

2020

Koch Eurolab

Ruben Schutte

Nieuwe bemestingstechniek om denitrificatie te verminderen

Afstudeerwerkstuk



Nieuwe bemestingstechniek om denitrificatie te verminderen

Afstudeerwerkstuk

Ruben Schutte

Onderwijsinstelling: Aeres Hogeschool Dronten

Afstudeerdocent: Sylvan Nysten

Afstudeerbedrijf: Koch Eurolab

Begeleiding: Carl Koch

Opdrachtgever: Carl Koch

Luttenberg, januari 2020

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

Voor u ligt het afstudeerwerkstuk 'Nieuwe bemestingstechniek om denitrificatie te verminderen'. Dit afstudeerwerkstuk is onderdeel van mijn afstuderen aan de studie Agrarisch Ondernemerschap Dier- & Veehouderij aan de Aeres Hogeschool te Dronten. Dit afstudeerwerkstuk is geschreven naar aanleiding van de stage bij Koch Eurolab te Deventer.

Samen met Carl Koch is het onderwerp en de richting van dit onderzoek bepaald. Tijdens dit onderzoek heeft Carl Koch mij veel geholpen en ook veel van zijn ervaringen gedeeld. Ook heeft mijn afstudeerdocent, Sylvan Nysten, mij geholpen door middel van kritische opmerkingen die mij dichterbij de feiten hebben gehouden. Hier wil ik Carl Koch en Sylvan Nysten hartelijk voor bedanken.

Verder wil ik de collega's van Koch Eurolab bedanken voor hun hulp en voor de goede sfeer. Tevens wil ik alle respondenten die ik heb benaderd voor dit onderzoek graag bedanken, voor de informatie en de tips die ze mij hebben gegeven, waarmee dit onderzoek beter te voltooien was.

Ruben Schutte

Luttenberg, '20

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting.....	4
Summary	5
1. Inleiding	6
1.1. Broeikasgassen	6
1.2. Referentieraming	7
1.3. Invloed van de landbouw	7
1.4. Denitrificatie	8
1.5. Verschillen in bodem	10
1.6. Verschil in mest	10
1.7. Verschil in bemestingswijze	12
1.8. Aspecten	13
1.9. Vraagstelling en doel	14
2. Materiaal en Methode	16
2.1. Methode	16
2.2. Materiaal	17
3. Resultaten.....	19
3.1. Samenvattende tabel	19
3.2. Wat is de verwachting van stakeholders van de effectiviteit van het beregenen met verdunde mest aangaande het verminderen van denitrificatie?	19
3.3. Hoe is het gebruik van zo'n installatie in te passen in de bedrijfsvoering van agrarische bedrijven?	20
3.4. Wat verwachten stakeholders van de kosten en baten in vergelijking met huidige bemestingstechnieken?	21
3.7. Welke problemen verwachten stakeholders in de wet- en regelgeving voor het beregenen met verdunde mest?	21
4. Discussie	23
4.1. Uitkomsten	23
4.2. Onderzoek	25
4.3. Opmerkingen vanuit stage	25
5. Conclusie en aanbevelingen.....	28
5.1. Wat is de verwachting van stakeholders van de effectiviteit van het beregenen met verdunde mest aangaande het verminderen van denitrificatie?	28
5.2. Hoe is het gebruik van zo'n installatie in te passen in de bedrijfsvoering van agrarische bedrijven?	28

5.3. Wat verwachten stakeholders van de kosten en baten in vergelijking met huidige bemestingstechnieken?	29
5.4. Welke problemen verwachten stakeholders in de wet- en regelgeving voor het beregenen met verdunde mest?	29
5.5. Aanbevelingen.....	30
Bibliografie	31
Bijlage 1: Structuur/checklist interview bemestingsinstallatie	33
Bijlage 2: Uitwerking interview met Gerard Schutte.....	35
Bijlage 3: Uitwerking interview met Sjaak Huetink	39
Bijlage 4: Uitwerking interview met Agnes van den Pol.....	43
Bijlage 5: Uitwerking interview met David Wunderink	46
Bijlage 6: Uitwerking interview met Bert Smit	50

Samenvatting

Het broeikaseffect zorgt voor een leefbaar klimaat, maar de laatste decennia heeft menselijk handelen voor een versterkt broeikaseffect gezorgd. Denitrificatie draagt bij aan dit effect. Denitrificatie is de afbraak van nitraat onder anaërobe omstandigheden.

Bodems zijn altijd gevoelig voor het ontstaan van anaërobe omstandigheden. De gevoeligheid hiervoor verschilt per type bodem, maar ook per perceel, en zelfs binnen percelen zijn er grote verschillen in latente zuurstofstress. Door verdringing van zuurstof, het afsluiten van zuurstof of een verhoogde activiteit van het bodemleven door een overmaat aan voedsel, waardoor de aanwezige zuurstof snel wordt verbruikt en nieuw zuurstof niet snel genoeg kan worden aangevoerd, ontstaan anaërobe omstandigheden. Door te bemesten met grote giften, bemesten onder verkeerde omstandigheden en verslechterde bodemsituaties wordt anaërobie flink verergerd.

Een nieuwe manier van bemesten kan denitrificatie beperken. Een idee hiervoor is bemesten te combineren met beregenen. Dit onderzoek was erop gericht het perspectief hiervoor uit te zoeken. Hiervoor zijn een melkveehouder, akkerbouwer, graslanddeskundige, bemestingsproducent en econoom geïnterviewd door middel van een semigestructureerd interview. Hier kwam uit dat de geïnterviewden in ieder geval perspectief zagen in het bemesten met mindere hoeveelheden per keer en het toevoegen van water voor een betere verdeling. Voordat duidelijk is of en hoeveel dit zal bijdragen aan minder denitrificatie en dus een betere stikstofefficiëntie, konden of wilden ze niet direct uitspraak over doen. Ze verwachten hier wel kans op, maar gaven aan dat hier veel praktijkonderzoek van het systeem voor benodigd zal zijn. Dit onderzoek zal ook benodigd zijn om het systeem legaal te maken.

Bemesten combineren met beregenen zou in veel regio's wel passen, zoals droge gebieden waar veel grotere percelen zijn en akkerbouwgebieden. In regio's waar veelal kleine percelen zijn en de grondwaterstand relatief hoog is, zou dit systeem minder goed passen. Bovendien moet er ook naar verbetering van de huidige manier van beregenen worden gekeken. Qua kosten verwachten ze weinig verschil met de huidige manier van bemesten. Controleerbaarheid, handhaafbaarheid van en precisielandbouw met dit systeem achtten de geïnterviewden erg moeilijk. Er is dus perspectief voor een dergelijk systeem, maar er moet verder onderzoek worden gedaan naar de beste manier voor dit systeem, en welke gevolgen deze heeft voor stikstofwerking, (ammoniak)emissie(s), controleerbaarheid en handhaafbaarheid.

Summary

The greenhouse effect makes for a liveable environment, although last decades human behaviour generated global warming. Denitrification is also a cause for this effect. Denitrification is the disembling of nitrate in anaerobic conditions.

Soils are always susceptible for the formation of anaerobic conditions. The sensitivity of soils varies per type, per plot and even within plots. Oxygen displacement, cloaking of oxygen or an increase of activity of soil organisms due to excessive amounts of nutrition cause anaerobic conditions. By fertilizing with large amounts of natural fertilizers soil organisms use the available oxygen in a pace that can't be met by the supply of new oxygen. Fertilizing with large amounts, fertilizing with wrong conditions and degraded soil conditions lead to worse anaerobic conditions.

A new approach of fertilizing can help mitigate denitrification. A possible solution could be combining fertilizing with watering. This study aimed to evaluate this possible solution. Therefore, a dairy farmer, an arable farmer, an expert of grassland, a producer of fertilizing machines and an economist were interviewed, using a semi-structured interview. These interviews showed that the interviewed at least saw possibilities for fertilizing with less amounts per time and the addition of water for a better distribution. Before it's clear if and how much this will affect denitrification and thus the efficiency of nitrogen, the interviewed can't or don't want to give a statement.

They do expect a chance of a better efficiency and less denitrification, but stated that a lot of research will have to be done. This research is also needed for the ability of getting this system through legislation.

Combining fertilizing with watering would fit in quite some regions, like the dry areas with bigger plots as well as areas with arable farming. In regions with smaller plots and with quite a high groundwater altitude, the system wouldn't fit that well. On top of the needed research as well as the distinction of area's where this system would fit, the used watering systems can be improved a lot, according to the interviewed. They expect a small to no difference in costs between the new system and the used systems of fertilizing. Controllability and enforceability of this system will be very difficult, as well as precision farming. So, there are chances for such a system, but it needs a lot of research to find the best execution of this system, and the effects this system will have on the nitrogen efficiency, emissions (of ammonia), controllability and enforceability.

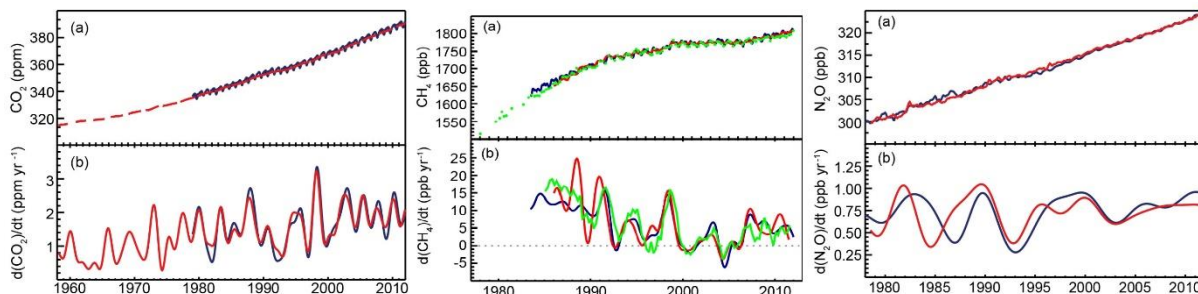
1. Inleiding

Het klimaat is flink aan verandering onderhevig. Door verschillende gassen, die van nature in de lucht voorkomen, wordt het effect van zonlicht versterkt, waarmee de temperatuur op aarde een tiental graden warmer is dan zonder dit zogeheten broeikaseffect. Maar goed ook, want zonder dit effect zou er geen leven op aarde mogelijk zijn, zoals nu het geval is. Hoewel dit broeikaseffect ook door natuurlijke processen verandert, waardoor de aarde ijstijden en interglacialen heeft gekend, heeft menselijk handelen voor een versterkt broeikaseffect gezorgd. Dit versterkte broeikaseffect heeft verstrekende gevolgen voor het leven op aarde (KNMI, sd).

1.1. Broeikasgassen

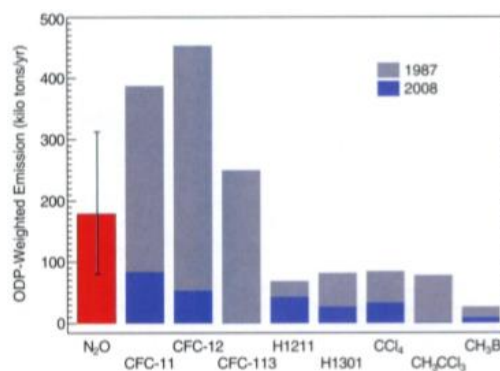
Broeikasgassen zijn de gassen die het broeikaseffect verzorgen. Dit zijn met name waterdamp (H_2O), koolstofdioxide (CO_2), methaan (CH_4), lachgas (N_2O) en ozon (O_3). Doordat met name CO_2 door verbranding van fossiele brandstoffen vrijkomt, heeft men deze lange tijd als belangrijkste broeikasgas gezien. Echter, methaan en lachgas verrichten veel meer schade. Hoeveel een gas bijdraagt aan het broeikaseffect, wordt uitgedrukt in 100 year global warming potential (GWP_{100}). Bij GWP is CO_2 het referentiegas. CO_2 heeft hierbij een equivalent van 1. Methaan en lachgas hebben equivalenten van respectievelijk 28 (was eerder 25) CO_2 en 265 (was eerder 298) CO_2 . Deze getallen komen uit een onderzoek uit 2014, de getallen tussen haakjes uit een onderzoek uit 2007. Deze getallen houden in dat methaan een 28 keer groter effect heeft dan CO_2 , en lachgas een 265 keer groter effect in een termijn van 100 jaar (IPCC, 2014b).

Sinds 1750 zijn CO_2 , methaan en lachgas toegenomen met respectievelijk 111,6 parts per million (ppm), 1,081 parts per billion (ppb) en 0,054 ppb. Omgerekend naar GWP_{100} zijn methaan en lachgas echter toegenomen met 30.293,8 ppm CO_2 en 14.318,8 ppm CO_2 . (Zie figuur 1 voor de periode 1960-2013) Dit laat zien hoe verontrustend de toename van lachgas is (IPCC, 2014a).



Figuur 1.1 Toename broeikasgassen, met v.l.n.r. CO_2 , CH_4 en N_2O , met boven (a) de werkelijke toename (per jaar (groen), per maand (rood) en per week (blauw)) en onder (b) de groeisnelheid (IPCC, 2014a)

Behalve een versterkt broeikaseffect, heeft lachgas nog een ander nadelig effect. Lachgas is erg stabiel in de troposfeer en wordt pas in de middelste laag van de stratosfeer afgebroken. Dit zorgt ervoor dat een molecuul lachgas ongeveer 130 jaar in de lucht verblijft. In de stratosfeer wordt een deel afgebroken door ultraviolette straling, waarbij het vervalst tot N_2 en O_2 . Echter, lachgas breekt ook een groot deel ozon af. Waar in 1987 veel aandacht was voor de ozonafbrekende chloorfluorkoolwaterstoffen (cfk's), is er nog steeds maar weinig aandacht voor lachgas. Ondanks dat lachgas een relatief laag ozonafbrekend vermogen heeft, zorgt de grote uitstoot door menselijk handelen



Figuur 1.2 Ozonafbrekend vermogen lachgas en cfk's (Ravishanka, Daniel, & Portmann, 2009)

ervoor dat het momenteel de meest belangrijke ozonafbrekende substantie is (zie figuur 2) (Ravishanka, Daniel, & Portmann, 2009).

1.2. Referentieraming

Om een beeld te geven hoe klimaatproblemen worden beïnvloed maakt het IPCC schattingen van de toenames van schadelijke gassen. Deze schattingen worden mondiaal berekend. Als basis voor deze schattingen worden vele onderzoeken gebruikt, welke worden omgezet naar een mondiaal emissiecijfer (IPCC, 2014b). Vervolgens zijn deze schattingen weer een basis voor nationale schattingen. Het Plan Bureau voor de Leefomgeving maakt voor Nederland een nationale referentieraming (PBL, 2016). Ondanks dat de gebruikte cijfers gebaseerd zijn op onder andere Nederlandse onderzoeken, geven deze toch een vertekend beeld. Zo wordt er door het IPCC en dus door het PBL gerekend met het gegeven dat er bij breedwerpig uitrijden van mest er 0,004 kg N₂O-N per kg opgebrachte N vrijkomt, en dat er bij ammoniakemissiearm uitrijden van mest er 0,009 kg N₂O-N per kg opgebrachte N vrijkomt. Hier zit een factor van 2,25 tussen. In een onderzoek van Velthof et al. (2010) wordt echter aangetoond dat op zand en klei er gemiddeld een factor 3,76 verschil zit in het breedwerpig en ammoniakemissiearm uitrijden zit, waarbij het laatste dus 3,76 hoger uitvalt. Dit is voor alleen rundveedrijfmest (RVDM). Voor varkensdrijfmest valt dit zelfs nog hoger uit. Het is dus mogelijk dat in de referentieraming van het PBL de lachgasemissie onderbelicht is.

In de landbouw is feitelijk veel te winnen met het beperken van denitrificatie door de maatregelen uit dit rapport toe te passen, en nog in grotere mate op die percelen waar nu de organische mest (ammoniak)emissiearm wordt aangebracht.

1.3. Invloed van de landbouw

In Nederland zijn er diverse bronnen die broeikasgassen uitstoten. Dit zijn voornamelijk de industrie- en de energiesector, welke samen voor ongeveer de helft van de nationale emissie zorgen. Het verkeer en vervoer zorgen samen voor circa 18% van de broeikasgasemissie en door bebouwing komt een andere 12% van de broeikasgassen in de lucht (RVO, 2016).

Een andere belangrijke bron van broeikasgassen is de landbouw. In Nederland was in 2014 de landbouw goed voor een broeikasgasemissie van 14%. Daarbij is de emissie die ontstaat rondom de landbouw, bij het gebruik van grondstoffen en producten, niet meegerekend. Ook de verandering van organisch stofgehalte in de bodem is hier niet geheel in berekend. In Nederland geeft dit laatste echter weinig verschil, aangezien uit onderzoek bleek dat het organisch stofgehalte in Nederland grotendeels gelijk was gebleven. Over het algemeen was er zelfs een lichte (< 1%) stijging (Conijn & Lesschen, 2015). Door invoer van veevoer, uitvoer van landbouwproducten en productie van kunstmest heeft de landbouw ook invloed op emissies uit de industrie- en de transportsector. Veel van de emissies uit de landbouw komen voort uit natuurlijke processen. Het grootste gedeelte van de gassen die de veehouderij uitscheidt, bestaat uit CO₂ door de verbranding van brandstoffen, methaan door dierlijke processen uit veehouderij en processen in mest en lachgas, dat voornamelijk voortkomt uit bodemprocessen bij afbraak van organisch stof onder anaerobe omstandigheden. De meeste CO₂ wordt geproduceerd in de glastuinbouw, het meeste methaan en lachgas daarentegen in de veehouderij. Hierbij is de emissie van de glastuinbouw goed voor een kwart van de totale emissie, de emissie uit vee en mestopslagen de helft en de emissie door bemesting en bodemprocessen een kwart. Van de emissie uit de veehouderij is weer 70% toegeschreven aan rundvee, 20% aan varkens en 10% aan pluimvee. Bij de vertering van gras produceren koeien methaan. Ook bij anaerobe omzetting van organische stof in mest wordt methaan geproduceerd. Verder wordt er bij opslag van droge mest, voornamelijk bij pluimveemest het geval, lachgas geproduceerd (RVO, 2016).

