aanbod is breed en biedt veel variatie aan in organische stof verbeteringsmogelijkheden. Er is een selectie gemaakt van de beschikbare groenbemesters die de organische stof verbeteren. Vervolgens is er van de beste 7 groenbemesters een overzicht gemaakt van de kosten per hectare wanneer deze geteeld worden. Ook is er van deze zelfde 7 groenbemesters een overzicht gemaakt welke theoretische invloed de groenbemesters hebben op het verbeteren van de organische stof. Daarnaast is gekeken naar effectieve organische stofgehalte (EOS) van de gewassen. In het geval van missende gegevens op de site van de fabrikant, werden de gegevens opgevraagd bij de fabrikant. Ook volgde een gesprek met een adviseur die geen relatie heeft met de leverancier van de groenbemester. De groenbemesters zijn beoordeeld op droge stofproductie in kilogrammen per hectare en EOS-productie in kilogrammen per hectare.

Bodemstructuur verbetering

Ook voor bodemstructuur is er een breed aanbod. Ook hier is een selectie van de beste 7 groenbemesters die beschikbaar zijn op de markt gemaakt. Dit waren niet per se dezelfde groenbemesters als bij 'organische stof eigenschappen'. Daar volgde ook een overzicht in prijzen en mate van verbetering van de bodem. Mate van verbetering van de bodem wilde zeggen dat er beoordeeld is op mate van bewortelingsintensiteit, bewortelingsdiepte en vorstgevoeligheid. Hier zijn ook de kosten tegenover de theoretische opbrengsten gezet. De leverancier is geraadpleegd bij missende informatie en er volgde een zoektocht via literatuur of een adviseur naar de missende informatie om het onafhankelijk te houden.

Stikstofopname

De stikstofopname is bewust als laatste aspect benoemd, omdat deze in het onderzoek een belangrijke rol speelt. Door te onderzoeken welke 7 groenbemesters de beste zijn in het opvangen van de stikstof, is een indicatie gegeven welke de meeste stikstof opnemen en hoeveel dit per hectare kost. Ook hier was het mogelijk dat er andere groenbemesters aan bod kwamen dan bij de vorige twee deelvragen. Er is gekeken naar de droge stofproductie in kilo per hectare, de gemiddelde stikstofopname in kilo per hectare en de koolstof/stikstof (C/N) verhouding.

Fineco-analyse

Nadat de drie belangrijkste aspecten onderzocht en in kaart zijn gebracht, volgde er een analyse op de beste 3 groenbemesters. De vraag hier was: 'Welke van de drie groenbemesters waren de beste allrounders voor de laagste kostprijs?' Vervolgens is er een literatuurstudie per soort uitgevoerd en volgde er een financieel-economisch (fineco) analyse. Dit zal resulteren in een conclusie die duidelijk maakt welke groenbemester het beste past na vroege aardappels voor de snijmaïsteelt. Alle overzichten die gemaakt worden bij organische stof eigenschappen, bodemstructuurverbetering en stikstofopname zijn weergegeven in een tabel. De Fineco-analyse is beschrijvend gedaan met ondersteuning van tabellen met theoretische kosten en opbrengsten. De uitgangspunten van de gegevens waren op basis van (lichte) kleigrond en dus niet op zandgrond.

Hoofdstuk 3 – Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten weergegeven. De gegevens zijn tot stand gekomen door literatuur uit te pluizen die antwoord kon geven op de vragen. Een aantal bronnen bleken de juiste informatie te hebben. Zo kon relatief snel goede resultaten gevonden worden voor het onderzoek.

3.1 Organische stof eigenschappen

Voor de verbetering van organisch stof moet gekeken worden naar het effectieve organische stofgehalte (EOS) van de gewassen. Een gewas dat meer wortelt kan ongeveer 35% EOS opleveren in de ondergrondse massa en bovengrondse massa levert 20% op. In tabel 2 is te zien dat de raaigrassen overheersen in het verbeteren van organische stof. In de tabel zijn ze gewassen met de hoogste hoeveelheid EOS weergegeven op basis van een geslaagde gewasteelt. Italiaans raaigras, rode klaver en inkarnaatklaver pieken met 1100 kg EOS per hectare. Engels raaigras levert het meeste EOS per hectare op.