Sinds 1990 is de broeikasgasemissie uit de landbouw al flink afgenomen. Verschillende ontwikkelingen hebben hieraan bijgedragen. Door afname van het aantal runderen is een groot deel van de uitstoot afgenomen. Een flinke afname in het kunstmestgebruik heeft ook gezorgd voor een forse verlaging van lachgasuitstoot. Verder hebben de preventiemaatregelen tegen uitspoeling van nitraat en voor een lagere ammoniakemissie voor een lagere lachgasemissie gezorgd. Alhoewel door mest te injecteren in de grond de ammoniakemissie flink wordt gereduceerd, wordt de lachgasproductie hiermee bijna verviervoudigd. Dit houdt in dat sommige maatregelen ondanks voordelen op een gebied, ook nadelen op andere gebieden kan hebben (RVO, 2016).

1.4. Denitrificatie

Een vermindering van broeikasgasemissies is voornamelijk van belang voor de overheid. 54% van het landoppervlak van Nederland is agrarische grond, nog zonder de erven en gebouwen. Dit terrein is erg belangrijk voor het beleid omtrent broeikasgasemissies. Niet alleen kan er op deze grond installaties worden geplaatst voor groene stroom, deze grond is zelf ook onderdeel in de broeikasgasketen. Daarnaast zijn er nog veel agrarische gebouwen waar groene stroominstallaties kunnen worden geplaatst. Voor de overheid is het dus erg interessant om boeren te betrekken bij de ontwikkelingen om emissies te beperken. Wat er voor agrariërs belangrijk is, is dat er iets tegenover staat. Naast het algemene belang van een gezonde leefwereld, kan het uitlenen van grond en daken geld opleveren.

Zoals hierboven vermeld is lachgas een belangrijke factor in het broeikassysteem. Dit lachgas komt voornamelijk voort uit bodemprocessen. Het belangrijkste proces hierbij is denitrificatie. Denitrificatie is het omzetten van nitraat (NO_3^-) naar lachgas (N_2O) en stikstofgas (N_2). Het nitraat wordt door nitrificerende bacteriën gemaakt vanuit ammonium (welke ontstaat vanuit ammonificatie van ureum en dood organisch materiaal) of wordt op het land aangebracht als kunstmest. Hierbij wordt NO_3^- eerst omgezet naar nitriet (NO_2^-), en stikstofmonoxide (NO). Voor de overheid is het inperken van denitrificatie van belang, doordat lachgas een erg sterk broeikasgas is. Het inperken van lachgasproductie kan al snel veel CO_2 -coëfficiënten schelen. Voor agrariërs scheelt het inperken van lachgasproductie het verlies van nitraat. Naast dat dit nitraat geld kost, is het ook van belang voor de ruwvoerproductie. Nitraatverlies kost dus geld aan twee kanten.

Denitrificatie treedt voornamelijk op onder zuurstofarme of zuurstofloze omstandigheden (respectievelijk hypoxisch of anoxisch/anaeroob). Onder normale (zuurstofrijkere) omstandigheden kan de zuurstof worden gebruikt voor afbraak van organische stof in de bodem, en kan het nitraat grotendeels onbekommerd worden opgenomen door de wortels van planten. Wanneer er te weinig zuurstof beschikbaar is, worden al snel zuurstofatomen uit nitraat gebruikt voor deze reacties. Dit heeft deels te maken met de structuur van de grond en de vochtinhoud, en deels met de processen van het bodemleven van de vertering van organische stof. De vertering van groenbemesters en organische mest, zeker die van drijfmest, vergt namelijk veel zuurstofomzetting.

Structuur

Een goede structuur van de bodem geeft een goede bewortelbaarheid en goede poriën. Deze poriën zijn belangrijk voor de luchthoudding in de grond, en dus voor het gehalte zuurstof. Een lage zuurstofhoudding geeft sneller kans op anaërobie. Structuurbederf voorkomen kan door niet te zware machines te gebruiken, op banden die de druk van de machine zoveel mogelijk verdelen. Ook is het betreden van grond op een goed moment belangrijk voor het behoud van structuur. Onder natte omstandigheden wordt de grond zelfs versmeerd, zelfs wanneer er gebruik wordt gemaakt van brede banden en lage bandenspanning. Het gebruik van vaste rijpaden kan ook helpen tegen structuurbederf. Hierbij wordt alleen de grond van de rijpaden verdicht, maar blijft de structuur van

de beteelde grond intact. Structuurbehoud is een van de maatregelen om de kans op anaërobie en dus denitrificatie te verminderen (Corré, 1995).

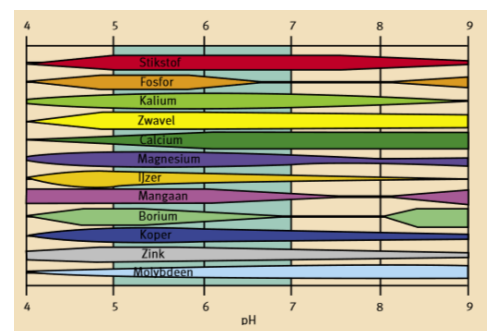
Vochtgehalte

Zuurstofgebrek kan ook optreden door verdringing door water in combinatie met een hoog zuurstofverbruik in de bodem. Zuurstoftransport door het water gaat erg langzaam, en vult het ontstane tekort nauwelijks aan. Hierdoor is er geen tot weinig (los) zuurstof te gebruiken voor de bodemprocessen. Indien het zuurstofverbruik in de bodem te hoog is, door achterstallige omzettingsprocessen, kan er al anaërobie optreden binnen een dag in een ruim-veldvochtige grond en nog gemakkelijker wanneer de bodem verzadigd wordt met water. Dit resulteert vaak in een dunne zuurstofrijke laag aan het grondoppervlak, en een onderliggende laag waar vrij beschikbaar zuurstof aanwezig is. Het komt zelfs voor dat het zuurstofverbruik dusdanig hoog is, dat er überhaupt geen zuurstofrijke laag aanwezig is (Patrick & Delaune, 1977). Een goede ontwatering draagt bij aan het verminderen van anaërobie in een biologisch actieve bodem, en daarmee vermindert het de denitrificatie.

Verschil in pH

Voor elke stap in het denitrificatieproces is weer een ander enzym benodigd. Met name voor de stap van lachgas naar stikstofgas is een flinke hoeveelheid energie nodig, welke het enzym CuS reduceert (Carreira, Pauleta, & Moura, 2017). Echter, lachgas laat zich moeizaam binden en heeft in de gasfase de neiging te vervluchtigen. In meer zure omstandigheden, zoals pH=4, wordt er meer lachgas geproduceerd dan in basischere omstandigheden. Hoe hoger de pH is, hoe meer lachgas wordt omgezet in stikstofgas. Maar ook bij hogere pH's kan er nog veel lachgas worden gevonden, doordat deze niet van enkel pH afhankelijk is (Liu, Mørkved, Frostegård, & Bakken, 2010). Het tegengaan van lachgas haalt echter het probleem niet weg, doordat stikstofgas ook ontstaat door denitrificatie, welke ontstaat bij zuurstofloze situaties.

De pH speelt echter bij meerdere aspecten een rol, zoals de opname van spoorelementen (zie figuur 3) en de kans op hogere afbraak van organische stof bij een hogere pH. In de Nederlandse landbouw is de pH van de meeste bodems tegenwoordig hoger dan 4.8. Vooralsnog zou het advies kunnen luiden om de huidige vastgestelde streefwaarden van een pH van 5.5 voor grasland aan te houden. Hierdoor is denitrificatie zeker nog niet opgelost, maar zal deze in ieder geval deels worden beperkt. Een relevant deel van de percelen heeft een pH welke onder de streefwaarde uitkomt. Met name op risicovolle percelen, namelijk die met een ruim latente zuurstofstress, zouden de meeste baat hebben bij handhaven van de streefwaarden.



Figuur 1.3 Beschikbaarheid (spoor)elementen en pH (Bals, 2008)

Hoeveelheid mest

Een andere oorzaak voor anaërobie kan het toedienen van (een grote hoeveelheid) drijfmest zijn. Door het toedienen van (veel) drijfmest worden bacteriën en schimmels in de bodem aangespoord tot het omzetten van de organische stoffen die hierin zitten. Bij deze omzettingen wordt er veel zuurstof verbruikt. Onder ongunstige omstandigheden (bij wateroverlast of een slechte bodemstructuur) en een grotere hoeveelheid organische stof wordt er zoveel zuurstof verbruikt, dat er een anaëroob milieu in de bodem ontstaat (Burford, 1976).

1.5. Verschillen in bodem

Het type bodem heeft veel invloed op de mate van denitrificatie. Denitrificatie komt het meeste voor in veengronden, gevolgd door klei- en zandgronden. Het grootste verschil zit tussen veen- en kleigronden, voornamelijk door het grotere aandeel organisch materiaal in veengrond. Voor de mineralisatie van de organisch gebonden koolstof is er zuurstof benodigd. Dit zuurstofgebruik kan meer denitrificatie tot gevolg hebben. Bij deze mineralisatie komt er bovendien stikstof vrij, deels in de vorm van nitraat. Dit nitraat kan in een anaeroob milieu weer denitrificeren. Dit lijkt in tegenspraak, omdat dit twee verschillende reactierichtingen zijn in dezelfde grond, maar de bodem is voortdurend schakelend tussen zuurstofrijkere en zuurstofarmere processen, waarbij voortdurende verschillen in watergehalte een belangrijke rol spelen (Velthof & Oenema, 1995).

Vochtig bodemmilieu

Doordat nitraat gemakkelijk beweegt in het bodemwater, kan het zich vanuit een wat meer oxiderende plek, naar een meer reducerende plek begeven. Ook al beweegt het niet, kan door verschil in vochtgehalte en de daardoor sterkere of minder sterke bodemprocessen eerst oxidatief gevormd zijn, waarna de volgende dag door net iets meer vocht een iets meer reducerend milieu ontstaat waarbij denitrificatie optreedt. Doordat de veengronden over het algemeen wat natter zijn, kan hier sneller denitrificatie optreden. Door de grondwaterstand te verlagen kan er onder omstandigheden meer mineralisatie optreden, waarbij er uiteindelijk ook meer denitrificatie zou kunnen optreden. Bij een geheel met water verzadigde bodem is er juist minder denitrificatie, doordat er minder mineralisatie van het organisch materiaal plaatsvindt (Velthof & Oenema, 1995).

In het laatste geval kan er alleen (nu veel heviger) denitrificatie ontstaan vanuit aangevoerde stikstof door bemesting. In kleigronden met geen of weinig kruimvorming zijn er kleinere poriën waardoor deze bodems sneller verzadigd kunnen raken, waardoor sneller anaerobie kan optreden ingeval de bodemprocessen te veel zuurstof zouden vergen. Verder blijft, bij een gelijk organisch stofgehalte, water langer in de bodem aanwezig, door de capillaire eigenschappen van klei. Hierdoor treedt er bij kleigronden eerder denitrificatie op dan bij zandgronden. Maar alle bodems kennen denitrificatie. (Velthof & Oenema, 1995)

Bij grasland is de kans op denitrificatie over het algemeen hoger dan bij bouwland. Dit komt door onder andere een hoger nitraatgehalte (hogere gemiddelde bemestingsbehoefte), meer afbreekbare organische stof (bouwland bevat minder organische stof en wordt vaker organische mest ingezet op grasland, omdat deze van eigen bedrijf komt), en een verdichte bodem door geregeld berijden van de bodem t.b.v. bemesting, maai- en oogstwerkzaamheden en vertrapping bij beweiding. Tijdens het groeiseizoen is de kans op denitrificatie het hoogst, vanwege een gunstigere temperatuur voor denitrificatie en bemestingen die voornamelijk aan het begin van het groeiseizoen worden uitgevoerd (Corré, 2002).

1.6. Verschil in mest

Denitrificatie kan ook worden beïnvloed door verschillende manieren van bemesting, door gebruik van kunstmest of organische mest, via mechanische bemesting of via bemesting door beweiding. Tijdens beweiding treedt er circa drie keer meer denitrificatie op dan bij het gelijkmatig verdelen van mest en urine. Doordat er bij urine- en mestuitscheiding tijdens beweiding er op een kleine plek een hoge concentratie stikstof en/of organisch materiaal ontstaat en een natte plek door de urine, verhoogt dit de lachgasproductie. Wanneer dezelfde hoeveelheid mest en urine door uitrijden gelijkmatig over het land wordt verdeeld, ontstaat er minder denitrificatie door lagere concentraties (Šebek & Schils, 2006). Deze is zelfs 3,76 keer lager (Velthof, Mosquera, Huis in 't Veld, & Hummelink, 2010).

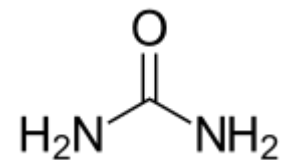
Soorten mest

Ook verschillende soorten organische mest hebben verschillende invloeden op denitrificatie. Binnen organische mest is er stalmest, vaste mest, urine, een combinatie (vaak drijfmest) en restproducten van mestscheiding. Deze soorten zijn dan nog weer te verdelen over de verschillende diersoorten. Uit het onderzoek van Velthof et. al. (2010) kwam naar voren dat varkensdrijfmest (VDM) meer lachgasemissie veroorzaakte op bouwland dan rundveedrijfmest (RDM).

Om de groei van planten te stimuleren, wordt er in de landbouw in Nederland veel gewerkt met kalkammonsalpeter (KAS), bestaande uit ammoniumnitraat (NH_4NO_3) en calciumcarbonaat (CaCO_3). Uit onderzoek is gebleken dat een verhoging van de stikstofgift (zowel uit kunstmest als uit organische mest) de lachgasemissie flink verhoogt, niet alleen doordat er direct of indirect (het bodemleven produceert namelijk zelf nitraat door mineralisatie van organische mest en soms uit ammoniumhoudende kunstmest en ureum) meer nitraat aan de bodem wordt toegevoegd om te denitrificeren, maar ook doordat de denitrificatie met een verhoogde factor plaatsvindt (Velthof, Mosquera, Huis in 't Veld, & Hummelink, 2010). Dit is te verklaren doordat er op bijvoorbeeld grasland de drijfmest oppervlakkig wordt toegediend, waardoor deze toplaag anaerober wordt, licht anaerober wanneer breedwerpig toegepast en pleksgewijs sterk anaerober, daar waar alle mest op stroken wordt aangebracht, dus op ca. 20-25% van het perceel.

Ureumkunstmest

Volgens een onderzoek van Harty et. al. (2016), zou kunstmest op basis van ureum lachgasemissie met 80% reduceren ten opzichte van KAS. Door de andere samenstelling van ureum gaat er minder stikstof verloren via denitrificatie, maar gaat er meer stikstof verloren door ammoniakemissie. Dit kan worden verminderd door het gebruik van nitrificatieremmers en ureuminhibitoren. Naast het voordeel van een lagere lachgasemissie, lijkt het gebruik van kunstmest op basis van ureum ook goedkoper. Nadelen zijn echter dat dit alleen werkt in combinatie met nitrificatieremmers, omdat anders het ammonium toch grotendeels wordt omgezet naar nitraat. Bovenstaande geldt niet alleen voor ureum maar voor alle ammoniummeststoffen. De vraag is hierbij tot in hoeverre bemesten met een ammoniummeststof goedkoper is, aangezien deze een sterk verzurend effect hebben, en hierbij kosten ontstaan om dit effect tegen te gaan. Verder wordt er bij de omzettingen van ureum weer zuurstof in de bodem verbruikt, wat gevolgen kan hebben voor het anaërobisch niveau, en dus de denitrificatie. Dit laatste vindt uiteraard alleen plaats wanneer geen nitrificatieremmers worden toegepast. Klimaattechnisch gezien heeft bemesten met ureum en andere ammoniummeststoffen nog een extra nadeel. Ureum bestaat uit twee NH_2 -moleculen gebonden aan een CO-molecuul. Wanneer ureum wordt afgebroken komen er twee ammoniakmoleculen en een koolstofdioxidemolecuul vrij. Om de verzurende eigenschappen tegen te gaan, moet er kalk (CaCO_3) bij worden gestrooid. Voor elke kilogram ureum is er een kilogram kalk benodigd. Uit dit kalk komt ook weer CO_2 vrij. Uit de afbraak van 1 kg ureum komt 732,7 gram CO_2 en uit de afbraak van 1 kg kalk komt er, afhankelijk van het soort kalk, ca. 440 gram CO_2 vrij. Dit betekent dat er voor het gebruik van 1 kg ureum samen met 1 kg kalk er in totaal ca. 1,17 kg CO_2 vrijkomt.



Figuur 1.4 Structuurformule

Organische mest

In organische mest kunnen snel verteerbare organische stoffen aanwezig zijn, waaronder (zouten van) vetzuren. Bij de afbraak van deze snel verteerbare organische voedingsstoffen, verbruikt het bodemleven zuurstof. Wanneer er zuurstoftekort optreedt, worden al snel de zuurstofatomen uit nitraat gehaald. Hoe hoger de dosis van organische mest, hoe meer snel verteerbare organische voedingsstoffen er worden omgezet, hoe hoger de kans op denitrificatie. Wanneer hier dan ook nog

bemesting met nitraathoudende meststoffen plaatsvindt, neemt de mate van denitrificatie sterk toe. Een betere afstemming dan wel verdeling van mestgiften gedurende het groeiseizoen kan daarom bijdragen aan het reduceren van denitrificatie. Kleinere giften organische mest, zoals bijv. 10 ton per ha., zorgen voor een lagere dosering van snel verteerbare organische stof, en dus minder kans op overdosering van het bodemleven, en daarmee minder denitrificatie.

1.7. Verschil in bemestingswijze

Uit onderzoek van Mosquera et. al. (2010) kwam naar voren dat lachgasemissie bij gebruik van KAS direct na toepassing al piekt, terwijl lachgasemissie uit dierlijke mest geleidelijk toeneemt. Nadat de grond vocht werd onthouden, daalde de lachgasemissie bij de toepassing van alle soorten bemesting. Na simulatie van een regenbui nam de emissie fors toe. Dit is te verklaren door het ontstaan van een anaeroob milieu door een hogere verzadiging van vocht (Mosquera, et al., 2010). Dit kwam ook voort uit een onderzoek van Velthof et. al. (2010). Dit geeft aan dat het moment van bemesting en weersomstandigheden een effect op denitrificatie hebben. Dit is van direct belang voor de agrarische ondernemers, doordat verloren nitraat wel geld heeft gekost en geen hogere opbrengst leveren.

Mestverdeling per bemestingstechniek anders

Uit het onderzoek van Velthof, Mosquera, Huis in 't Veld en Hummelink (2010), blijkt dat er ook invloed op de lachgasemissie is uit te oefenen met de wijze waarop mest op het land wordt gebracht. Vroeger gebeurde dit breedwerpig bovengronds. Om ammoniakemissie tegen te gaan, is in begin negentiger jaren verplicht om emissiearm te bemesten, d.w.z. mest aan te brengen door mestinjectie of

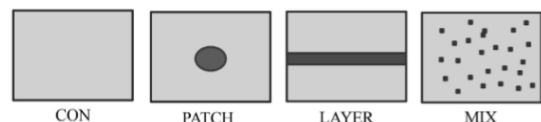


Figuur 1.5 Injecteren van mest (links) geeft 4 keer meer lachgasemissie dan breedwerpig uitrijden (rechts) (Velthof, Mosquera, Huis in 't Veld, & Hummelink, 2010)

sleepvoetbemesting. Hierbij wordt de mest streepsgewijs op of in de grond gebracht, om zo het contactoppervlak met de lucht te beperken, waardoor er minder ammoniak zou worden uitgestoten. Hierdoor komt er echter, net als bij beweiding, op een aantal plekken een vier tot vijf keer hogere concentratie stikstof en organisch materiaal dan bij breedwerpig uitrijden, en op een groot deel van het perceel, namelijk tussen de bemeste strepen, weinig of niets. Uit het onderzoek bleek dat er bij mestinjectie meer denitrificatie optrad dan bij breedwerpig uitrijden, en wel meer dan waar er toentertijd mee werd gerekend. In de nu geldende protocollen van PBL wordt beschreven dat de emissiefactor voor lachgas bij (ammoniak)emissiearme toepassing twee keer zo groot als bij breedwerpig uitrijden, uit het onderzoek van Velthof, Mosquera, Huis in 't Veld en Hummelink (2010) blijkt echter dat dit 4 keer zo groot was.

Mestverdeling heeft invloed op anaërobie

Uit een onderzoek van Zhu et. al. (2015) bleek dat de wijze waarop mest in de bodem verdeeld is, invloed heeft op de anaërobie van de bodem. Uit dit onderzoek bleek dat als de mest door de grond werd gemixt, er sneller anaërobie optrad. Echter, cumulatief gezien was er bij deze verdeling de minste



Figuur 1.6 Verdeling mest in grond. MIX geeft cumulatief minste zuurstofloosheid (Zhu, Bruun, Larsen, Glud, & Stoumann Jensen, 2015)

zuurstofloosheid. Bij dit onderzoek werd mest in kolommen grond gebracht, waarbij er meerdere kolommen zonder mest (CON), kolommen met mest op een centrale plek (PATCH), kolommen met mest op een horizontale laag (LAYER) en kolommen met mest verdeeld over de hele bodem was (MIXED). Bij mixed was er het snelst over de gehele bodem anaërobie aanwezig. Bij patch was dit veel langzamer, echter was in het gebied direct om de mest de anaërobie aanzienlijk hoger (Zhu, Bruun, Larsen, Glud, & Stoumann Jensen, 2015). Hieruit en uit het feit dat bij een goede verdeling er

cumulatief de minste zuurstofloosheid optreedt, suggereert dat er bij zodebemesting meer anaërobie in de bodem optreedt dan bij breedwerpig oppervlaktebemesting.

Bovenstaande laat lijken dat bemesting het best breedwerpig kan worden uitgevoerd. Dit geeft echter te veel ammoniakemissie. Dit kan worden tegengegaan door water door de mest te mixen, of direct na bemesting water over het bemeste gedeelte te sproeien. Dit water lost het ammonium op en brengt het in de bodem, waardoor de ammoniumdeeltjes aan de bodem (kleihumuscomplex) worden gebonden. Het water draagt daarnaast ook bij aan de verdeling van de mest in de bodem, wat helpt tegen de lachgasemissie. Hierbij is nog onbekend of en hoeveel effect dit extra water heeft op de lachgasproductie. Verwacht mag worden dat wanneer de bodem op het moment van bemesten van met water verdunde mest weinig nitraat bevat, dit effect verwaarloosbaar is. Door op slimme wijze breedwerpig te bemesten in plaats van strokenbemesting, is er dus minder kans op denitrificatie door een lagere mestconcentratie.

1.8. Aspecten

Aspecten tegen denitrificatie in het kort:

- Structuurbederf voorkomen
- Pieken in bodemvochtgehalte beperken
- De pH op de huidige vastgestelde streefwaarde aanhouden
- Kleinere hoeveelheden per keer bemesten
- Organische meststoffen toepassen met minder snel verteerbare organische stof (soorten van organische stof)
- Een betere verdeling over het bodemoppervlak

De meest gebruikte bemestingstechniek is het aanwenden van mest met een bemestingstechniek. Dit houdt in dat er met een zware machine, die ook nog eens zware lading met zich meebrengt, over het land rijdt om mest te injecteren. Dit wordt veelal uitbesteed aan een loonwerker. Hierdoor, en door het beschadigen van de bovenlaag van de bodem, willen de ondernemers ook nog eens zo veel mogelijk mest per keer aanbrengen. Dit heeft grote nadelen voor de structuur, door zowel het gewicht als de techniek, en dit brengt veel mest per keer in een slechte verdeling, wat veel denitrificatie teweegbrengt.

Het sleepslangstelsel draagt al bij aan minder structuurbederf, doordat er niet meer met een zware tank met inhoud over het land wordt gereden. Wel is er hierbij nog steeds een trekker benodigd die de mest in de grond aanbrengt en het slangstelsel met zich meedraagt en over de grond trekt. Dit geeft alsnog gewicht en frictie op de bodem. Ook dit wordt veelal door de loonwerker of een ander extern bedrijf uitgevoerd, waardoor samen met het feit dat er wordt geïnjecteerd, het bemesten in een paar keer wordt voltooid. Dit geeft nog steeds veel mest in een keer, op geconcentreerde plekken.

Nieuw idee

Een idee dat door Carl Koch tijdens de afstudeerstage bij Koch Eurolab is ontstaan, is een bemestingssysteem die werkt als een beregeningsinstallatie. Hierbij wordt de mest weer bovengronds aangebracht. De machine sproeit de mest verdund met water over het land. Dit is gebaseerd op een systeem uit Nieuw-Zeeland waarbij spoelwater van het melken over het land wordt gespreid. Dit spoelwater komt van zowel



Figuur 1.7 Sproeien van spoelwater in Nieuw-Zeeland

het spoelen van het melksysteem als het spoelen van de melkput, waarbij het laatste ook veel mest bevat, wat de koeien na het melken hebben laten vallen.

De voordelen van zo'n installatie zijn dat er niet constant met een zware machine over het land wordt gereden, gezien het feit dat de mest naar de spuit wordt gepompt, vergelijkbaar als het sleepslangensysteem. Daarnaast wordt de mest meer verdeeld over het grondoppervlak, in tegenstelling tot het injecteren van mest.

Door het sproeien wordt geen gewas stuk gesneden, zoals bij het injecteren van mest het geval is. Doordat de machine gemakkelijk te verplaatsen is, en daarna zelf kan werken, is deze gemakkelijk vaker in te zetten. Hierdoor hoeft er ook minder mest per keer te worden gegeven. Dit is goed uit te voeren in tijden waarbij er sowieso al beregend moet worden. Hierbij zou het zelfs mogelijk zijn om normaal te beregenen, en meststoffen met het water mee te geven.

Een groot nadeel aan bovengrondse bemesting is dat er veel ammoniak emitteert. Ammoniak bindt zich echter aan water. Door water bij de mest te voegen om de mest te kunnen verpompen, wordt er al veel ammoniak weggevangen. De beste verhouding voor het verpompen van mest én het opnemen van ammoniak moet in de praktijk uitwijzen. Ook zorgt het water ervoor dat de mest zich beter laat verdelen over het grondoppervlak, sneller van gewassen afspoelt en beter de grond intrekt. De lachgasemissie kan hiermee 4 tot 6 keer lager worden. De kans is groot dat ook de ammoniakemissie afneemt, door lagere concentratie van ammonium (verdeling en dosering) waardoor het gewas ook minder ammonium via het blad uitstoot. Verder zal de N-efficiëntie per perceel toenemen.

1.9. Vraagstelling en doel

Zoals uit de voorgaande paragrafen blijkt, zijn er veel verschillende factoren die de mate van denitrificatie beïnvloeden. Veel van deze factoren zijn niet volledig in de hand te houden, alleen te bespelen. Wet- en regelgeving zorgt voor belemmering van mogelijkheden voor het bespelen van deze factoren. Daar komt nog bij dat wanneer sommige factoren worden beïnvloed om denitrificatie tegen te gaan, hier weer negatieve gevolgen op andere milieucompartimenten uitkomen. De huidige bemestingstechnieken zijn ontstaan met het oog op het beleid omtrent ammoniakemissie, maar zonder andere emissies mee te nemen. Voor een agrarisch ondernemer is het een hele puzzel om binnen deze regels praktisch en economisch toch rekening te kunnen houden met denitrificatie. Met een beregeningsinstallatie die mest verdund met water sproeit wordt er zowel denitrificatie als ammoniakemissie aangepakt.

Het doel van dit onderzoek is om erachter te komen of een dergelijke installatie perspectief biedt aan het verminderen van denitrificatie op agrarische percelen. Het betreft een verkennend onderzoek. De uitkomst van dit onderzoek moet aangeven of stakeholders perspectief zien in een dergelijke installatie. Dit leidt tot de volgende hoofdvraag:

Welk perspectief kan beregenen met verdunde mest bieden aan het verminderen van denitrificatie?

De deelvragen zijn als volgt:

1. Wat is de verwachting van stakeholders van de effectiviteit van het beregenen met verdunde mest aangaande het verminderen van denitrificatie?
2. Hoe is het gebruik van zo'n installatie in te passen in de bedrijfsvoering van agrarische bedrijven?

3. Wat verwachten stakeholders van de kosten en baten in vergelijking met huidige bemestingstechnieken?
4. Welke problemen verwachten stakeholders in de wet- en regelgeving voor het beregenen met verdunde mest?

2. Materiaal en Methode

In dit hoofdstuk wordt het materiaal en de methode van het onderzoek behandeld. Hierbij wordt er besproken met wat voor methode het onderzoek wordt uitgevoerd, en in welke vorm deze methode wordt uitgevoerd. Daarbij wordt ook aangegeven waarom er voor deze methode in deze vorm is gekozen. Bij materiaal wordt besproken wat voor mensen en middelen benodigd zijn om het onderzoek uit te voeren, en waarom er voor deze mensen en middelen is gekozen. Hierbij wordt de methode per deelvraag uitgewerkt, en het materiaal is voor elke deelvraag hetzelfde.

2.1. Methode

Om erachter te komen of er perspectief is voor een bemestingsinstallatie die werkt als een beregeningsinstallatie, werd er aan stakeholders gevraagd hoe ze er over dachten. Omdat het een nieuw idee betreft, werden er personen geïnterviewd die op een verschillende manier belang hebben bij een dergelijke installatie. Dit is gebeurd door middel van een semigestructureerd interview. Hierbij kon de geïnterviewde vrij vertellen over de ideeën die bij hem op kwamen, maar kon de interviewer bepaalde punten afdwingen die hij in ieder geval in het interview benoemd wilde hebben.

1. Wat is de verwachting van stakeholders van de effectiviteit van het beregenen met verdunde mest aangaande het verminderen van denitrificatie?

Deze vraag moest worden beantwoord in het interview. Hierbij werd er aan de geïnterviewden gevraagd wat ze verwachtten hoe effectief een beregeningsinstallatie kan worden ingezet om mest mee te sproeien, en of ze verwachtten of dit de denitrificatie inderdaad naar beneden zal brengen.

2. Hoe is het gebruik van zo'n installatie in te passen in de bedrijfsvoering van agrarische bedrijven?

Ook deze vraag kwam aan bod in het interview. Hierbij moest de geïnterviewde in ieder geval benoemen hoe deze dacht over de voordelen en nadelen van het gebruik van zo'n machine voor het bemesten. Daarnaast moest er in het interview aan bod komen of de geïnterviewde verwachtte of zo'n machine in eigendom moet zijn, of dat de loonwerker er ook nog mee kan werken. Verder moest er in het gesprek naar voren komen hoe de geïnterviewde dacht over het bemesten van percelen op afstand met zo'n machine. Ook moest de geïnterviewde aangeven hoe deze dacht over het inspelen op het weer bij het gebruik van zo'n machine, te weten bij droogte, regen, zon en wind. Hierbij moest ook het grondgebied aan bod komen. Wanneer deze punten niet natuurlijk in het interview naar voren kwamen, vroeg de interviewer deze punten nog apart.

3. Wat verwachten stakeholders van de kosten en baten in vergelijking met huidige bemestingstechnieken?

Bij deze vraag vertelde de geïnterviewde hoe deze verwachtte dat de kosten en baten uitvallen in vergelijking met huidige bemestingstechnieken. Hierbij moest de geïnterviewde in ieder geval aangeven hoe deze dacht over de aanschaf, mogelijke verhuur, werkingskosten, arbeidskosten, kosten van water, kosten of besparing van loonwerk, kosten of besparing van kunstmest en lagere kosten voor opbrengst of dezelfde kosten voor hogere opbrengst. Wanneer deze punten niet natuurlijk in het interview naar voren kwamen, vroeg de interviewer deze punten nog apart.

4. Welke problemen verwachten stakeholders in de wet- en regelgeving voor het beregenen met verdunde mest?

Bij deze vraag vertelde de geïnterviewde wat deze verwachtte wat er moet worden aangepast in de wet- en regelgeving om de invoering van een dergelijke manier van bemesten mogelijk te kunnen

maken. Hierbij moest de geïnterviewde aangeven waar het invoeren van de machine tegen aan zou lopen in de wet- en regelgeving, en wat er hieraan veranderd moet worden om het mogelijk te maken. Ook werd verwacht van de geïnterviewde dat deze aangaf voor welke zaken in de wet- en regelgeving een dergelijke manier van bemesten wel erg geschikt is. Hierbij moest de geïnterviewde ook vertellen wat deze verwachtte wat de voordelen voor het milieu zijn. Andere punten waar er bij deze vraag op gelet werd zijn geur, ammoniak en nitraatverlies. Wanneer al deze punten niet natuurlijk in het interview naar voren kwamen, vroeg de interviewer deze punten nog apart.

Interview

Voorafgaand aan het interview werd er gevraagd of de geïnterviewde geanonimiseerd in het verslag wilde worden opgenomen, of dat dit ook met naam en toenaam mocht. Daarna werd er gevraagd of het gesprek mocht worden opgenomen, om bij het verwerken van het interview te kunnen terugluisteren.

Aangezien het een nieuw idee is, werd het idee van de installatie en het probleem omtrent denitrificatie voorafgaand aan het interview toegelicht. Daarna werd er gevraagd wat de geïnterviewde van dit idee vond. Afhankelijk of de onderdelen die in de deelvragen werden benoemd, al door de geïnterviewde zelf werden aangesneden, stuurde de interviewer het gesprek hierheen. De structuur van het interview is te vinden in bijlage 1.

Uitwerking

Nadat het interview was afgenomen, werd het interview in verhaalvorm verwerkt per deelvraag. Hierbij werden de verschillende punten uit de deelvragen ook duidelijk uitgesplitst. Indien de geïnterviewde dit graag wilde, is de uitwerking toegestuurd ter controle.

Nadat de interviews waren verwerkt, werden deze met elkaar vergeleken op verschillen en overeenkomsten. Hierbij werd er ook per punt in acht genomen of men veelal hetzelfde dacht, of andere ideeën had. Verder werd er vermeld of en welke andere bijzonderheden er in het gesprek naar voren kwamen.

2.2. Materiaal

Om een goed beeld te krijgen van het perspectief van een beregeningsinstallatie als bemestingsinstallatie, werden er personen met verschillende achtergronden geïnterviewd. Aangezien het interview nieuwe informatie gaf over de verschillende invalshoeken, werden er vijf personen geïnterviewd. Dit waren een melkveehouder, een akkerbouwer, een econoom, een graslanddeskundige en een medewerker van een bemestingsmechanisatiebedrijf.

De keuze voor de melkveehouder en akkerbouwer was vanuit het idee dat dit de personen zijn die er mee moeten werken. Een melkveehouder heeft de mest van zijn eigen dieren, terwijl een akkerbouwer dierlijke mest moet aanvoeren. Voor een melkveehouder is de keus voor een dergelijke machine wellicht prijziger, aangezien akkerbouwers over het algemeen meer oppervlakte betelen. De keuze voor een graslanddeskundige was vanuit het idee dat deze een goed beeld heeft wat verschillende machines voor invloed hebben op het grasland. De keuze voor de producent was uiteraard omwille van het feit dat deze zo'n machine mogelijk moet ontwikkelen en produceren. Daarnaast heeft de producent ervaring met bemestingsmechanisatie, en weet dus wat er voor vereisten aan een dergelijke machine zitten. De keuze voor de econoom was vanuit het idee dat deze een beeld heeft over de kosten en baten van zo'n machine. Met de invalshoeken vanuit deze personen zal er een redelijk goed beeld ontstaan van het perspectief van zo'n machine.

Voor de interviews was er van tevoren geen strakke tijd vastgesteld, aangezien dit een limiet gaf aan wat de geïnterviewde kon vertellen. Als schatting werd er een uur tot twee uur per interview

gegeven. De plaats van de interviews was het bedrijf waar de geïnterviewde werkzaam is, tenzij de geïnterviewde een andere plaats aanbeval.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk wordt de vergelijking gemaakt tussen de afgenomen interviews. De uitwerkingen van de interviews zijn te vinden in de bijlages 2 t/m 6, 'Uitwerking interview met ...'. De vergelijking van de interviews wordt per deelvraag behandeld. Als eerst wordt er een samenvattende tabel weergegeven, daarna volgt de uitgebreidere vergelijking.