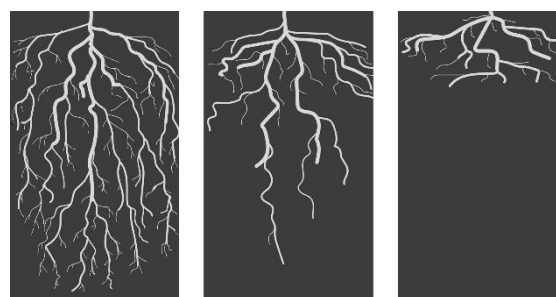
Tabel 2 Groenbemesters met de hoogste effectieve organische stof (EOS) productie (Van Leeuwen-Haagsma, et al., Handboek Groenbemesters 2019, 2019).

Groenbemester	EOS in kilogram per hectare
Engels raaigras	1150
Italiaans raaigras	1100
Westerwolds raaigras	1050
Rietzwenkgras	1050
Rode klaver	1100
Inkarnaatklaver	1100
Afrikaantje	1050

Om het organisch stofgehalte 1 procent te laten stijgen in een bouwvoor van 30 centimeter is een hoeveelheid van 37,5 ton EOS nodig (Zwart, Kikkert, Wolfs, Termorshuizen, & Van der Burgt, 2013). Echter moet er rekening gehouden worden met een humificatie-coëfficiënt, omdat EOS ook afbreekt. Bij de groenbemesters in dit rapport ligt deze humificatie-coëfficiënt op ongeveer 0,30 (Inagro, 2015). Dit komt neer op 125 ton EOS om in de bouwvoor het organische stofgehalte met 1 procent te verhogen. Om dit alleen met de groenbemester te realiseren die hierboven genoemd zijn, duurt dat dus ruim 113 jaar. Per jaar zou er dus (uitgaande van een gemiddelde van de in tabel 2 genoemde groenbemesters 1086 kg EOS en een humificatie-coëfficiënt van 0,30) 320 kg EOS per hectare per jaar worden aangevoerd.

3.2 Bodemstructuur verbetering

In tabel 3 zijn de beste structuurverbeteraars weergegeven. Soedangras is op het gebied van bodemstructuurverbetering het beste. De vorstgevoelige groenbemester wortelt namelijk zeer diep en wortelt ook intensief, wat wil zeggen dat het wortelstelsel over het hele bodemprofiel veel zichtbare wortels vertoont. In figuur 3 is dit goed te zien. Het wortelstelsel aan de linkerkant is goed voor de structuurverbetering. De meest rechtse heeft het minste effect op de verbetering van de structuur.



Figuur 3 Bewortelingsintensiteit. Links is zeer goede intensieve beworteling, rechts is zeer slechte beworteling (Nutrinorm.nl).

Tabel 3 Groenbemesters en de bodem verbeterende eigenschappen (Van Leeuwen-Haagsma, et al., 2019).

Groenbemester	Vorstgevoeligheid	Diepte beworteling	Intensiteit beworteling	Structuurverbeteraar
<i>Soedangras</i>	Zeer	Zeer diep	Zeer goed	Excellent
<i>Afrikaantje</i>	Zeer	Diep	Zeer goed	Excellent
<i>Rietzwenkgras</i>	Niet	Diep	Zeer goed	Excellent
<i>Italiaans raaigras</i>	Weinig	Vrij ondiep	Zeer goed	Zeer goed
<i>Winterrogge</i>	Niet	Vrij diep	Goed	Zeer goed
<i>Japanse haver</i>	Gevoelig	Diep	Zeer goed	Zeer goed
<i>Rode klaver</i>	Matig	Diep	Goed	Zeer goed

3.3 Stikstofopname

In tabel 4 is zichtbaar welke soorten groenbemesters het beste scoren in stikstofopname in combinatie met een gunstige C/N verhouding. Een te hoge C/N verhouding resulteert erin dat nutriënten traag vrijkomen. Een te lage C/N verhouding zorgt er juist weer voor dat nutriënten te vroeg vrijkomen en uit kunnen spoelen. Daarom is een verhouding van 20 het beste, zodat het tijdens de groeiperiode van het volggewas geleidelijk de stikstof vrijlaat komen. Het afrikaantje neemt de meeste stikstof op en heeft ook een ideale C/N verhouding. De rode klaver en de winterrogge nemen relatief ook relatief veel stikstof op. Rode klaver heeft echter wel een lagere C/N verhouding dan de rest.

Tabel 4 Stikstofopname en koolstof/stikstofverhouding per groenbemester.