3.1. Samenvattende tabel

In tabel 1 zijn de uitkomsten van de interviews samengevat weergegeven. Hierbij staat in de linker kolom de factoren aangegeven. De score wordt weergegeven met een + (positief), een +/- (niet positief, niet negatief) of een – (negatief). In de rechter kolom staat de gemiddelde score.

Tabel 1 Standpunten van de geïnterviewden op verschillende factoren

Wie/Wat	Melkveehouder	Akkerbouwer	Graslanddeskundige	Producent	Econoom	Totaal
Effectiviteit						
Stikstofefficiëntie	+	+/-	+	+	+	4+
Bemesten	+	+	+	+	+	5+
Beregenen	+	+/-	+	+/-	+	3+
Geur	-	+/-	+/-	+/-	+/-	1-
Controle	-	-	-	-	-	5-
Inpasbaarheid						
Meer/kleinere giften	+	+	+	+	+	5+
Arbeid	+/-	+	+/-	-	+/-	+/-
Huiskavel	+	+	+	+	+	5+
Perceel op afstand	-	+	+/-	+/-	+/-	+/-
Hoeken/rand	-	-	-	-	-	5-
Droogte	+	+	+	+	+	5+
Zon	+	+	+	-	+/-	3+
Nat weer	+/-	+/-	-	-	+/-	2-
Hoog/droog/polder	+	+	+	+	+	5+
Laag/nat	-	-	-	-	-	5-
Kosten/baten						
Aanschaf	+/-	+/-	-	+/-	+/-	1-
Opbrengst/kunstmest	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Eigendom	+	+	+	+	+	5+
Loonwerk	-	-	-	-	-	5-
Huur	-	-	-	+/-	-	4-
Beleid						
Verplichting injecteren	-	-	-	-	-	5-
Ammoniak	+/-	+/-	+/-	-	+/-	1-
Precisielandbouw	-	-	-	-	-	5-
Kringlooplandbouw	+	+	+	+	+	5+
Nieuwheid van idee	+	+	+	+	+	5+
Onderzoeken	+	+	+	+	+	5+

3.2. Wat is de verwachting van stakeholders van de effectiviteit van het beregenen met verdunde mest aangaande het verminderen van denitrificatie?

De geïnterviewden kijken grotendeels positief tegenover de stikstofefficiëntie van het beregenen met verdunde mest, zoals deze is voorgesteld. Hiervoor stellen ze wel de voorwaarde dat de mest en het water in goede verhouding zal moeten worden gemengd, en ook goed moet worden verregend, zodat de verdeling over de grond goed is. Over hoeveel effect deze manier van bemesten zal hebben, zijn ze terughoudend. Dit zal volgens de geïnterviewden uit onderzoek naar voren moeten komen. Wel zien ze goede mogelijkheden om een dergelijk systeem te gaan onderzoeken.

Volgens de melkveehouder is het bemesten met een dergelijk systeem goed in te passen in het huidige berekeningsschema. De geïnterviewden waren het erover eens dat deze manier van bemesten een betere manier zal zijn dan de huidige bemestingssystemen. Het berekenen zelf is volgens de akkerbouwer nog wel veel te verbeteren.

De melkveehouder is bang dat er bij deze manier van bemesten veel overlast zal ontstaan door geur. De anderen zagen daar in eerste instantie geen probleem in, doordat het toevoegen van water de ammoniak zal binden.

Alle geïnterviewden voorzagen problemen voor de controle van dit systeem. Zo is er minder controle op waar de mest precies terecht komt. Wel zal er door GPS, NIR en doorstroommeters een inschatting van de bemesting gemaakt kunnen worden.

3.3. Hoe is het gebruik van zo'n installatie in te passen in de bedrijfsvoering van agrarische bedrijven?

Alle geïnterviewden zien het nut van vaker bemesten met minder mest. Ze zijn het met elkaar eens dat door dit systeem agrariërs dit ook zullen doen, vooral deze die al aan beregenen doen. De meesten gaven wel aan dat waarschijnlijk niet elke gift dan op deze manier zal worden bemest, de melkveehouder gaf aan dat hij de voorjaarsbemesting waarschijnlijk in een keer zou laten uitvoeren.

Over de hoeveelheid arbeid waren de meningen verschillend. De benodigde arbeid is per situatie verschillend. Dit hangt af van de soort installatie, de percelen die bemest worden (met name de lengte en de vorm), en hoe lang een installatie aan het draaien is. Er is minder constante arbeid nodig dan bij bemesten, maar er zit nog veel tijd in verplaatsen en controleren van de installatie. Bij het toevoegen van mest zit daar nog een extra punt van aandacht bij. Afhankelijk van de manier waarop dit gebeurt, zit hier ook nog weer extra arbeid bij.

Elke geïnterviewde gaf aan dat dit systeem geschikt was voor de huiskavel. Vooral bij melkveebedrijven zou dit dan goed toe te passen zijn. De grootste aandachtspunten bij het bemesten van percelen is waar de mest en waar het water vandaan komt. Op een melkveebedrijf is de mest al aanwezig, en water is door middel van sloten of bronnen vaak ook aanwezig. Voor percelen op afstand is dan voornamelijk het mesttransport een punt van aandacht. De melkveehouder verwachtte dat het dan eenvoudiger is om de getransporteerde mest ook direct op het land te brengen. De akkerbouwer leek het geen probleem om percelen op afstand op deze manier te bemesten.

De grootste moeilijkheid bij het bemesten op de voorgestelde manier, zit in de hoeken en randen van percelen. Bij beregening met alleen water is het niet zo kwalijk als er een straal water een keer over de rand heengaat. Bij mest is dit een ander verhaal, vooral wanneer dit bij bebouwing, sloten of natuur gebeurt. De hoeken kunnen minder nauwkeurig worden bemest, en dit afstellen zal ook weer meer arbeid kosten.

Qua weersomstandigheden verwachten de geïnterviewden vooral problemen door wind. Deze zal de nauwkeurigheid van bemesten flink bemoeilijken. In perioden van droogte is dit systeem juist erg geschikt, doordat de planten dan behoefte hebben aan wat extra water. Het geven van minder mest per keer, in combinatie met water is dan een betere manier dan het gangbare bemesten. De producent gaf aan dat de zon kans op verbranding kan geven bij dit systeem. De akkerbouwer is van mening dat dit en de invloed van wind redelijk te beperken zijn door dan 's nachts te gaan bemesten. In natte periodes leek dit systeem minder geschikt, vooral wanneer de grond al doordrenkt is met water. Voor verschillende situaties gaf men al aan dat je op de extremen niet moet gaan bemesten, en dat met gangbaar ook niet moet doen. De verzachtende werking van deze installatie door minder

mest per keer, minder gewicht en het geven van water zou deze installatie geschikter voor extremen maken.

De reacties op de weersomstandigheden zijn ook door te trekken naar verschillende gebieden. De geïnterviewden waren van mening dat ondernemers op hoge, droge gronden dit systeem sneller zullen omarmen dan ondernemers in lage, natte (veen)gebieden. In de polders waar veel akkerbouw wordt betreden, zal dit systeem ook worden omarmd. Deze ondernemers zijn zelf al vaak actief met beregeningsinstallaties.

3.4. Wat verwachten stakeholders van de kosten en baten in vergelijking met huidige bemestingstechnieken?

De econoom rekende snel voor dat de aanschaf van een dergelijke machine met mestpomp qua prijs ongeveer zal overeenkomen met een redelijke mesttank. De keuze voor dit systeem zal volgens de meeste geïnterviewden dan ook afhangen van of de ondernemer wil beregenen, of dit al doet. Ondernemers die al een beregeningsinstallatie hebben of gaan kopen, kunnen relatief goedkoop overstappen op dit systeem, vooral wanneer ze er anders een mesttank bij zouden moeten kopen. Ondernemers die niet kunnen of willen beregenen, zullen dit systeem niet zomaar oppakken. De econoom gaf aan dat hierom voor elke situatie een nieuwe economische vergelijking gemaakt zou moeten worden.

De geïnterviewden verwachten, zoals het plan was voorgesteld, dat de winst van het systeem zal zitten in een betere stikstofefficiëntie. Op de vraag of ondernemers dan voor meer opbrengst zullen gaan, of minder kunstmest zullen gaan gebruiken, zal er in de meeste gevallen voor een hogere opbrengst worden gekozen. Kunstmest is niet duur, ruwvoer aankopen daarentegen wel. Melkveebedrijven die al voer genoeg hebben, zullen eerder voor minder kunstmest kiezen, maar dit zal ook afhankelijk zijn van hoe goed ze hun voer kunnen verkopen.

De geïnterviewden achten dit systeem het meest geschikt voor eigendom. De graslanddeskundige, de econoom en de producent verwachten dat een samenwerking met 2 à 3 ondernemers wellicht mogelijk is. Doordat het een systeem is die lange tijd per keer in gebruik zal zijn, en alleen in het bemestingsseizoen, is dit systeem minder geschikt voor loonwerk. Loonbedrijven zouden dan heel veel van dit soort machines moeten aanschaffen om de bemestingen uit te kunnen voeren. Hierdoor zullen samenwerkingen ook moeilijk zijn, doordat die altijd in gebruik zal zijn als je hem zelf nodig hebt. Verhuur van dit soort machines is volgens de producent wel mogelijk, afgelopen jaren zagen zij ook beregeningsinstallaties verhuurd worden.

3.7. Welke problemen verwachten stakeholders in de wet- en regelgeving voor het beregenen met verdunde mest?

Het grootste struikelpunt voor dit systeem is dat mest verplicht (ammoniak)emissiearm moet worden opgebracht, en dat dit inhoudt dat dit niet meer bovengronds kan. Mits het systeem zijn doelen waarmaakt, zal de overheid hier opnieuw naar moeten gaan kijken. De producent verwacht dat de overheid dit beleid niet zo snel zal aanpassen, ook vanwege het feit dat loonwerkers op basis van dit beleid relatief veilig konden investeren in bemestingmachines.

Een ander struikpunt voor dit systeem is de ammoniakemissie. Doordat de mest een langere tijd door de lucht zweeft, kan er meer ammoniak vervluchtigen. Het gebruik van water zal dit waarschijnlijk beperken, maar onderzoeken van het VBBM zouden volgens de producent nog weinig baanbrekend nieuws hebben, omdat er anders al wel weer meer bovengronds zou worden mogen bemest.

Precisielandbouw is ook erg lastig met dit systeem. Een NIR- en GPS-systeem en een doorstroommeter kunnen wel inzicht geven in het bemesten, maar werken met taakkaarten zal vrij lastig gaan. Ook gaven de akkerbouwer en de producent aan dat de sleepslangsystemen worstelen met het feit dat de metingen van de mest bij de pomp worden gedaan, om het pompen goed te kunnen regelen, maar dat de mest dan nog een behoorlijke afstand moet afleggen voor het in de grond wordt gebracht. Dit geeft onzekerheid over waar de mest precies de grond in gaat.

De geïnterviewden staan positief tegenover dit systeem in het kader van kringlooplandbouw. De meesten gaven aan injecteren niet het beste systeem te vinden voor de bodem. Natuurlijk gezien komt de mest ook van boven, waarna het de grond inspoelt. Ook het vaker bemesten met minder mest per keer past beter in de kringlooplandbouw.

Verder staan alle geïnterviewden positief tegenover het idee. Bemesting is al lange tijd een punt van aandacht en zal dit ook nog lang blijven. Nieuwe ideeën en inzichten kunnen hierbij leiden naar andere technieken die efficiënter met mest zijn. De geïnterviewden gaven aan onderzoek naar de beste uitwerking van dit idee en naar de uiteindelijke werking van dit systeem zeker te zien zitten, en benieuwd te zijn naar de uitkomsten hiervan.

4. Discussie

In dit hoofdstuk worden het onderzoek en de uitkomsten behandeld om aan te geven wat er anders had gekund en wat er in het vervolg kan gebeuren.

4.1. Uitkomsten

Opvallend was dat de geïnterviewden over bijna alle zaken hetzelfde dachten. De onderwerpen die een minder unaniem resultaat gaven, waren voor de geïnterviewden lastig om hun verwachting over te geven.

1. Wat is de verwachting van stakeholders van de effectiviteit van het beregenen met verdunde mest aangaande het verminderen van denitrificatie?

De geïnterviewden stonden allen positief tegenover de mogelijke stikstofwerking die met dit systeem behaald zou kunnen worden. Wel gaven ze allemaal aan dat er veel onderzoek benodigd zal zijn om de werkelijke stikstofwerking te kunnen vaststellen. Dit zal ook zeker niet simpel zijn, doordat niet elk jaar hetzelfde weer en dezelfde omstandigheden heeft, en daardoor ook andere werkingen in de grond zullen optreden. De werking van dit systeem onderzoeken zal dus ook meerdere jaren in beslag nemen.

Over het bemesten zijn de geïnterviewden positief. Ze verwachten dat het bemesten goed op deze manier uit te voeren is, en ook goed te verdelen is over meerdere giften. De meningen zijn wel verdeeld over of elke bemesting zo zal worden uitgevoerd. Zo verwachtte de melkveehouder dat de voorjaarsbemesting in een keer zal worden uitgevoerd, en verwachtte de econoom dat bij graangewassen, waarbij drijfmest alleen in het voorjaar wordt gegeven, juist zal worden verdeeld. Dit zal hoogstwaarschijnlijk per ondernemer/bedrijf verschillen.

Over het beregenen zijn de meesten positief. De akkerbouwer en de producent gaven aan dat de huidige manier van beregenen nog veel efficiënter kan. Ook gaf de producent aan dat deze manier erg veel tijd geeft waarin de mest door de lucht vliegt, en er mogelijk gezocht moet worden naar een andere manier van beregenen. De econoom gaf ook aan dat een beregeningshaspel het mengsel omhoog wegspuist, en PIVOT-systemen dit naar beneden wegsputten. Dit scheelt al een hoop airtime. Een idee hiervoor zou zijn om vanaf de grond het water en de mest opzij te sproeien, zodat het al laag bij de grond is en niet te hoog zal komen.

De controleerbaarheid en handhaafbaarheid van dit systeem krijgt minder positieve reacties van de geïnterviewden. De doorstroommeter en het NIR-systeem kunnen wel worden toegepast, maar er zal dan voor gezorgd moeten worden dat deze meters zo dicht mogelijk bij de plek van uitsproeien zitten, om een zo realistisch mogelijk beeld te geven. Het GPS-systeem kan op de sproeier worden geplaatst, maar dit geeft geen realistisch beeld van waar de mest daadwerkelijk terecht komt, doordat de mest van deze plek wordt weggespoten. Daarnaast zal deze data verzameld en gekoppeld moeten worden.

2. Hoe is het gebruik van zo'n installatie in te passen in de bedrijfsvoering van agrarische bedrijven?

Over de hoeveelheid arbeid die dit systeem zal kosten zijn de meningen verdeeld. Beregeningsinstallaties behoeven over het algemeen weinig arbeid als ze draaien, maar het verplaatsen, inregelen en mogelijk bijstellen kost wel tijd tussen de normale werkzaamheden door. Wanneer het bemesten wordt toegevoegd, heeft dit wel de mogelijkheid om de mest er constant bij in te voegen. Afhankelijk van de manier waarop mest en water wordt gemengd en verpompt kan dit constante arbeid kosten.

De geïnterviewden staan positief tegenover het gebruik van dit systeem op huiskavels. Afhankelijk van de beschikbaarheid van mest en water zijn percelen op afstand ook met deze manier te bemesten. Wel zijn de meningen hier meer over verdeeld, doordat het mesttransport al arbeid kost, en men het bemesten mogelijk sneller willen uitvoeren.

De hoeken en randen van het perceel zijn met dit systeem moeilijk te bemesten. Percelen die dus klein zijn en vele hoeken hebben, zijn minder geschikt. Bij grotere percelen zullen ondernemers de waarde van de randen en hoeken moeten inschatten, en het niet bemesten hiervan wellicht voor lief nemen. Ook is er tegenwoordig meer aandacht voor akkerranden. Bij het gebruik van akkerranden hoeven hoeken en randen ook niet bemest te worden.

De geïnterviewden zijn positief over het gebruik van deze installatie bij droogte omwille van het toevoegen van water. Wanneer het droog is zou er normaliter niet bemest worden door de schade die dan wordt berokkend en de planten deze mest dan niet goed kunnen opnemen. Met het toegevoegde water blijft bemesten langer mogelijk. Bij veel zon ontstaat er kans op verbranding van de gewassen, vooral bij bemesting. Het toevoegen van water vermindert over het algemeen het risico op verbranding. De producent gaf echter aan dat het spiegeleffect dat water heeft, verbranding mogelijk kan verergeren.

Op hoge, droge percelen heeft dit systeem naar verwachting een positief effect, doordat gewassen ook een boost krijgen van het water dat wordt gegeven. Op deze percelen en in akkerbouwgebieden, zoals de Flevopolder, gebruiken ondernemers over het algemeen ook al beregeningsinstallaties, dus zal dit systeem hier ook snel worden opgepakt.

Wanneer het regenachtig weer is, verwachten de geïnterviewden dat er met dit systeem nog wel te bemesten valt. Afhankelijk van de hoeveelheid regen is het water dat met dit systeem wordt gegeven niet nodig. Wel zorgt regen voor minder ammoniakemissie.

Op lage en natte percelen zal dit systeem minder passen, doordat deze gebieden over het algemeen geen extra water behoeven. Ook zijn in deze gebieden de percelen vaak vrij smal met veel slootjes tussen de percelen, dus zal mest te snel in het oppervlaktewater belanden. Dit laatste is uit den boze.