Groenbemester	DS-productie in kg/ha	Gemiddelde N-opname in kg/ha	C/N verhouding
<i>Bladrammenas</i>	3100	50	20
<i>Bladkool</i>	3000	40	20
<i>Engels raaigras</i>	2200	45	23
<i>Italiaans raaigras</i>	2500	45	22
<i>Winterrogge</i>	1000	100	22
<i>Rode klaver</i>	2700	100	16
<i>Afrikaantje</i>	6000	140	20

3.4 Fineco-analyse

Voor de ondernemer is het belangrijk welke groenbemester op gebied van kosten het beste passen. Door de 3 beste allrounders te selecteren kan gekeken worden of deze ook financieel net zo aantrekkelijk zijn als de anderen. Het afrikaantje komt zeker naar boven als het gaat om allrounders. Verder komt Italiaans raaigras ook overal terug. Ten slotte zijn ook winterrogge en rode klaver meegenomen. Rode klaver komt ook overal terug. Winterrogge viel er bij de top 7 van de organische stofverbetering net buiten met 850 kg EOS/ha. Echter is dit bij late inzaai, waardoor het gewas in korte tijd dus relatief veel kg EOS kan aanmaken. Zeker in een nat najaar kan dit interessant zijn. Daarom is gekozen om niet 3, maar 4 groenbemesters met elkaar te vergelijken.

3.4.1 Afrikaantje

Het afrikaantje piekte bij de 3 onderwerpen waar de focus in dit rapport op ligt. Echter is dit een groenbemester waarvan de zaaiperiode tussen half mei en half augustus liggen. De groenbemester moet met een pneumatische zaaimachine, of met een zaaimachine met nokkenrad gezaaid worden, in verband met de haartjes aan het zaad. Voor het zaaien is 5-10 kg/ha nodig. Het zaad moet ondiep gezaaid worden, het liefst tot 1 cm diep. Dit brengt wel het gevaar met zich mee dat het zaad droog komt te liggen. Dieper geeft echter de kans op trage en/of onregelmatige opkomst. Er moet een stikstofbemesting toegediend worden, omdat tijdens de groei 150 kg/ha per hectare wordt onttrokken. In tabel 5 is een overzicht gegeven van de kosten. Hierbij zijn de kosten voor onderwerken niet meegenomen, omdat het gewas sterk gevoelig is voor vorst. Na een goede nachtvorst sterft het gewas af en kan het ingewerkt worden (Van Leeuwen-Haagsma, et al., Afrikaantjes, 2019). De opgenomen stikstof door het afrikaantje kan gebruikt worden in de vervolgteelt. In tabel 4 is weergegeven dat afrikaantje als groenbemester 140 kg N kan opnemen. Wanneer dit vrijkomt in de vervolgteelt, scheelt dit $140 \text{ kg N} \times € 1,14 = € 160$ afgerond. Totale teeltkosten komen voor het afrikaantje dan dus op $€ 458 - € 160 = € 298$ neer.

Tabel 5 Kosten per hectare voor de teelt van afrikaantje als groenbemester (Van Leeuwen-Haagsma, et al., Afrikaantjes, 2019).

Kosten per hectare	
Zaaizaad (8 kg × € 30 per kilo)	€ 240
Loonwerkkosten voor zaaien	€ 100
Stikstofbemesting (60 kg N × €1,14)	€ 68
Onkruidbestrijding	€ 50
Besparing N-bemesting vervolggewas	- € 160
Totaal	€ 298

3.4.2 Italiaans raaigras

Als tweede is Italiaans raaigras aan de beurt. Het gewas is eenvoudiger te telen dan het afrikaantje. Het zaad hoeft niet per sé gezaaid te worden met een pneumatische zaaimachine of een met een nokkenrad. Toch wordt in tabel 5 de loonwerkkosten voor het zaaien wel gemakshalve meegenomen voor de vergelijking (Van Leeuwen-Haagsma, et al., Italiaans raaigras, 2019). Wanneer Italiaans raaigras wordt ondergewerkt komt er stikstof vrij in de vervolgteelt. Dit betekent dat er dan geen stikstof gestrooid hoeft te worden. Dat betekent dat er dan 20 tot 40 kg N niet bemest hoeft te worden. $20 \text{ tot } 40 \text{ kg N} \times € 1,14 = € 23 \text{ tot } € 46$ aan besparing van stikstof in volggewas. Dit komt neer op een totale teeltkosten van € 169 tot € 192.

Tabel 6 Kosten per hectare voor het telen van Italiaans raaigras als groenbemester (Van Leeuwen-Haagsma, et al., Italiaans raaigras, 2019).