3. Wat verwachten stakeholders van de kosten en baten in vergelijking met huidige bemestingstechnieken?

Wanneer dit systeem een toevoeging zal zijn op beregeningssystemen die al in gebruik zijn, verwachten de geïnterviewden dat de aanschaf niet erg duur zal zijn. Het zal dan voornamelijk een extra pomp, en enkele meetsystemen kosten. Ondernemers die nog geen beregeningssysteem hebben, zullen wel veel duurder uit zijn. Al met al zal zo'n gehele installatie qua kosten in de buurt komen van een 'gemiddelde' mestinjecteur. Omwille van de tijdsduur die beregenen kost, verwachten de geïnterviewden dat dit systeem het beste in eigendom kan worden genomen, of mogelijk gedeeld met een of twee ondernemers in de buurt. Door deze tijdsduur zal dit systeem minder geschikt zijn voor loonwerk. Mogelijke verhuur is afhankelijk van het businessplan van de ondernemers.

De geïnterviewden verwachten dat de opbrengst lichtelijk zal verhogen, en er minder stikstof gegeven hoeft te worden. Stikstofkunstmest is echter niet duur, dus qua kosten zal hier weinig bespaard worden. Afhankelijk van de bedrijfssituatie zullen ondernemers voor meer opbrengst of voor minder kunstmest kiezen.

4. Welke problemen verwachten stakeholders in de wet- en regelgeving voor het beregenen met verdunde mest?

Qua beleid zijn de geïnterviewden weinig positief. Momenteel mag zo'n dergelijk systeem überhaupt niet. Wel verwachten ze dat, als de waarde van dit systeem is bewezen, de overheid dit systeem zal moeten beoordelen naar geschiktheid om in te zetten. Hier zullen ze ook een bepaalde waarde aan toe moeten kennen.

De geïnterviewden zijn terughoudend over de ammoniakemissie die dit systeem zal geven. Mogelijk zal dit systeem ook ammoniakemissiearm zijn, maar ze geven allen aan dat dit veel onderzoek zal behoeven. Ook hebben proeven van VBBM naar het bovengronds uitrijden met water nog niet zoveel uitkomst gegeven dat dit weer toegestaan is.

De geïnterviewden verwachten veel moeilijkheden voor precisielandbouw met dit systeem, doordat je per plek niet kan sturen in hoeveelheid mest je toedient, en je ook niet zeker weet waar hoeveel mest terecht komt. Wel past dit systeem goed in de kringloopgedachte, die ook steeds belangrijker wordt in de landbouw.

De geïnterviewden staan al met al positief tegenover dit systeem, en zien zeker goede mogelijkheden om dit te ontwikkelen en het gebruik te onderzoeken. Als het systeem ook werkt, zijn ze al met al ook positief over de inzet van dit systeem. Ze zien dit systeem niet zitten voor heel Nederland, maar de akkerbouwgebieden, hooggelegen gebieden die over het algemeen ook droger zijn en gebieden waar de percelen groot en recht zijn verwachten ze goede mogelijkheden voor dit systeem.

4.2. Onderzoek

Het semigestructureerde interview dat is afgenomen, bleek een goede manier om de kijk van ondernemers op zo'n installatie te verkrijgen. De meeste geïnterviewden vertelden uit zichzelf al veel over hun kijk en vertelden al zelf de meeste punten die gehoord wilden worden. Ook gaven ze punten aan die van tevoren nog niet aangesneden waren. Punten die de geïnterviewde niet aansneed, kon de interviewer door middel van de vragenstructuur alsnog aansnijden. Punten die de geïnterviewden aandroegen die van tevoren nog niet waren overdacht, waren geur, verschillende manieren van beregenen en precisielandbouw.

Voor dit onderzoek zijn er 5 personen geïnterviewd, elk uit een andere sectie van de agrarische sector. Dit geeft een vrij eenzijdig beeld van hoe ondernemers in deze secties er over denken. Andere melkveehouders denken bijvoorbeeld al anders over de behandelde punten dan de geïnterviewde melkveehouder, en dit geldt ook voor de andere personen.

Daarnaast hadden er meer secties in de agrarische sector behandeld kunnen worden. Zo had Bert Smit aangegeven dat het mogelijk interessant was om iemand van Cumela te interviewen, de brancheorganisatie van agrarisch loonwerk, grondverzet en infra, meststoffendistributie en cultuurtechnische werken. Agnes van den Pol gaf aan dat een ondernemer met een gemengd bedrijf ook interessant was om te interviewen, aangezien deze vee en akkerbouw combineert.

Mogelijk konden diergeneeskundigen informatie geven over mogelijke gezondheidsrisico's die dit systeem zou kunnen geven. Ook iemand die thuis is in het beleid en beleid maken zou kunnen aangeven hoe zo'n systeem werkelijkheid zou kunnen worden. Ook burgers die wonen/werken in het buitengebied zouden kunnen aangeven hoe ze tegenover zo'n systeem staan.

Voor vervolgonderzoek zouden bovenstaande personen kunnen worden benaderd voor hun kijk op zo'n installatie, en zouden meerdere mensen van dezelfde sectie kunnen worden geïnterviewd.

4.3. Opmerkingen vanuit stage

Koch Eurolab heeft al tientallen jaren ervaring met analysemethodes om de anaërobie in bodems te bepalen, waaronder de bepaling van de latente zuurstofstress (EPA 1995) van een bodem. Zoals in de

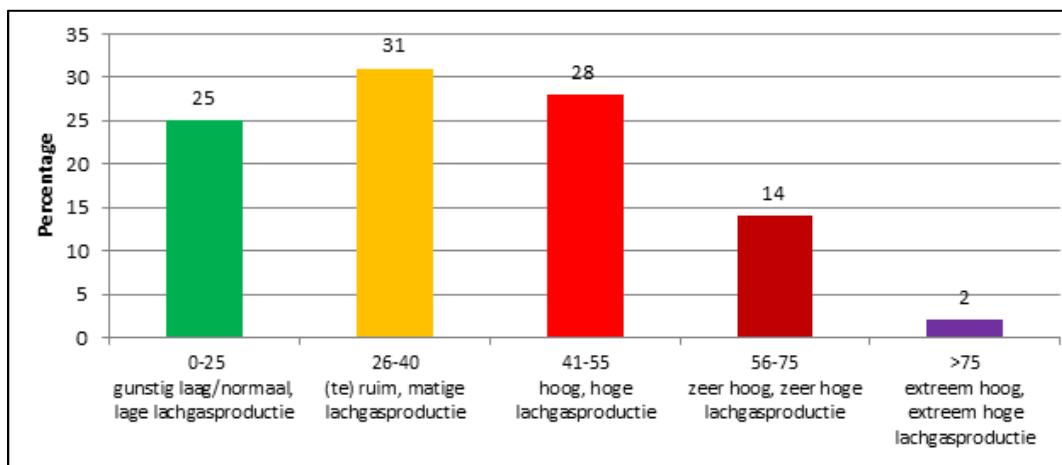
inleiding te lezen is, ontstaat denitrificatie door de afwezigheid of onbruikbaarheid van zuurstof, beter bekend als anaërobie. Deze anaërobie komt in meerdere of mindere mate voor op bodems, ook landbouwgronden. De latente-zuurstofstressanalyse geeft de gevoeligheid van de bodem weer voor de mate van ontwikkeling van anaërobie. Deze anaërobie is door het jaar heen niet constant. Vandaar dat deze latent wordt genoemd.

Deze latente zuurstofstress treedt veelal op wanneer een bodem minimaal veldvochtig is geworden. Op dat moment worden de bodemreacties versneld, maar zijn de bodemdeeltjes grotendeels of geheel afgesloten van de zuurstof uit de bodemlucht. Bij een normaal perceel met een normale latente zuurstofstress vindt normale groei van gewassen plaats met normale bodemprocessen. Hierbij is er minder lachgasontwikkeling. Deze vorm van anaërobie kan al per perceel verschillen. De oorzaak van het ontstaan van anaërobie bestaat vaak uit een combinatie van de volgende factoren:

- Bodemverdichting (ook die uit het verleden)
- Inwerken van organisch materiaal
- Gebruik van drijfmest
- Ongelijke verdeling van drijfmest
- Af en toe voorkomende bodemvochtproblemen
- Opbouw van het bodemprofiel

Ook nadat deze oorzaken worden opgeheven, blijkt in de praktijk dat de anaërobie nog een aantal jaar doorwerkt in een bodem. Dit effect kan langer aanhouden, wanneer ook diepere lagen anaëroob zijn.

In onderstaande figuur NUMMER is een overzicht van de verdeling in percentage van de verschillende beoordelingen van latente zuurstofstress op weidepercelen. Hierbij is $n = 325$ verdeeld over alle grondsoorten. De monsternamen gebeurde hierbij in de bovenste 20 centimeter van het maaiveld, en een bemonstering werd gedaan op mengmonsters bestaande uit circa 40 deelmonsters. In de figuur is te zien dat iets minder dan de helft van de percelen een hoge mate van anaërobie heeft en meer lachgas uit zal scheiden dan percelen met gunstiger, normale waarden.



Figuur 4.1 Anaërobie classificering in percentage van 325 willekeurige graslandpercelen

Door de latente zuurstofstress te verminderen, ontstaat er minder denitrificatie. Het verbeteren van deze latente zuurstofstress op grasland neemt veelal meerdere jaren in beslag. Dit hangt af van de ambitie van de genomen maatregelen, maar ook de plaatselijke bodemkundige situatie. Voor percelen met minder anaërobie zijn graslandmanagementmaatregelen het meest geschikt. Passende mechanisatie heeft logischerwijs een centrale rol. Maar ook het toepassen van een systeem waarbij

de totale mestgift verspreid wordt over meer giften in het jaar draagt bij aan het beperken van anaërobie in de bodem. Idealiter moet dit systeem ook de mechanisatiedruk op het perceel verlagen. Vandaar dat Koch Eurolab deze studie naar een nieuw systeem van bemesten heeft ondersteund. Koch Eurolab verwacht dat deze studie en dit systeem belangrijke sleutels kunnen zijn voor de verbetering van de algehele bodemgezondheid. Bij een dergelijk te ontwerpen systeem moet, zoals aangegeven, rekening worden gehouden met alle milieucompartimenten, zoals en vooral die van ammoniakemissie, nutriëntenuitspoeling en de vorming van het ozon- en klimaatgas lachgas, met als gunstig bijeffect de verbetering van de bodemgezondheid, een efficiënter gebruik van stikstof en een hoger opbrengstniveau van gewassen.

5. Conclusie en aanbevelingen

In dit hoofdstuk wordt de conclusie van het onderzoek weergegeven, en worden aanbevelingen voor de toekomst en vervolgonderzoeken gegeven. Opvallend was dat de geïnterviewden over bijna alle zaken hetzelfde dachten. De onderwerpen die een minder unaniem resultaat gaven, waren voor de geïnterviewden lastig om hun verwachting over te geven.

5.1. Wat is de verwachting van stakeholders van de effectiviteit van het beregenen met verdunde mest aangaande het verminderen van denitrificatie?

De stakeholders verwachten dat het beregenen met water verdunde mest, en vaker te bemesten met minder mest een positief effect zal hebben op denitrificatie. Ze verwachten dat de efficiëntie van stikstof zal verhogen. Dit betekent dat de voorgestelde manier van bemesten dus minder denitrificatie zal geven.

Over het algemeen staan de geïnterviewden positief tegenover deze manier van bemesten, en ze verwachten dat vooral ondernemers die al beregenen dit ook wel willen toepassen. Ondernemers die niet beregenen zullen hier terughoudender in zijn. Dit houdt in dat het voorgestelde systeem niet direct omarmd zal worden door alle ondernemers. Hiervoor zullen dus verschillende systemen bedacht moeten worden, die passen bij verschillende ondernemers, voorlichtingsavonden om ondernemers te overtuigen van de voordelen en mogelijk verplichten via beleid.

5.2. Hoe is het gebruik van zo'n installatie in te passen in de bedrijfsvoering van agrarische bedrijven?

De geïnterviewden verwachten dat zo'n installatie relatief goed in te passen is in de bedrijfsvoering van agrarische bedrijven. Deze manier zal zeker geschikt zijn om de bemesting te verdelen over meer giftten, en hier staan ze ook positief tegenover. Dit betekent dat er belang bij is vanuit ondernemers en andere stakeholders om mest meer verdeeld te geven.

Over de hoeveelheid arbeid zijn ze wat terughoudend in het geven van hun verwachting, doordat dit afhankelijk zal zijn van het uiteindelijke systeem. Afhankelijk van hoe zelfredzaam dit systeem is, zal de arbeid mee of tegenvallen. Mogelijk zal dit uitbesteding van loonwerk besparen. Dit betekent dat het lastig is in te schatten hoe de arbeid om dit nieuwe systeem heen geregeld zal zijn. Er is dus praktijkonderzoek benodigd om de arbeid van dit systeem te kunnen beoordelen.

De geïnterviewden verwachten dat dit systeem het meest geschikt is voor de huiskavel. Percelen op afstand zullen meer aanpassingen behoeven, als ook de mogelijkheid om mest daar op te slaan en te mengen met water. Ze verwachten dit systeem het meest geschikt voor grotere en rechtere percelen, en minder geschikt voor kleine percelen met veel hoekjes. Dit houdt in dat bedrijven met een grote huiskavel, en bedrijven met grote, rechthoekige percelen dit systeem het best kunnen toepassen. Bedrijven met percelen op afstand zullen mest naar deze percelen moeten transporteren, en hier mogelijk (tijdelijk) kunnen opslaan. Bedrijven met kleine, hoekige percelen zullen dit systeem niet goed kunnen gebruiken.

De geïnterviewden verwachten dat dit systeem goed is in te zetten in de verschillende weersomstandigheden. Dit systeem zal geschikter zijn voor drogere extremen, maar minder geschikt voor nattere omstandigheden. Dit betekent dat het voorgestelde systeem geschikter is wanneer het langer droog is, en minder geschikt wanneer er al veel regen is gevallen. Ook zal het systeem geschikter zijn voor drogere gronden en dan voor nattere gronden. Dit houdt in dat drogere gronden meer baat hebben bij beregening dan gronden die al veel vocht hebben. Hieruit valt op te maken dat

het zuidoosten van Nederland geschikter zal zijn om dit systeem in toe te passen, dan het noordwesten van Nederland. Binnen gebieden van Nederland is er echter nog veel verschil, en dit zal nog concreter ingedeeld moeten worden.

5.3. Wat verwachten stakeholders van de kosten en baten in vergelijking met huidige bemestingstechnieken?

De geïnterviewden verwachten dat de aanschaf van het totale systeem iets duurder zal zijn dan een redelijke mestinjecteur. Dit is ook afhankelijk van de lengte van de slangen op het systeem en de overige benodigdheden. Dit houdt in dat er een kleine meerprijs zal zijn voor de aanschaf van dit systeem, waarmee wel goed berekend kan worden, als ook bemest. Ondernemers die zelf bemesten en moeten investeren in nieuwe bemestingssystemen kunnen dus goed zo'n voorgesteld systeem aanschaffen.

Door de langere gebruiksduur per mestgift verwachten de geïnterviewden dit systeem vrij ongeschikt voor loonwerk en verhuur. De producent verwacht nog wel mogelijkheden voor verhuur. Dit zal voornamelijk van het businessplan van die ondernemer afhangen. Ze verwachten wel dat dit systeem met een paar ondernemers in de buurt gedeeld kan worden. Dit houdt in dat burensamen een voorgesteld systeem kunnen aanschaffen en samen kunnen gebruiken, maar een grote machinekring lastig zal zijn. Ondernemers zullen dit systeem zelf moeten gebruiken, en zullen hiervoor geen loonwerker in kunnen schakelen.

De geïnterviewden verwachten meer opbrengst door een betere stikstofefficiëntie. Hierdoor kan er ook kunstmest worden bespaard. Omgezet in geld verwachten ze hier geen grote bedragen, vooral doordat kunstmest relatief goedkoop is. Qua opbrengst zal de winst van het productiejaar afhangen. Dit betekent dat ondernemers dus meer opbrengsten van hun land kunnen halen. Intensievere bedrijven zullen zo minder voer hoeven aan te kopen, wat in droge jaren veel geld kan schelen. Extensievere bedrijven zullen met minder kunstmest toekunnen, maar dit zal ze niet veel geld besparen.

5.4. Welke problemen verwachten stakeholders in de wet- en regelgeving voor het beregenen met verdunde mest?

Het grootste probleem qua wetgeving is dat mest niet bovengronds uitgereden mag worden. De geïnterviewden verwachten dat als dit systeem goed werkt en een bepaalde waarde heeft voor het verminderen van stikstofverlies, de overheid dit systeem ook zal goedkeuren. Wel verwachten ze dat hier heel veel onderzoek voor nodig is, voordat de overheid hiernaar wil kijken. Dit houdt in dat het systeem eerst getest zal moeten worden naar werkelijke waarde voor denitrificatie. Als het systeem dan goed werkt, en andere emissies blijven ook binnen de perken, dan moet de wetgeving dit systeem gaan opnemen.

Over de ammoniakemissie zijn ze nog terughoudend. Ze weten niet of dit systeem ammoniakemissie voldoende zal inperken, of dat er juist meer ammoniakemissie door ontstaat. Ze verwachten dat dit nog wel zal tegenvallen. Hieruit valt op te maken dat er veel onderzoek benodigd zal zijn naar de ammoniakemissies bij het gebruik van dit systeem. Bij dit onderzoek moeten de handvatten die gebruikt kunnen worden voor minder ammoniakemissie tot hun limieten worden onderzocht.

De geïnterviewden verwachten dat precisielandbouw met dit systeem niet of nauwelijks mogelijk is. Een doorstroommeter, NIR-systeem en GPS-systeem zullen de precisie wel verbeteren, maar waar de mest daadwerkelijk terecht komt is hierbij niet te meten. Dit systeem zou volgens de geïnterviewden wel goed passen in de kringlooplandbouw, waarvoor steeds meer aandacht is. Dit betekent dat vooral in de kringlooplandbouw dit systeem dus goed past. De zekerheid van de metingen die op dit

systeem gedaan kunnen worden, zullen wel een stuk lager zijn dan de metingen op huidige systemen.

Elke geïnterviewde vindt het wel een goed idee, en ziet zeker wel kans om dit systeem verder te ontwikkelen en te testen. Ze verwachten dat de praktijkonderzoeken ook meer inzicht kunnen geven in stikstofwerking.