Kosten per hectare	
Zaaizaad (25 kg × € 2,30 per kilo)	€ 58
Loonwerkkosten voor zaaien	€ 100
Stikstofbemesting (50 kg N × €1,14)	€ 57
Besparing N-bemesting volggewas	- € 23 tot € 46
Totaal	€ 169 tot €192

3.4.3 Rode klaver

Rode klaver is een stikstofbindend vlinderbloemig gewas. Dit kan ook ingezet worden als groenbemester. Het gewas kan tot uiterlijk 1 augustus gezaaid worden. Het zaad moet met 14 kg per hectare ongeveer tussen 1 tot 1,5 cm diep gezaaid worden en vraagt geen speciale zaaimachine. Er hoeft geen stikstofbemesting gegeven te worden (Van Leeuwen-Haagsma, et al., Rode klaver, 2019). Doordat er ook bij rode klaver een besparing in het volggewas behaald kan worden doordat er een nalevering is van 40 tot 60 kg N per hectare. $40 \text{ tot } 60 \text{ kg N} \times € 1,14 = € 46 \text{ tot } € 68$. Dit komt uit op totale teeltkosten van € 250 of € 228 per hectare.

Tabel 7 Kosten per hectare voor het telen van rode klaver als groenbemester (Van Leeuwen-Haagsma, et al., Rode klaver, 2019).

Kosten per hectare	
Zaaizaad (14 kg × € 14,00 per kilo)	€ 196
Loonwerkkosten voor zaaien	€ 100
Besparing N-bemesting volggewas	€ 46 tot € 68
Totaal	€ 250 of € 228

3.4.4 Winterrogge

Winterrogge kan net als zomerrogge gebruikt worden als groenbemester, voedergewas en/of bodembedekking. Winterrogge kan ingezaaid worden vanaf half augustus tot eind oktober. Per hectare is er 120-180 kg per hectare nodig en moet het tussen 2 en 3 cm diep gezaaid worden. De voorjaarsnede kan gemaaid worden, waardoor er 850 kg EOS/ha achter blijft. Wanneer dit niet gemaaid wordt, is de achterblijvende hoeveelheid EOS hoger. Stikstofbemesting kan achterwege gelaten worden. Voor het onderploegen is vaak wel een voorbewerking nodig. Wanneer de voorjaarsnede wordt afgemaaid is dit niet nodig (Van Leeuwen-Haagsma, et al., Winterrogge, 2019). Ook winterrogge heeft een nalevering van stikstof. De nalevering van het gewas is 20 tot 40 kg N per hectare. In kosten uitgedrukt is dit $20 \text{ tot } 40 \text{ kg N} \times € 1,14 = € 23 \text{ tot } € 46$. Deze opbrengsten kunnen dus ook van de kosten afgehaald worden, zodat er € 144 tot € 167 aan totale kosten overblijft per hectare.

Tabel 8 Kosten per hectare voor winterrogge wanneer geteeld als groenbemester (Van Leeuwen-Haagsma, et al., Winterrogge, 2019).

Kosten per hectare	
Zaaizaad (150 kg × € 0,60 per kilo)	€ 90
Loonwerkkosten voor zaaien	€ 100
Besparing N-bemesting vervolggewas	€ 23 tot € 46
Totaal	€ 144 tot € 167

Hoofdstuk 4 – Discussie

Deze literatuurstudie is gedaan op basis van beschikbare wetenschappelijke bronnen. Door rekening te houden met relevantie en hoe recent de bronnen zijn, kunnen betrouwbare uitspraken gedaan worden. Door uitsluitend gebruik te maken van correcte bronnen en door in gedachten steeds de afweging te maken of de gelezen informatie daadwerkelijk iets toevoegt aan de studie is het mogelijk om correcte uitspraken te doen over hoe zwaar organische stofverbetering, structuurverbetering en stikstofopname meewegen. Op basis hiervan kan gesteld worden dat bij een herhaling van dit onderzoek met dezelfde recentelijke bronnen de uitkomsten gelijk moeten zijn en daarom dus de resultaten van dit onderzoek valide zijn.

Verhoging organisch stofgehalte

Uit de resultaten blijkt dat het ruim 113 jaar zou duren voor dat het organisch stofgehalte met 1% is gestegen. De verwachting was wel dat het niet binnen enkele jaren een verbetering zou geven, maar dat het zo lang duurt zorgde toch voor verbazing. Granen en grassen reageren zoals in de inleiding vermeld is, minder op een stijging van het organisch stofgehalte (OS-gehalte) van 1%. Bij snijmais zou er tot 2% opbrengststijging zijn bij een stijging van het OS-gehalte per procentpunt. Dat betekent dat bij een aanname van 60 ton snijmais per hectare 1,2 ton snijmais meer geoogst kan worden. Theoretisch gezien is voor 1% OS-verhoging 125 ton EOS nodig. 320 kg EOS is dan 0,00256% verhoging van het OS-gehalte. Wanneer 1,2 ton snijmais komt door een verhoging van 1%, betekent dat dat er door een verhoging van 0,00256% een verhoging van de snijmaisproductie met 3 kg snijmais per hectare per jaar.

Een mogelijke verklaring voor dit resultaat is dat er naast aanvoer van EOS uit gewasresten, ook EOS aanvoer vanuit dierlijke mest plaats vindt. Zoals in de inleiding is besproken, zorgt rundveedrijfmest voor een toename van 1300 kg EOS per hectare per jaar. Omdat de humificatie-coëfficiënt van dierlijke mest lager ligt dan van gewasresten, is deze relatief hoge hoeveelheid te behalen. Dat betekent dat om te weten te komen hoeveel jaar het duurt om 1% OS-verhoging te realiseren de volgende berekening gemaakt kan worden, namelijk: benodigde hoeveelheid EOS om 1% OS-verhoging te realiseren/EOS aanvoer per jaar door dierlijke mest + groenbemester = $37500/(1300+320) = 23$ jaar.

Verbetering van bodemstructuur

Uit de resultaten is ook gebleken dat het onmogelijk is om opbrengsten te hangen aan het verbeteren van de structuur, omdat het niet mogelijk is om in detail te bepalen wat het verhogen van de vochtvasthoudingscapaciteit van de bodem en bijvoorbeeld het verminderen van de slempgevoeligheid. Op dit moment zijn er geen kosten en/of opbrengsten aan de verbetering van de bodemstructuur te hangen. Wel is beschreven in welke groenbemesters vooroplopen in het verbeteren van de bodemstructuur. In hoeverre deze groenbemesters de vervolgteelt beïnvloeden blijft vaag, maar dit kan door praktijkonderzoek beantwoord worden.

Benutting van vrijkomend stikstof

De rol van groenbemesters in het opvangen van stikstof en inzetten in vervolgteelt is weergegeven in de tabel. De ondernemer kan hier wat mee, omdat zichtbaar is hoeveel de potentiële opname is en wat er vrij kan komen in de vervolgteelt. Deze hoeveelheid kan uitgespaard worden en efficiënter worden ingezet.

Knelpunten van de studie

Deze studie is opgezet om te onderzoeken in hoeverre er een kostenplaatje aan het telen van groenbemester is te hangen en in hoeverre dit zichzelf terugverdient. Het grootste knelpunt van deze studie is dat er dus aan sommige aspecten geen verdienmodel te hangen zijn, omdat de opbrengsten simpelweg niet te berekenen of te benaderen zijn. Dit vormt een bedreiging op het beantwoorden van de hoofdvraag. Toch is er voldoende informatie verzameld om wel een betrouwbaar antwoord te kunnen geven op de vraag. De resultaten komen overeen met het onderzoek wat in de inleiding is beschreven. Ook hierin komen dezelfde punten terug. Dit onderzoek bevestigt dus bestaande signalen, maar maakt het vooral overzichtelijk voor de ondernemer.

Hoofdstuk 5 – Conclusies en aanbevelingen

In deze studie is gepoogd een antwoord te geven op de vraag: *“Welke rol kan een groenbemester spelen in de verhoging van de opbrengst en verbetering van kwaliteit van snijmaïs op zavel- en kleigrond?”* Hiervoor is een literatuurstudie uitgevoerd naar de het effect op groenbemesters op organische stofverbetering, structuurverbetering en stikstofbenutting. Ook is gekeken welke groenbemesters er zowel financieel als bodemtechnisch het beste passen.

Organische stofverbetering

Uit de resultaten is gebleken dat er een aantal groenbemesters uitschieten wat betreft de organische stofverbetering. Deze groenbemesters voeren dus effectieve organische stof aan wat de bodem ten goede komt. Ook vervolggewassen als snijmaïs hebben hier baat aan, omdat een verhoging in organische stof een verhoging in de opbrengst van het volggewas realiseert. Echter gaat dit in kleine stapjes, omdat de effectieve organische stof aangevoerd door gewasresten snel verteert. De melkveehouder hoeft zich op dit gebied dus niet blind te staren, maar kan door de resultaten van dit onderzoek realistisch nadenken over de effecten van groenbemesting op organische stofverbetering

Bodemstructuurverbetering

Ten tweede is gebleken uit de resultaten dat de bodemstructuur een boost kan krijgen van bepaalde groenbemesters. De bodemstructuur wordt vooral verbeterd door de gewassen, omdat het zorgt voor een diepe en intensieve doorworteling.