De conclusie van dit onderzoek is dat er zeker perspectief is voor een dergelijk systeem, en dat dit systeem ook zeker zal bijdragen aan minder denitrificatie en dus meer stikstofefficiëntie vanuit nitraat. Wel zal hier veel praktijkonderzoek benodigd voor zijn, om de daadwerkelijke uitwerking van dit systeem in kaart te kunnen brengen. Ammoniakemissie is een van de grootste aandachtspunten bij de ontwikkeling en het onderzoek naar dit systeem.

5.5. Aanbevelingen

De vervolgstappen na dit onderzoek zijn op te delen in twee hoofdstappen en een alternatieve stap. De eerst vervolgstap is het beste systeem of mogelijk meerdere beste systemen ontwikkelen. Dit onderzoek heeft al een voorzet gegeven in welke richting een goed systeem ontwikkeld moet worden, en uit het onderzoek zijn ook aandachtspunten gevonden om het systeem doelkrachtiger te maken. Bij deze vervolgstap zijn een aantal onderliggende stappen uit te zoeken, en mogelijk nog meer dan nu zal worden aangegeven:

1. Geschikt materiaal (rvs/kunststof frame, kunststof slangen)
2. Hoe mest en water mengen (in put, in machine, verschillende pompen, automatisering)
3. Manier van opbrengen (omhoog wegspuiten, naar beneden wegspuiten, vanaf de grond opspuiten, 1 spuitpunt of meerdere punten, beregeningshaspel of PIVOT of ander systeem)
4. Manier van controleren (doorstroommeter, NIR-systeem, GPS-systeem)

De tweede vervolgstap is het praktijkonderzoek naar de ontwikkelde machine. Hierbij moet de beste mengverhouding van mest en water worden onderzocht voor het verpompen, voor het beregenen en voor de beperking van ammoniakemissie. Dit onderzoek zal ook op verschillende grondsoorten uitgevoerd moeten worden, waarbij rekening gehouden moet worden met de latente zuurstofstress bij aanvang van het onderzoek, en hoe deze zich ontwikkeld gedurende het onderzoek.

De alternatieve stap die voor deze bovenstaande stappen uitgevoerd zou kunnen worden, is het interviewen van nog meer mensen uit andere richtingen van de agrarische sector, om zo een nog multidimensioneler beeld te krijgen. Personen die de in dit onderzoek gebruikte richtingen combineren in hun werk, zoals ondernemers met een gemengd bedrijf zijn interessant om te interviewen, als ook loonwerkers, diergezondheidswerkers en beleidsmakers. Op deze manier is het spectrum voor het perspectief van dit systeem te verbreden.

Bibliografie

- Burford, J. (1976). Effect of the application of cow slurry to grassland on the composition of the soil atmosphere. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 115-126.
- Carreira, C., Pauleta, S., & Moura, I. (2017). The catalytic cycle of nitrous oxide reductase - The enzyme that catalyzes the last step of denitrification. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 423-434.
- Conijn, J., & Lesschen, J. (2015). *Soil organic matter in the Netherlands*. Wageningen: Wageningen UR.
- Corré, W. (2002). *Agricultural land use and emissions of CH₄ and N₂O in Europe*. Wageningen: Wageningen Plant Research International B.V.
- Dixon, E., Laughlin, R., Watson, C., & Hatch, D. (2010). Evidence for the production of NO and N₂O in two contrasting subsoils following the addition of synthetic cattle urine. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 519-528.
- Harty, M., Forrester, P., Watson, C., McGeough, K., Carolan, R., Elliot, C., . . . Lanigan, G. (2016). Reducing nitrous oxide emissions by changing N fertiliser use from calcium ammonium nitrate (CAN) to urea based formulations. *Science of The Total Environment*, 576-586.
- Hill, A., Vidon, P., & Langat, J. (2004). Denitrification Potential in Relation to Lithology in Five Headwater Riparian Zones. *Journal of Environmental Quality Abstract - Landscape and Watershed Processes*, 911-919.
- IPCC. (2014a). Chapter 2.2: Changes in Atmospheric Composition. In *Climate Change 2013; The Physical Science Basis* (pp. 165-169). New York: Cambridge University Press.
- IPCC. (2014b). Chapter 8: Anthropogenic and Natural Forcing. In *Climate Change 2013; The Physical Science Basis* (p. 714). New York: Cambridge University Press.
- Jahangira, M., Khalil, M., Johnston, P., Cardenas, L., Hatch, D., Butler, M., . . . Richards, K. (2012). Denitrification potential in subsoils: A mechanism to reduce nitrate leaching to groundwater. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 13-23.
- KNMI. (n.d.). *Kennis en Uitleg: Broeikaseffect*. Retrieved from [www.knmi.nl: https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/broeikaseffect](http://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/broeikaseffect)
- Koch Eurolab. (2017, Juni 25). *Stikstof in bodem en gewas*. Retrieved from [eurolab.nl: http://www.eurolab.nl/text-stikstof-v.htm](http://www.eurolab.nl/text-stikstof-v.htm)
- Liu, B., Mørkved, P., Frostegård, A., & Bakken, L. (2010). Denitrification gene pools, transcription and kinetics of NO, N₂O and N₂ production as affected by soil pH. *Microbiology Ecology*, 407-417.
- Mosquera, J., Schils, R., Groenestein, K., Hoeksma, P., Velthof, G., & Hummelink, E. (2010). *Emissies van lachgas, methaan en ammoniak uit mest na scheiding*. Wageningen: Wageningen UR Livestock Research .
- Patrick, W. J., & Delaune, R. (1977). Chemical and biological redox systems affecting nutrient availability in the coastal wetlands. *Geoscience and man*, 131-137.
- PBL. (2016). *Referentieraming van emissies naar lucht uit de landbouw tot 2030*. Wageningen: PBL.
- Ravishanka, A., Daniel, J., & Portmann, R. (2009). Nitrous Oxide (N₂O): The Dominant Ozone-Depleting Substance Emitted in the 21st Century. *Science*, 123-125.

- RVO. (2016, Juni). *De Nederlandse landbouw en het klimaat*. Retrieved from rvo.nl:
<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2016/12/De%20Nederlandse%20landbouw%20en%20het%20klimaat.pdf>
- Šebek, L., & Schils, R. (2006). *Verlaging van methaan- en lachgasemissie uit de Nederlandse melkveehouderij*. Wageningen: Animal Sciences Group Wageningen.
- Velthof, G. L., & Oenema, O. (1995). Nitrous oxide fluxes from grassland in the Netherlands: II. Effects of soil type, nitrogen fertilizer application and grazing. *European Journal of Soil Science*, 541-549.
- Velthof, G., Mosquera, J., Huis in 't Veld, J., & Hummelink, E. (2010). *Effect of manure application technique on nitrous oxide emission from agricultural soils*. Wageningen: Alterra. Retrieved from <https://edepot.wur.nl/135685>
- Wuebbles, D. (2009). Nitrous Oxide: No Laughing Matter. *Science*, 56-57.
- Zhu, K., Bruun, S., Larsen, M., Glud, R., & Stoumann Jensen, L. (2015). Heterogeneity of O₂ dynamics in soil amended with animal manure and implications for greenhouse gas emissions. *Soil Biology and Biochemistry*, 96-106.

Bijlage 1: Structuur/checklist interview bemestingsinstallatie

Interview met stakeholders

Allereerst, is het oké als ik dit gesprek opneem, zodat ik dit zelf later terug kan luisteren?

Als tweede, wilt u geanonimiseerd in het werkstuk worden opgenomen of met naam en toenaam?

Uit het werkstuk is een idee ontstaan voor een beregeningsinstallatie, waarbij mest door de beregeningsinstallatie over het land wordt gespreid. Hierbij moet er in ieder geval water aan de mest worden toegevoegd, om de verpompbaarheid te verbeteren. Bovendien bindt dit water de ammoniak die in de mest zit, waardoor er minder ammoniak vervluchtigt tijdens het beregenen. Daarnaast helpt het water om de mest in de grond te spoelen, waardoor het beter over de bodem verdeelt. Het voordeel van zo'n installatie is dat er voor het bemesten een machine moet worden uitgezet, en dat deze een tijdlang kan draaien zonder dat er een arbeider aan te pas komt. Doordat het relatief weinig arbeid kost, kan zo'n machine relatief vaker worden ingezet, waardoor er per keer minder mest wordt uitgereden. Daarnaast helpt zo'n machine tegen de inzet van zware machines, waardoor de structuur van de bodem beter bewaard blijft.

Hoe kijkt u tegen de effectiviteit van zo'n installatie aan?

- Uitrijden van mest
- Tegengaan denitrificatie
-

Hoe denkt u over de inpasbaarheid van zo'n machine in de bedrijfsvoering?

- Voordelen
- Nadelen
- Gebruik
- Eigenhandig of loonwerk?
- Percelen op afstand?
- Het weer
- Grondgebied? → Hoog laag, droog nat?

Hoe denkt u over de kosten en baten van zo'n machine?

- Aanschaf
- Huur?
- Werking
- Toevoeging (water?)
- Besparing loonwerk
- Besparing kunstmest
- Opbrengst verhogend

Hoe denkt u dat zo'n installatie past binnen de huidige wet- en regelgeving?

- Waar loopt het tegenaan
- Wat zou er veranderd moeten worden
- Waarvoor past het wel
- Welke voordelen biedt de installatie het milieu?
- Geur, ammoniak, nitraatverlies,

Kan ik u later nog terugbellen?

Bijlage 2: Uitwerking interview met Gerard Schutte

Gerard Schutte is een melkveehouder, die 110 koeien houdt op 44 hectare in Haarle (Ov.). Hij heeft twee percelen op afstand.

Hoe kijkt u tegen de effectiviteit van zo'n installatie aan?

Gerard verwacht dat er een betere stikstofwerking zou optreden. Hij verwacht mindere loonwerkkosten, maar wel meer eigen arbeid.

Wettelijk gezien mag het niet, omdat het verplicht is om het in de grond in te werken. Gerard voorziet een groot probleem met geuroverlast door het spuiten in de lucht, in plaats van dat het direct in de grond komt. Hij weet niet of het water voldoende ammoniak bindt om het vast te houden. Indien het goed zou werken, zou de installatie zeker prima zijn. Dan zou hij hem zelf ook wel willen gebruiken. Hij verwacht dat in het voorjaar, als de grond nog nat is, dat het opbrengen van extra vocht een groot nadeel zal zijn. Momenteel proberen ze bij sleepslangen de verhouding water op mest te kunnen borgen. Dit zal voor dit systeem ook moeten gelden. Een sleepslangstelsel kan wel tot 200 kuub mest per uur wegpompen, maar dan moet er ook 100 kuub water bij in, en dat gaat moeilijk lukken.

Voor mindere hoeveelheden mest zou het wel kunnen. Bij de huidige beregeningsinstallaties zou dit wel beter passen. Nu wordt er al 20 mm water op een hectare beregend. Dit is 200 kubieke meter water. Wanneer er 3 mm mest wordt 'beregend', zou dit 30 kuub zijn. Met zijn eigen installatie kan hij dus 20 mm per hectare beregenen. Als hij 30 kuub mest zou willen bemesten, zou hij dus 3 mm mest per hectare en 17 mm water beregenen.

De precisiebemesting wordt lastig met de voorgestelde installatie, vooral in verband met wind. Bij een sleepslangstelsel is dit erg nauwkeurig, door een doorstroommeter en een GPS-systeem. Met beregenen dan heeft een windstoot erg veel invloed op waar hoeveel mest komt. Ook langs wegen, sloten en natuurgebieden geeft wind dan veel problemen bij het bemesten. Gerard stelt zich voor dat de grote voorjaarsbemesting het beste gangbaar kan worden uitgevoerd, en de overige bemestingen met dit systeem. Omdat er ook al minder in de zomer bemest hoeft te worden, kan dit beter worden verdeeld.

Gerard heeft zelf geen kennis van denitrificatie. Als men zegt dat de machine helpt tegen denitrificatie neemt hij dit voor waar aan. Hij denkt niet dat het dé oplossing voor het klimaatprobleem zal zijn.

Het apparaat zal voor een boerenbedrijf zelf zijn, niet voor een loonwerker. Het systeem zou op de beregeningsinstallatie van de boer moeten passen. Dat zou het mooiste zijn. Een loonwerker zou er met twee trekkers moeten staan, 24 uur bezig, en dan zou die 20 mm op ruim 4 hectare hebben weggewerkt. Dat zou voor een loonwerker niet opschieten.

Hoe denkt u over de inpasbaarheid van zo'n machine in de bedrijfsvoering?

Als het systeem goed werkt, dan zou hij het systeem vaker inzetten. Vooral in de zomer zou hij dan graag vaker kleine giften willen geven. Gerard denkt dat het alleen werkt op het huisperceel. Een perceel op afstand moet je met een tank heen rijden, en dan is het veel makkelijker om die mest direct op het land te brengen. Voor dit systeem heb je dan of een hele grote container nodig, of meerdere containers, en dan nog de pompen voor de mest- en wateraanvoer.

Voor bedrijven die werken aan precisiebemesting wordt de factor wind erg lastig. Als het erg droog is, dan is het extra gebruik van water wel een groot voordeel. Vooral op de hoge zandgronden treedt

er eigenlijk geen wateroverschot op. Met veel zon is er veelal weinig mogelijkheid om te bemesten, door te veel emissie en te veel schade aan het gras. Met het toevoegen van veel water zou dit wel moeten kunnen. Als het weer juist erg nat is, moet je juist geen extra water toevoegen. Maar dan zou je ook niet moeten injecteren, dus het bemesten zou je dan sowieso al niet doen.

De werking op zich zou in elk gebied moeten optreden. In veenweidegebieden heeft (bijna) niemand een beregeningsinstallatie. Of er iets te ontwikkelen is dat een loonwerker dit kan oppakken, dan is er wellicht iets mogelijk. Als het maar genoeg voordelen biedt, dan pakt iemand zo iets sowieso wel op. Echter, met de hoeveelheid slootjes in dit gebied is het beregenen met mest eigenlijk niet te doen.

Gerard voorziet dat er veel onderzoek voor nodig zal zijn om zekerheid te hebben van de resultaten van werking en effectiviteit, en daarnaast is hij echt benieuwd naar hoe de hoeveelheid geur die op zal treden. De geur zal minder worden met het toevoegen met water, maar of dit voldoende is tegen overlast weet hij niet.

Hoe denkt u over de kosten en baten van zo'n machine?

Gerard heeft zelf pas een beregeningsinstallatie gekocht. Hij heeft nog geen berekening gedaan of het uit kon om hem aan te schaffen of niet. Puur opbrengst van gewas kan sowieso niet uit, dan kan je beter extra hectares maïs aankopen. Het onderhoud aan het grasland meegenomen, dan kan het wel sneller uit, doordat het kosten van zaaizaad en grondbewerkingen scheelt.

Het zal niet of moeilijk aan te tonen zijn dat als je een bepaalde hoeveelheid beregend, ook zoveel stikstof bespaart. Momenteel wordt er een kwart tot een derde water toegevoegd aan de mest, maar het is onbekend hoeveel stikstofverlies dit scheelt. Meer water toevoegen gaat echter ook meer kosten. Gerard zou in zo'n situatie vooral voor meer opbrengst gaan met dezelfde kilo's stikstof, aangezien hij aan de maximale grens van te bemesten stikstof zit, en daar niet onder zal gaan zitten. Dit hangt erg af van de intensiviteit van het bedrijf. Iemand met ruwvoeroverschot zal voor minder kunstmest kiezen.

De mogelijkheid voor verhuur van zo'n installatie hangt erg af van de kosten en baten. Gerard berekent sowieso al, dus hij zou zo'n systeem aankopen. Als het een heel ander systeem zou zijn, dan zou hij neigen naar huur of samenwerkingen. Wanneer het puur om dit systeem zou gaan, zou hij niet met anderen delen of huren, want dan komt hij niet rond in de te beregenen hectares.

Voor dit systeem zouden er in ieder geval extra kosten voor een mestpomp bijkomen. Als dit elektrisch kan, dan zou dit goedkoper zijn dan machinaal.

Water zal in ieder geval geen leidingwater zijn, dit wordt veel te duur en is er te weinig capaciteit. Wanneer er bron- of oppervlaktewater wordt gebruikt, dan kost het water toevoegen puur het elektrisch oppompen en tijd. In theorie zou het mooi zijn als het veel loonwerkkosten zou besparen, maar dit verwacht hij nog niet direct.

De besparingen van kunstmest is erg afhankelijk van hoe efficiënter de stikstof kan worden ingezet, en hoeveel de kunstmest kost. Momenteel is de kunstmest relatief goedkoop. Extra opbrengsten schelen wel in de hoeveelheid voer die aangekocht moet worden, dus het rendement wordt wel hoger. Deze kosten zijn dan weer afhankelijk per jaar, in droge jaren kost ruwvoer aankopen meer dan in jaren waarin er veel ruwvoer is geproduceerd.

Om dit systeem goed te kunnen laten werken, zal er een goede manier gevonden moeten worden om de mest bij het water in te pompen. Dit zal goed geregeld en gedoseerd moeten kunnen worden, en als het even kan ook controleerbaar met een doseermeter.

Hoe denkt u dat zo'n installatie past binnen de huidige wet- en regelgeving?

Zoals het beleid nu is, past de installatie niet. De mest moet nu eenmaal in de grond worden verwerkt, en mag niet bovengronds worden uitgereden. Als het systeem niet erkend emissiearm is, dan mag het niet. Voor de proeven van het VBBM, waarbij er water wordt toegevoegd aan de mest en deze met ketsplaat wordt uitgereden, zijn er veel voorwaarden voordat dit mag worden uitgevoerd. De bedrijven moeten heel veel beweiden, en erg extensief zijn. Deze mogen ook niet meedoen aan derogatie, dus mogen ook niet maximaal bemesten.

Als blijkt dat bovengronds met water toevoegen erkend wordt, dan is dit systeem wel mogelijk. Wel zal het goed controleerbaar moeten worden. Er is sprake van dat alle mest op gps moet worden aangebracht, zodat ze dit ook kunnen controleren. Dit wordt met zo'n spuit behoorlijk moeilijk.