Stikstofbenutting

Ten derde zijn er een aantal groenbemesters die pieken op het gebied van stikstofopname, zodat dit kostbare element niet uitspoelt, maar kan ingezet worden in de bemesting van de vervolgteelt. Er moet dan echter wel rekening gehouden worden met de C/N-verhouding, zodat de stikstof niet te vroeg vrijkomt. Een ideale C/N-verhouding zit rond de 20, waardoor het gedurende de groeiperiode van het volggewas vrijkomt.

Optimale groenbemester

Ten slotte is gebleken uit de studie dat winterrogge een goede kandidaat is voor bodemverbetering en daardoor indirect ook de opbrengst van het volggewas kan stimuleren. Doordat dit gewas simpel is te telen, in vergelijking tot de andere drie het minste kost en toch een boost kan geven op de 3 genoemde verbeteringspunten voor de bodem is dit gewas in de overweging te nemen om in te zetten als groenbemester. Ook Italiaans raaigras en rode klaver zouden ingezet kunnen worden als groenbemester. Deze twee zijn iets duurder dan winterrogge en daarom staan deze twee gewassen respectievelijk op de tweede en derde plaats. Daarentegen is het afrikaantje een veelbelovend gewas als het gaat om bodemverbetering, echter schrikt de zaaiwijze, de lastige teelt en de hoge kosten van de teelt af om het gewas te gebruiken als groenbemester.

Uit deze literatuurstudie is gebleken dat een groenbemester een verbetering op het gebied van organische stofgehalte kan waarmaken. Samen met de bodemverbetering en de stikstofopname kunnen groenbemesters een rol spelen in het verbeteren van opbrengst van snijmaïs. Stikstof die wordt opgevangen door groenbemesters kunnen namelijk een uitkomst bieden wanneer stikstof een limiterende factor is in snijmaïsteelt. Op het gebied van organische stofverbetering is het onrealistisch om met enkel groenbemesting een hogere opbrengst te behalen via een hoger aandeel organische stof. Om via een groenbemester een verhoging op de snijmaïsproductie te realiseren, zal er ingespeeld moeten worden op een bodemstructuurverbetering om betere doorworteling en capillaire werking van de bodem te stimuleren en/of het vasthouden van stikstof wat anders verloren gaat en dit inzetten om de snijmaïs te helpen in de ontwikkeling.

Aanbevelingen voor doelgroep en vervolgonderzoek

De doelgroep kan zeker iets met de resultaten van deze studie. Hoewel aan de verbetering van de structuur niet direct een opbrengst gekoppeld kan worden, weet elke ondernemer dat het verbeteren van de structuur van de bodem de gezondheid van de bodem en de kwaliteit van het volggewas verbetert. Ook de verhoging van organisch stof brengt positieve invloeden mee op de gewassen, maar hier moeten niet te veel verwachtingen aangehangen worden. Daarnaast weet ook elke ondernemer dat elke kilogram N die niet uit kunstmest of dierlijke mest komt een extra aanvulling is op de gewassen. De keuze of de ondernemer het geld in de zak houdt, of slimmer gaat bemesten is dan aan de ondernemer.

Het advies voor vervolgonderzoek is om praktijktesten te gaan uitvoeren op klei- en zavelgronden. Door daar te kijken of de gewasopbrengst en de bodemkwaliteit verbeteren, kunnen betere uitspraken gedaan worden op de vraag of het voor melkveehouders op klei- en zavelgronden interessant is om groenbemesters te telen. Met harde cijfers valt namelijk meer te zeggen dan met een berekening met variabelen.