Het systeem zal in ieder geval erkend emissiearm moeten zijn. Als dat zo is, kan er mogelijk weer bovengronds worden bemest. Mest mag niet in het oppervlaktewater komen, dus het bemesten sowieso vrij secuur moeten. Hier zal met wind dus veel rekening gehouden moeten worden.

Indien de installatie daadwerkelijk helpt tegen denitrificatie, dan zit daar het grote voordeel voor het milieu. Er is dan minder lachgas, en mogelijk minder ammoniak, dus de stikstofbenutting zal beter zijn. Er gaat dus minder stikstof verloren. Gerard verwacht dat de uitspoeling van stikstof bij het gebruik van deze installatie niet groot zal zijn, vooral in het groeiseizoen niet.

Het geurprobleem is voornamelijk een maatschappelijk probleem. De milieuvergunning is voor geur uit stallen en voor mest uitrijden, maar dit moet emissiearm, dus is er ook geen/weinig geuroverlast. Gerard weet niet of dit ook echt in de wet is vastgelegd.

Overig

De ondernemer vraagt voor zichzelf af hoeveel het zal kosten en hoeveel het zal opbrengen, en welke voordelen het verder echt brengt. Dat zijn de vragen die bij alle nieuwe ontwikkelingen spelen. Verder vraagt hij zich af tot in hoeverre de geuroverlast een probleem zal worden, en wat burgers zullen vinden van het feit dat je bruin water wegsput. Het ontwikkelen en uitproberen van het systeem wordt geen moeilijk punt. Het onderzoeken van de gevolgen van dit systeem kan op een proefboerderij gebeuren, als ook de perfecte verhouding tussen mest en water. Het meest heikele punt qua werking is de precisiebemesting, waarbij alle grond wordt geraakt, zonder dat er verkeerde plekken worden geraakt (bijvoorbeeld sloten). De tendens is dat er meer wordt gemeten hoeveel stikstof en fosfaat er in de tank zit en hoeveel er wordt bemest. Hiermee wordt ook steeds meer gestuurd. In dit opzicht past het systeem niet of nauwelijks. Met de andere bemestingssystemen is dit te beheersen. De ondernemer ziet zeker kansen voor dit systeem, in ieder geval om onderzoek naar uit te voeren.

Andere onderwerpen die volgens de ondernemer meegenomen moeten worden zijn de controleerbaarheid van hoeveel mest je toebrengt en de verhouding van mest en water. Voor de werking zullen veel meer zonnepanelen moeten worden aangebracht, de ondernemer heeft momenteel al te weinig om zijn eigen beregeningsinstallatie te laten draaien. Er is in ieder geval heel veel onderzoek voor nodig. Sowieso weten we veel te weinig van de bodem en hoe bepaalde veranderingen doorwerken in de bodem. Er is bijvoorbeeld wel bekend dat een grote toediening in

het voorjaar veel schade berokkent, maar zelfs hier zijn niet álle gevolgen van bekend, laat staan andere handelingen.

Bijlage 3: Uitwerking interview met Sjaak Huetink

Sjaak Huetink is samen met Henri Huetink eigenaar van Huetink Lelies in Lemelerveld. Dit bedrijf is oorspronkelijk gespecialiseerd in de teelt van bloembollen, maar richt zich tegenwoordig op meerdere verschillende teelten, zoals plantuien, aardbeiplanten en sedummatten.

Hoe kijkt u tegen de effectiviteit van zo'n installatie aan?

De installatie zou effectief tegen denitrificatie kunnen helpen, mits de verdeling van mest in de grond ook echt goed gebeurt. Het toevoegen van water vindt Sjaak een puntje blijven. Zelf heeft hij een test gedaan met druppelirrigatie met kunstmest gedaan. De verdeling van water over de grond blijft het moeilijkste. Binnen het bedrijf is het beregenen een van de dingen met de grootste fouten. Het is belangrijk, maar ook heel lastig. Alle fouten kan over het algemeen worden gecompenseerd, maar bij beregenen mis je een deel groei die moeilijk te compenseren is. Wanneer je ruim bemest of bewaterd, dan is er altijd genoeg, zelfs als je op een plek relatief minder geeft dan op andere plekken. Als je scherp op de bemesting zit, dan kom je achter de fouten die gemaakt worden. Met gangbare bemesting is dit redelijk goed in de hand te houden, bij bemesten met beregening wordt dit veel lastiger.

De lastigheid zit hem vooral in organische meststof en kunstmest. Sjaak bemest het liefst met vloeibare meststoffen. De voorkeur ligt echter wel bij organische meststof boven kunstmest. Maar mestverwerking is vrij prijzig en kunstmest goedkoop, en dat is volgens Sjaak waarom kunstmestmindering nog niet echt van de grond komt. Binnen hun eigen teelten ziet Sjaak nog niet veel mogelijkheden voor dit systeem, wat vooral te maken heeft met de gewasgevoeligheid voor hoeveelheid meststoffen. De kunst is dan vooral hoe je het in de grond krijgt en hoe je het met beregenen goed kan verdelen. Vaak zie je daarbij dat de prijzen al snel te hoog worden. Voor grasland ziet hij wel grote mogelijkheden, mits het wel goed stuurbaar is. Met zodenbemesten zijn ze al bezig met bemesten op taakkaarten en een NIR-systeem, maar de lengte van de slang is het grootste pijnpunt, doordat wat er gemeten wordt eerst nog door de slang moet voordat het daadwerkelijk bemest is. De tendens is richting GPS-bemesten met een NIR-systeem, maar dit is nog heel moeilijk om zeker te krijgen. De grootste tegenstander van dit systeem is al heel snel de kosten. Als je bij de meeste ondernemers aankomt met iets nieuws, is voor hen de belangrijkste vraag hoe duur het is. En ook al kun je aantonen dat ze meer rendement behalen, dan hebben ze wel een reden om het alsnog niet te doen.

Sjaak voorziet dat in de graanteelt vooral in het voorjaar hele grote mogelijkheden zijn. Nu wordt er heel veel in het voorjaar bemest met sleepslangen, en de mest kunnen ze goed verplaatsen, maar als het te hard groeit of te nat is brengt het sleepslangen toch veel schade aan. In Duitsland was hij bij een proef geweest waarbij ze het afvalwater gingen recyclen bij boeren. Het waterschap verzorgde volledige beregening voor 11 maanden, incl. verplaatsing van de installaties. Alleen in December was er een stop. Dit kleine beetje voeding in het afvalwater en het extra water gaf goede mogelijkheden, want de gewassen stonden er goed bij. Beregening in combinatie met een beetje mest is dan wel prettig. Er zijn genoeg ondernemers die niet met drijfmest hebben bemest omdat het gewas al net te hard groeide of de grond net te nat was om te betreden, maar met een beregeningsinstallatie zou dit heel goed kunnen. Op snijmaïs denkt Sjaak dat het bladoppervlak op een gegeven moment te groot is, en dat het beregenen met mest dan meer schade berokkent dan dat het voordelen oplevert. Toen hij vroeger nog mestkalveren had, werd deze mest belucht en vervolgens over snijmaïs uitgereden, en dit ging in het vroege stadium erg goed. Door het beluchten zou de stikstof omgezet worden zodat het niet meer kan bijdragen aan verbranding, maar wel goed kan worden opgenomen door de plant.

Sjaak denkt dat de installatie goed zal helpen tegen denitrificatie, maar meettechnisch kan hij er weinig over zeggen. Als het erg droog is dan kan de stikstof wel in de grond worden opgeslagen, en met beregenen komt er wel weer stikstof bij.

Sjaak denkt zelf dat er heel veel stikstof bij de 'zuiverdere verbranding' bij vrachtwagens met ADBLUE vrijkomt. Die ADBLUE is voornamelijk vloeibare ureum, met 33% stikstof. Deze wordt wel uitgestoten door de vrachtwagens en komt vervolgens in de bermen. Daar schrikt hij wel van. Hij vindt het ook bizar dat men bedrijven probeert op te kopen, zodat andere bedrijven hun stikstofuitstoot kunnen compenseren. Hij vindt wel dat we moeten durven minderen, maar de manier waarop moet wel fatsoenlijk gebeuren. Veel grasland kan zelf veel bufferen, ook zonder extra bemesting. Een mindere grasgroei is ook niet het probleem van te weinig stikstof, maar kan ook door heel veel andere gebreken komen.

Met warm weer dan moet het bemesten/beregenen met dikke druppels gebeuren, omdat deze druppels anders niet voldoende willen vallen. Ook als het neerkomt tussen het gras zal dit heel snel weer uitwasemen naar boven. Bij andere weertypes slaat het wel beter naar beneden en blijft de stikstof wel beter bij de grond. Dit kan soms met een kwartier veranderen. Dit maakt dat ondernemers tijdens het werk ook veel willen blijven spelen. Zo wil een loonwerker best alles pas maken op een taakkaart, maar de chauffeur wil het liefst vooraan het perceel uitkomen en alles zo pas maken. Ook bij boeren werkt dit soms, die hebben berekend hoeveel kunstmest ze nodig hebben, en aan het eind van het strooien moet het dan ook op zijn, zelfs als de machine aangeeft dat minder kunstmest genoeg was.

Grotere boeren die een voorgesteld systeem zouden hebben en waarbij het past, die zullen het gebruik van kleinere giften wel oppakken. Boeren die een loonwerker blijven laten komen zullen dat niet doen, doordat dat te veel zal kosten. De situatie moet er wel naar zijn om de installatie goed in te kunnen zetten. Grasland kan over het algemeen een grotere straal water aan dan andere gewassen. De boeren die goed nadenken over wat het gewas nodig heeft en hoeveel ze waar bemesten, die zullen ook goed naar dit systeem kijken of het past en welke voordelen zal bieden. Dit zijn ook de ondernemers die de toekomst aankunnen, boeren die daar minder mee bezig zijn zullen het in de toekomst veel zwaarder krijgen.

In de plantaardige sector zijn ze nog huiverig voor drijfmest. Maar als er in de toekomst een manier is om drijfmest te bewerken en in te zetten als goede mineralenbron, zonder het gevaar van besmettingen en plantverbranding, dan zal deze sector de drijfmest ook zeker in willen zetten. Er komt meer druk op het efficiënt inzetten van meststoffen. Wanneer dat met deze installatie goed te realiseren is, dan is dit zeker een machine voor de toekomst. Momenteel is het zo dat je zoveel mest op je hectares kwijt mag. In de toekomst wordt het hoeveel mest je op een perceel kwijt kan, en nog verder in de toekomst wordt het nog plaatsspecifieker.

Hoe denkt u over de inpasbaarheid van zo'n machine in de bedrijfsvoering?

De inpasbaarheid van de installatie in het bedrijf van Heutink Lelies zal in eerste instantie vrij lastig worden. Het zijn vrij specifieke gewassen die geen organische meststoffen kunnen verdragen, doordat deze te agressief werkt. Maar met de juiste meststoffen en de juiste efficiëntie zou hij de installatie zeker willen inzetten. Wanneer de verdeling met water en organische mest goed is dat de mest niet meer zo agressief is, dan zou hij ook meer drijfmest in willen zetten. Hij ziet zeker de voordelen van minder emissie en een betere verdeling van de mest voor het bedrijf zelf.

Sjaak is zelf fan van vaker kleinere giften geven. In de glastuinbouw wordt dit al veel gebruikt, en wordt er voornamelijk gekeken naar hoeveel mest de grond aan kan. Meststoffen vastleggen in de grond valt tegen. Het toepassen van drijfmest is in de akkerbouw, voornamelijk bij de teelten die

Huetink zelf doet, minder gebruikelijk. Deze installatie kan wel heel goed werken bij de melkveehouderij/grasland. Met een hele goede techniek kan het wel kans geven voor de akkerbouw. Het gebruik van deze installatie zal wel erg afhangen van de kosten van de investering en de kosten/besparingen van de arbeid. Kunstmeststrooien is geen dure taak, qua grondstof en qua arbeid. Het blenden van kunstmest is wel lastiger, maar dit kan goed met beregenen worden gecombineerd. Kunstmeststoffen meegeven met water werkt wel heel goed. Sjaak ziet vooral het gedrag van de organische meststoffen, dus de agressiviteit en geuroverlast, als grootste nadeel. Hij voorziet geen probleem op zich bij het inpassen van de installatie in de bedrijfsvoering. Als het systeem goed werkt, hoeft de loonwerker niet of nauwelijks meer te komen voor het bemesten. Minder denitrificatie geeft dus meer stikstof die goed benut kan worden, wat dus weer kunstmest kan besparen.

Dit systeem inzetten als loonwerk zal erg moeilijk worden. De loonwerker zal al duurder willen werken dan het huidige bemesten. Het inzetten van deze machine is ook een discussie voor de boer, maar hierbij is ook al de discussie of de boer wil beregenen of niet. Als deze graag zelf wil beregenen, dan zal die waarschijnlijk sowieso al de machine aankopen. Bovendien zijn er tegenwoordig al meer boeren die zelf graag willen beregenen. Voor het inzetten van dit systeem zal de verkaveling wel goed moeten zijn. Daarbij werkt dit systeem het best als het in eigen beheer is, vooral als het inzetten van loonwerker hierdoor duurder wordt.

Voor percelen op afstand wordt dit systeem lastiger, doordat je de mest er ook heen moet brengen. Een deel van de kosten heb je dan al gemaakt, en die kosten kun je niet vervangen. Dat vervoeren van mest zou je uit handen moeten geven. Daarbij wordt het beregenen ook anders, doordat je dan nog extra spullen nodig hebt als je aan huis de beregening elektrisch geregeld hebt.

Het gebruik van dit systeem ten opzichte van het weer is de vraag hoeveel water je nodig hebt voor het beregenen en voor de grond/gewas. Voor gras is het niet echt een probleem, doordat de ondernemer sowieso wil bemesten, en het water eraan zal bijdragen dat de mest beter verdeeld. Bovendien wordt er anders ook met de mesttank het land betreden. Bij schade door de zon (verbranding), geeft Sjaak de optie van 's nachts beregenen. Wind is een factor die de verdeling van water en mest op het land zal benadelen. Maar ook daarbij geeft Sjaak aan dat er 's nachts haast geen wind staat. Met normaal beregenen maakt het, behalve mogelijke irritatie bij mensen, niet uit of er een keer een straal over een sloot, tuin of weg gaat. Wanneer er mest wordt toegevoegd, wordt dit wel een groot probleem.

In lage gebieden hebben boeren over het algemeen minder beregeningsinstallaties, en zullen boeren dit systeem minder snel omarmen. Op de hogere gronden hebben de meeste boeren al een beregeningssysteem, en zullen ze dit systeem eerder toepassen, vooral doordat het snel te gebruiken is als er toch al wordt beregend. De lage, natte gebieden is het over het algemeen ook te nat om te bemesten. Op momenten dat er wel kan worden bemest, zullen ondernemers op deze gronden liever geen extra water toevoegen. De regeninstallatie zal wel minder bodemdruk geven, dus Sjaak ziet geen probleem voor draagkracht van de grond.

Hoe denkt u over de kosten en baten van zo'n machine?

Als het gewone injecteren wordt vergeleken met een beregeningsinstallatie, dan is de investering snel terug te rekenen doordat er geen kosten meer aan loonwerk hoeft te worden besteed. Wanneer de loonwerker hiervoor wordt ingezet, wordt dit een groter probleem, doordat de loonwerker deze investering ook zal doorrekenen naar de boer.

Degene die de keuze maakt om de installatie te kopen het snel weer terug kan verdienen als die het bespaart op uitrijdkosten door de loonwerker. Dit maakt hem wel minder geschikt voor huur. De

investering in de regeninstallatie is op zichzelf, de extra investering zit hem voornamelijk in het nieuwe systeem dat erbij komt. Qua mest uitrijden zal de eigenaar voornamelijk meer kuubs door de installatie die die al heeft pompen. De extra investering zal dan zeker goedkoper zijn dan de kosten voor loonwerk.

Mits de mengregeling goed is uitgevoerd zal de in gebruik name van dit systeem weinig extra kosten. Het water toevoegen aan de mest is er al steeds meer, met dit systeem ga je mest toevoegen aan het water. Dit is in principe hetzelfde principe. Wel moet de mest goed gesneden worden zodat er geen verstoppingen komen. Dit zal echter geen grote kostenpost wezen. Kosten voor de werking is dus erg afhankelijk van de situatie waar de ondernemer al in zit.

Het water zal waarschijnlijk niks kosten, doordat dit uit een bron of van oppervlaktewater komt. De besparing van het loonwerk kan heel groot zijn bij de ondernemers die al aan beregenen doen. De besparing van kunstmest zal financieel weinig bijdragen, maar zo lang je niet zo veel nodig hebt, is het altijd beter.

De meeste ondernemers zullen voor hogere opbrengst kiezen, maar dit hangt ook weer van de situatie af. Als de opbrengst al optimaal is, dan zal de ondernemer bij een betere benutting minder gaan bemesten. Bovendien kan beregenen ook over langer gras heen, in tegenstelling tot zodebemesten. Hierbij zal men eerder gaan naar gedeelde giften, en niet voor 1 grote gift als basis.

Hoe denkt u dat de installatie valt binnen de huidige wet- en regelgeving?

De ondernemer verwacht wel moeilijkheden binnen de wet- regelgeving. De eerste discussie die gevoerd moet worden is over het niet injecteren. Er zal bij een bedrijf proeven moeten worden gedraaid om de echte kansen te ontdekken. Het beregenen wordt ook steeds meer maatwerk. Hierdoor zal er sneller ontheffing komen om dit systeem uit te zoeken. Het grootste punten is nu de verplichting van de mest in de grond te brengen. Voor het toevoegen van koolstof mag je mest wel bovengronds uitrijden. Maar wanneer je waarheidsgehalte aan de installatie krijgt door het uitvoeren van proeven, en het kan bewezen emissiearm worden uitgevoerd, dan zal het zelfs als een kunstmestvervanger of verminderaar worden aangewezen.

Binnen de kringloop past dit systeem wel erg goed, doordat je je mest en mineralen efficiënter gaat inzetten. Dit systeem zal wat dat betreft erg duurzaam zijn. Het systeem zal bovendien minder emissie geven en minder structuurschade doordat er minder met zware voertuigen het land op hoeft.