Bronnenlijst

- Inagro. (2015, Januari 8). *Code van goede praktijk bodembescherming - Advies organische koolstofgehalte en zuurtegraad*. Opgehaald van Inagro: https://www.inagro.be/DNN_DropZone/Publicaties/539/MTR_CodeVanGoedePraktijkBodembescherming_web.pdf
- Maiksteniene, S., & Arlauskienė, A. (2004). Effect preceding crops and green manure on the fertility of clay loam soil. *Agronomy Research Volume 2*(1), 87-97.
- Meijering, L. (2017, December 7). *Zo verhoog je het gehalte organische stof*. Opgehaald van Boerderij: <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2017/12/Zo-verhoog-je-het-gehalte-organische-stof-218930E/?dossier=201373&widgetid=2>
- NutriNorm. (2020, Januari 7). *Achtergrond bodemstructuur*. Opgehaald van NutriNorm: https://www.nutrinorm.nl/nl-nl/_layouts/15/Nutrinorm.Internet.Branding/Print.aspx?listId=c6921504-7e12-4c67-9c02-d9c446ec94f1&itemId=370
- Oenema, O., Van Middelkoop, J., Van Dijk, W., Postma, R., De Haan, J., Schils, R., & Velthof, G. (2017, februari 20). *CDM-Advies 'Groenbemesters'*. Opgehaald van Wageningen University & Research: <https://edepot.wur.nl/456181>
- Piotrowska, A., & Wilczewski, E. (2012, November). *Effects of catch crops cultivated for green manure and mineral nitrogen fertilization on soil enzyme activities and chemical properties*. Opgehaald van ScienceDirect: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.04.018>
- RVO. (2019). *Vanggewas na maïs*. Opgehaald van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mestbeleid/vanggewas-na-ma%C3%AFs>
- Sharim Hoque, T., Akter, F., & Rafiqul Islam, M. (2016, December). Residual effects of different green manures on the growth and yield of wheat. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 624-630. doi:<https://doi.org/10.3329/ajmbr.v2i4.31006>
- Talgre, L., Lauringson, E., Roostalu, H., Astover, A., & Makke, A. (2012, Juli). Green manure as a nutrient source for succeeding crops. *Plant Soil and Environment* (58), 275-281. doi:<https://doi.org/10.17221/22/2012-PSE>
- Talgre, L., Lauringson, E., & Roostalu, H. (2009). The effects of green manures on yields and yield quality of spring wheat. *Agronomy Research* 7(1), 125-132.
- Tejada, M., Gonzalez, J., García-Martínez, A., & Parrado, J. (2007, October 23). *Application of a green manure and green manure composted with beet vinasse on soil restoration: Effects on soil properties*. Opgehaald van Bioresource Technology: doi:10.1016/j.biortech.2007.09.026
- Tejada, M., Gonzalez, J., García-Martínez, A., & Parrado, J. (2008, April). *Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield*. Opgehaald van ScienceDirect: <http://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.03.052>
- Van Leeuwen-Haagsma, W., Hoek, H., Molendijk, L., Mommer, L., Ulen, J., Kroonen-Backbier, B., & De Groot, G. (2019). Afrikaantjes. In *Handboek Groenbemesters 2019* (pp. 112-116). Wageningen: Wageningen University & Research. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/474551>

- Van Leeuwen-Haagsma, W., Hoek, H., Molendijk, L., Mommer, L., Ulen, J., Kroonen-Backbier, B., & De Groot, G. (2019). *Handboek Groenbemesters 2019*. Wageningen: Wageningen Universiteit & Research.
- Van Leeuwen-Haagsma, W., Hoek, H., Molendijk, L., Mommer, L., Ulen, J., Kroonen-Backbier, B., & De Groot, G. (2019). Italiaans raaigras. In *Handboek Groenbemesters 2019* (pp. 62-63). Wageningen: Wageningen University & Research. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/474546>
- Van Leeuwen-Haagsma, W., Hoek, H., Molendijk, L., Mommer, L., Ulen, J., Kroonen-Backbier, B., & De Groot, G. (2019). Rode klaver. In *Handboek Groenbemesters 2019* (pp. 96-97). Wageningen: Wageningen University & Research. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/475849>
- Van Leeuwen-Haagsma, W., Hoek, H., Molendijk, L., Mommer, L., Ulen, J., Kroonen-Backbier, B., & De Groot, G. (2019). Winterrogge. In *Handboek Groenbemesters 2019* (pp. 74-75). Wageningen: Wageningen University & Research. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/474548>
- Van Schooten, H., Van Eekeren, N., Hanegraaf, M., Van Der Burgt, G., & De Visser, M. (2006, September). *Effect meerjarige toepassing groenbemester en organische mest op bodemkwaliteit bij continue teelt maïs : 2e rapport project Zorg voor Zand*. Opgehaald van Wageningen University & Research: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/reports/357518>
- Zwart, K., Kikkert, A., Wolfs, A., Termorshuizen, A., & Van der Burgt, G. (2013). *Tien vragen en antwoorden over organische stof*. Wijster: HLB. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/272641>

Bijlage 1 – Schriftelijk rapporteren

Checklist Schriftelijk Rapporteren 2020

Naam:

Klas:

*De beoordelingscriteria die met een * zijn aangegeven, zijn 'killing points'. Wanneer de beoordelaar daarvan meer dan vijf heeft aangekruist, dien je het rapport/verslag op alle onvoldoende onderdelen te verbeteren. In het afstudeerwerkstuk zijn geen 'killing points' toegestaan.*

1. Het taalgebruik

- ☐ Bevat niet meer dan drie grammaticale, spel- en typefouten per duizend woorden; het rapport/verslag is dan afgekeurd*
- ☐ Heeft een actieve schrijfstijl*
- ☐ Is zakelijk, formeel en objectief *
- ☐ Is coherent (verwijs- en verbindingswoorden)*
- ☐ Heeft een adequate interpunctie*
- ☐ Bevat niet de persoonlijke voornaamwoorden 'ik/mij/me, jij/je/jou, jullie, u, wij/we/ons' *
- ☐ Is doelgroepgericht*
- ☐ Heeft een uniforme stijl*

2. De ordening

- ☐ Het verslag/rapport heeft een logisch opbouw
- ☐ Elk hoofdstuk heeft een logische alineastructuur
- ☐ Elk hoofdstuk kent een introductie (m.u.v. H.1)

3. Het rapport/verslag

- ☐ Is vrij van plagiaat*
- ☐ De pagina's zijn genummerd*
- ☐ Heeft een uniforme opmaak

4. De omslag

- ☐ Bevat de titel
- ☐ Vermeldt de auteur(s)

5. De titelpagina/het titelblad

- ☐ Heeft een specifieke titel*
- ☐ Vermeldt de auteur(s)*
- ☐ Vermeldt de plaats en de datum*
- ☐ Vermeldt de opdrachtgever(s)*

6. Het voorwoord:

- ☐ Bevat de persoonlijke aanleiding tot het schrijven van het rapport/verslag
- ☐ Bevat persoonlijke bedankjes (persoonlijke voornaamwoorden toegestaan)

7. De inhoudsopgave:

- ☐ Vermeldt alle genummerde onderdelen van het rapport/verslag*
- ☐ Vermeldt de samenvatting en de bijlage(n)
- ☐ Is overzichtelijk/gestructureerd
- ☐ Heeft een correcte paginaverwijzing

8. De samenvatting:

- ☐ Is een verkorte versie van het gehele rapport/verslag
- ☐ Bevat de conclusies
- ☐ Bevat suggesties voor verder onderzoek

- ☐ Bevat geen persoonlijke mening
- ☐ Staat direct na de inhoudsopgave

9. De inleiding

- ☐ Is hoofdstuk 1*
- ☐ Beschrijft het kader/de context en de aanleiding*
- ☐ Geeft inhoudelijke relevante achtergrondinformatie*
- ☐ Bevat de probleemstelling/de onderzoeksvraag*
- ☐ Vermeldt het doel*
- ☐ Bevat een leeswijzer voor het rapport/verslag*

10. Materiaal en methode

- ☐ Beschrijft de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Motiveert de keuze voor de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Past bij de probleemstelling/de onderzoeksvraag*
- ☐ Beschrijft de variabelen/eenheden
- ☐ Beschrijft de methode van data-analyse

11. De (opmaak van de) kern

- ☐ De hoofdstukken en de (sub)paragrafen met maximaal drie niveaus zijn genummerd*
- ☐ De hoofdstukken en (sub)paragrafen hebben een passende titel
- ☐ Een hoofdstuk beslaat ten minste één pagina
- ☐ Een nieuw hoofdstuk begint op een nieuwe pagina
- ☐ De zinnen lopen door (geen 'enter' binnen een alinea gebruiken)
- ☐ De figuren zijn (door)genummerd en hebben een passende titel (onder de figuur)*
- ☐ De tabellen zijn (door)genummerd en hebben een passende titel (boven de tabel)*
- ☐ Tabellen en figuren zijn zelfstandig te begrijpen
- ☐ In de tekst zijn er verwijzingen naar figuren en/of tabellen*
- ☐ De tekst bevat verwijzingen naar de desbetreffende bijlage(n)
- ☐ De tekst is ook zonder verwijzingen te begrijpen

12. De discussie

- ☐ Vermeldt de interpretatie(s) van de resultaten
- ☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur
- ☐ Geeft de valide argumentatie weer
- ☐ Evalueert de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen

13. De conclusies en aanbevelingen

- ☐ Bevatten antwoord(en) op de onderzoeksvraag
- ☐ Zijn gebaseerd op relevante feiten
- ☐ Bevatten geen nieuwe informatie*

14. De bronvermelding

- ☐ Verwijzingen in de tekst zijn conform de APA-normen*
- ☐ De bronnenlijst is conform de APA-normen*

15. De bijlagen

- ☐ Zijn genummerd
- ☐ Zijn voorzien van een passende titel
- ☐ Bevatten geen eigen analyse
- ☐ Zijn overzichtelijk weergegeven