Sjaak vindt het moeilijk in te schatten hoe geur een probleem zal worden. Dit hangt ervan af waar het mee wordt vergeleken. Met injecteren en warm zonnig weer ruikt je het alsnog heel sterk. Je ruikt voornamelijk de ammoniak, dus de concentratie ammoniak die in de lucht blijft hangen is hierbij erg van belang. Voor de beste verhouding tussen mest en water is hiervoor meer onderzoek benodigd.

Bijlage 4: Uitwerking interview met Agnes van den Pol

Agnes van den Pol is werkzaam aan de Aeres Hogeschool als lector Beweiding en onderzoeker aan de Wageningen University and Research.

Na de uitleg van het systeem en hoe deze zou werken, ontstond er bij Agnes direct de vraag wat de perfecte verhouding tussen mest en water zou zijn, en hoe de verschillende verhoudingen doorwerken op ammoniakemissie verpompbaarheid van het mengsel en hoe goed deze te berekenen zal zijn. Ook de benodigde druk voor het sproeien moet hierbij getoetst worden, wat de verschillende mate van druk voor invloed heeft op ammoniakemissie en sproeibeeld van de installatie. Een tweede vraag die Agnes stelde, was hoeveel uren voor het gebruik van de installatie daadwerkelijk benodigd zijn, en of dat vergeleken met de gangbare methodes tijd scheelt of tijd kost. Het systeem kan vrij kant en klaar worden gepresenteerd, en simpel in werking worden gezet, doordat de gegevens relatief vast staan. De arbeid die is benodigd is vrij specifiek, en komt voornamelijk tussen andere werkzaamheden door. Deze is minder constant.

Hoe kijkt u tegen de effectiviteit van zo'n installatie aan?

De effectiviteit van de machine zou volgens Agnes, zoals ik het presenteer, het moeten hebben. De werkelijkheid moet getest worden in de praktijk. Agnes vindt het zeker een goed experiment omwille van het nieuwe. Agnes ziet zeker mogelijkheden voor een dergelijke machine, maar hier zal wel veel onderzoek naar gedaan moeten worden.

Hoe denkt u over de inpasbaarheid van zo'n machine in de bedrijfsvoering?

De inpasbaarheid van zo'n machine in de bedrijfsvoering stuit op een aantal punten bij Agnes. Ten eerste heeft niet iedereen een beregeningsinstallatie. Degenen met een beregeningsinstallatie hebben ook nog een extra installatie nodig om mest in te kunnen mengen. Degenen zonder een beregeningsinstallatie moeten een flinke investering doen voor de beregeningsinstallatie zelf, als ook de installatie voor het innemen van mest. Ook het inpassen van de arbeid tussen de werkzaamheden door is een punt. Dit hoeft niet per sé moeilijk te zijn, en het gebruik vraagt weinig van de ondernemerscapaciteiten. Dit systeem is ook zeker mogelijk om meerdere malen per jaar in te zetten. Vaker bemesten kost natuurlijk wel meer arbeid. Het systeem past beter bij grotere percelen, en daarom ook beter in bepaalde regio's van Nederland. Een ander punt van belang is waar de mest vandaan komt. De huiskavel is voornamelijk goed te bemesten met zo'n systeem, percelen op afstand kosten meer werkzaamheden doordat er ook een container op de veldkavel moet komen.

Een beregeningsinstallatie is natuurlijk ook in te zetten als gewone beregening, en andersom geldt hetzelfde, je beregeningsinstallatie kun je dan ook inzetten voor bemesting. Dit geeft voordelen voor het gebruik. Een nadeel is dat je in natte periodes ook nog eens extra vocht op de percelen brengt, die je op dat moment daar niet nodig hebt.

Het kostenverhaal is een groot punt. Hiervoor zullen verschillende scenario's uitgewerkt moeten worden. Hierbij zou er gekeken moeten worden onder welke omstandigheden de installatie financieel gezien wel aantrekkelijk is en onder welke omstandigheden niet. Daarnaast is de wetgeving een groot punt van aandacht. Als de machine goed werkt, en het behaalt ook zijn doelen van het verminderen van denitrificatie, dan is het een overweging van de overheid wat ze willen bereiken. Wat dan ook meespeelt is welke andere effecten optreden bij deze machine, en of deze ook getackeld kunnen worden. Een groot probleem blijft dan de handhaafbaarheid en hoe streng de eisen worden gesteld. Het opstellen van het verbod dat bovengronds uitrijden niet mag is makkelijk te controleren. Bepaalde eisen die aan deze machine gesteld kunnen worden, zijn moeilijker te controleren. Agnes verwacht wel grote voordelen voor de bodem.

Ook Agnes voorziet problemen met geurontwikkeling bij het bovengronds sproeien met mest. Ook het dier en welzijn is mogelijk moeilijker te waarborgen, vooral wanneer er koeien op dat perceel weiden. Na bemesting vreten koeien minder. Dit is bij normaal bemesten natuurlijk ook het geval, maar dan komt de mest veelal onder de plant. Bij dit nieuwe systeem komt de mest mogelijk meer in de bodem door het extra water dat wordt gebruikt. Wanneer er eerst wordt bemest, dan wordt gemaaid en dan pas beweid is dit probleem veelal minder. Hierbij moeten ook alle stikstofverbindingen worden meegenomen.

Ook het energieverbruik moet goed worden beraamd. Hierbij komen niet alleen de kosten, maar ook weer uitstoot van CO₂ en andere emissies aan bod. Voor percelen op afstand moet de mest worden getransporteerd, dit riep de vraag op of dit nog met een vrachtwagen mocht voor eigen bemesting of dat het alleen met een trekker mag.

Gevoelsmatig denkt Agnes dat zo'n systeem in eigendom moet worden genomen, of gedeeld met een of twee buurmannen. Het systeem wordt vaak gebruikt, en wanneer de machine in loonwerk wordt gebruikt is die nooit beschikbaar wanneer je hem wilt gebruiken. Deze samenwerking met burens hangt ook van de aantal hectares en de perceel groottes. Vooral als de afstemming met maaien en inkuilen klopt, klopt de afstemming van het bemesten ook goed.

Als er al een vochtige periode is geweest lijkt het Agnes echt onhandig om nog meer vocht op te brengen. Als het droog is dan heeft het extra water nog een extra winst tegen verbranding. Ondernemers zullen veel rekening moeten houden met wind en de machine hier deels op afstellen. Bij het gebruik van vaste rijpaden kun je hier niet veel mee spelen. Dit gedeelte benodigd wel extra nadenken bij het gebruiken van deze machine.

Het grondgebied zal erg meespelen in de benodigde bemesting per keer en hoe droogtegevoelig de bodem hier is. Ook de werkzaamheden en de verschillende gewassen verschillen per grondgebied. Dit zorgt ervoor dat de uitwerking van de machine op hoeveelheid denitrificatie ook per grondsoort zal verschillen. Dit zal ook door experimenten duidelijk moeten worden.

Hoe denkt u over de kosten en baten van zo'n machine?

Waarschijnlijk zitten er meer kosten aan zo'n machine dan baten. De baten moeten komen uit de betere efficiëntie van je mest, dus dat je meer stikstof benut en minder hoeft te bemesten. Stikstof is echter niet heel duur. Daar staan de extra kosten tegenover. Vooral als er meer arbeid benodigd is zal de machine veel kosten geven. Om de kosten en baten voordeliger te laten uitvallen, kun je wel extra waardes aan de machine koppelen. Zo geeft de bijkomende berekening die je bij dit systeem uitvoert ook een extra waarde, vooral wanneer er weinig neerslag in de groeiperiode is gevallen. Maïs wordt voornamelijk gesproeid om de bloeiperiode voor een goede korrelzetting. Ook hierbij gelden verschillende scenario's met verschillende uitkomsten. Hieruit zou een scenario kunnen ontstaan waarbij de kosten en batenvergelijking wel positiever uitvalt.

Verhuring van zo'n machine hangt volgens Agnes erg van het businessmodel af. Iemand schaft zo'n machine aan en wil met de verhuur dit geld weer terugkrijgen. In perioden van droogte is deze installatie goed te verhuren, maar ontstaat er ook veel druk op de markt. In nattere periodes is het huren van zo'n machine snel geregeld, maar heb je hem minder nodig voor de berekening. Hierbij geldt dat er altijd een extra pomp nodig is. Een extra vraag die bij huur optreedt is hoe schoon de installatie weer wordt opgeleverd, en hoe erg de verhuurder het vindt om hem niet schoon terug te krijgen. Dit geeft ook meer kans op besmettingen tussen bedrijven.

Voor het verplaatsen van de machine en het geschikt maken om mest mee te kunnen sproeien zal veel arbeid nodig zijn. Daarnaast zijn de kosten erg afhankelijk van of de installatie wordt gebruikt voor een veldkavel of een huiskavel. Hierbij komen kosten voor transport, een dieselpomp voor het pompen van water, en mogelijk voor wateraanvoer. Het transporteren van mest zal hierbij sowieso extra kosten. Kosten voor het toevoegen van water zijn afhankelijk van het feit of er al water voorradig is. Hierbij is het probleem dat water ook niet altijd beschikbaar is. Ook bij het slaan van een bron moet dit water nog verplaatst worden naar de plek van gebruik. Daarnaast geven beregeningsverboden ook een verbod voor je bemesting.

Het is erg bedrijfsspecifiek of er loonwerk bespaard wordt. Ook al het afhangen van het feit of de arbeid voor de installatie is op te vangen met eigen arbeid. De besparing van kunstmest is afhankelijk van hoe effectief de installatie de efficiëntie van stikstof bevordert. En zelfs bij besparing van kunstmest bespaar je vrij weinig geld. Wanneer er waarde aan milieubesparing wordt gehangen, wordt het aantrekkelijker om zo'n installatie in te zetten.

Agnes voorziet een verhoging van de opbrengst als de stikstof effectiever kan worden ingezet door het gebruik van dit systeem, mits er dan in totaal dezelfde hoeveelheid stikstof wordt gegeven. Als je meer effectief stikstof hebt, en daarom minder geeft, dan zou er dezelfde opbrengst optreden. Dit is een keuze die ondernemers zelf moeten maken, welke erg afhankelijk is per bedrijf. Als ze graag meer zouden willen bemesten maar al aan de maximale grens zitten, dan zouden deze kiezen voor een hogere opbrengst.

Hoe denkt u dat zo'n installatie past binnen de huidige wet- en regelgeving?

Binnen het huidige beleid zou het niet passen. Hier zal heel veel voor moeten gebeuren. Eerst zal moeten worden aangetoond dat de installatie echt minder denitrificatie geeft en dus efficiënter stikstofgebruik. Daarnaast zullen de neveneffecten moeten worden getoond. Als deze stappen positief uitvallen, moet er nog worden gekeken naar de handhaafbaarheid en controleerbaarheid van het gebruik van zo'n installatie. Bij dit hele verhaal is het belangrijkste of de installatie de denitrificatie echt tegengaat. Hier is onderzoek voor benodigd.

Overig

Agnes gaf aan dat gemengde bedrijven met vee en akkerbouw mogelijk ook veel hebben aan zo'n installatie.

Bijlage 5: Uitwerking interview met David Wunderink

David Wunderink is werkzaam bij Reesink Production b.v. als junior productmanager. Bij het interview was ook een stageloper van Reesink Production b.v. aanwezig. Reesink Production b.v. is onder andere producent van bemestingsmachines.

Hoe kijkt u tegen de effectiviteit van zo'n installatie aan?

Het voorgestelde idee lijkt David wel een idee voor de toekomst, wellicht in combinatie met een robot die de spuit zelf verrijdt. Daarbij geeft dit systeem een langere airtime, dus meer en langer contactoppervlak met de lucht, waardoor ammoniak zich meer aan de lucht kan ontsnappen. Davids vraag hierbij is wat dit voor effect heeft op de totale uitstoot van ammoniak. Hij vraagt zich ook af of dit dan praktisch en wettelijk gezien haalbaar is. Dit hangt ervan af hoeveel uitstoot van ammoniak wordt tegengegaan tegenover hoeveel denitrificatie en bijbehorende lachgasemissie wordt tegengegaan. Het idee op zich lijkt David zeker niet verkeerd, om een andere aanpak voor het bemesten te bedenken.

Er moet wel veel water worden toegevoegd om de mest goed te kunnen verpompen. Bij het sleepslangen zien ze ook dat over langere afstanden er best veel druk op de slangen komt te staan. Ook om het goed te kunnen verspreiden moet er in combinatie met een juiste druk veel water bij. Als het mengsel dun genoeg is dan is het volgens David wel haalbaar. Dan is de vraag alleen wat de verhouding water op mest is, en of je dan nog effectief bezig bent, en niet veel te veel water moet verpompen om je mest op het land te kunnen brengen.

Ook wordt beregenen waarschijnlijk lastiger in verband met klimaatverandering. Afgelopen jaren werd er al in gebieden verboden om te beregenen in verband met de heersende droogte. De tendens is dat er meer met vloeibare kunstmeststoffen wordt gewerkt, en hierbij is ook water benodigd. Dit systeem neigt daar ook meer naar. Bovendien is de tendens dat er minder kunstmest wordt gebruikt, en ligt de nadruk op de efficiëntie van dierlijke mest, en zo een kringlooplandbouw houdt/krijgt.

Er ontstond een vraag over hoe de plant de mest op gaat nemen als dit meer over het oppervlak van de plant wordt verspreid, in plaats van in de grond wordt gepompt. Hierbij is de vraag over hoeveel de plant via bladeren op kan nemen, en hoeveel de mest van de plant afspoelt naar de grond.

Hoe denkt u over de inpasbaarheid van zo'n machine in de bedrijfsvoering?

Het is de vraag of er al zo'n beregeningshaspel in bezit is en of ze die zo kunnen inzetten en hoeveel ze nog moeten aanpassen. De mest die zal gemengd moeten worden, dus er zal een pomp bij moeten komen om in de juiste verhouding water en mest te kunnen aanvoeren. Daarbij is het ook de vraag hoe je deze verhouding gaat meten, met bijvoorbeeld een flowmeter, zodat je dat goed kan instellen en goed kan sturen. Het is zeker zaak om de mest goed te verdunnen om dit met een beregeningshaspel te laten werken.

De voordelen van dit systeem zal zeker een lagere bodemdruk en een grotere werkbreedte zijn. Je kan dan ook goed met rijpaden werken. David ziet zeker voordelen voor het vaker bemesten met lagere giften.

De nadelen zal voor veel boeren zijn dat het wel weer een extra investering is. Ook de inzetbaarheid van dit systeem is een punt. Kan dit door een loonwerker, of is dit niet reëel? Je wilt vaker bemesten met minder mest, dus dan komt de installatie wel veel aan het draaien. Ook de bruikbaarheid voor de langere afstanden is een punt van aandacht. Voor percelen op afstand zal er dan weer een container met mest en een container met water bij afwezigheid van water langs het perceel. Hier is

dan nog weer een extra aggregaat of pomp benodigd. Bovendien heeft niet elke boer zijn eigen waterbron.

Water kan mogelijk het grootste probleem worden voor de werkzaamheid van dit systeem, doordat er in de toekomst ook meer verboden voor watergebruik zullen komen. Aan de andere kant bemest je met zulk extreem weer normaal gesproken ook niet.

Wanneer er water of mest moet worden 'bijgepompt', dan is het al met al nog een redelijke installatie. Het verzetten van de haspel kost nog steeds tijd, en afhankelijk van de situatie kun je daar ook behoorlijk druk mee zijn, en kan het aardig arbeidsintensief worden. Aan de andere kant is dit wel minder intensief dan bij een slangensysteem die maar een paar uur kan draaien.

David kan zich wat voorstellen bij het probleem van geuroverlast, maar vraagt zich af hoe groot dit probleem nog is als je zoveel water toevoegt. Aan de andere kant was er in Engeland een proef geweest bij het verspreiden van afvalwater waarbij er erg veel geuroverlast ontstond, en na het overstappen op een sleepvoetsysteem was dit probleem zo goed als weggenomen.

De percelen die vele hoekjes hebben, geven een probleem voor het bemesten met dit systeem, doordat je of die hoekjes niet mee kan nemen of je de mest over de weg en of sloten heen sproeit. Ook de wind is hier een grote negatieve factor op. Regen is op zich geen probleem, maar de meeste ondernemers gaan niet beregenen als het ook al regent. Voor het bemesten zou dit probleem zijn. Wel is de eerste bemesting voor de eerste snede vaak op een moment waarbij de grond vaak al minder draagkracht heeft, dus zullen veel ondernemers dan liever niet nog meer water willen toevoegen. Met veel zon verwachten ze kans op verbranding, zelfs beregenen wordt liever niet in brandende zon uitgevoerd, doordat dit door het spiegeleffect kan verergeren. Met mest geeft dit mogelijk nog meer kans op brandplekken. Aan de bruikbaarheid zitten dus nog wel een paar haken en ogen.

Deze installatie zien ze eerder zitten voor eigendom, vooral als je vaker gaat bemesten met kleinere giften. Mogelijk zul je het met twee boeren kunnen delen, maar loonwerkers zullen dit maar beperkt kunnen inzetten, doordat ze weinig capaciteit kunnen draaien. Dan zullen ze veel machines moeten aanschaffen en bij dezelfde boeren moeten laten draaien.

In de polders zijn er voornamelijk akkerbouwgebieden waar er al veel beregend wordt, dus hier kunnen de aanpassingen voor het bemesten weinig problemen geven. Gebieden waar ze minder aan beregenen doen, zal dit systeem een grotere drempel zijn. Ook zijn ze van mening dat de huidige manier van beregenen efficiënter kan. Het water heeft een lange airtime, waardoor er veel kan verdampen, en veel komt op de plant in plaats van op de grond. Vandaar dat er ook meer met druppelirrigatie wordt gewerkt. Hierbij kan er ook makkelijk vloeibare kunstmest worden toegebracht.

In de veengebieden zit het water vaak al op 20 centimeter onder het maaiveld. Ook zitten hier veel sloten tussen veenweides, en door het vernevelen is de drift erg groot. In deze gebieden voorzien ze meer problemen voor dit systeem.

Voor de pompen kan de mest wel een probleem zijn. Vooral voor de mestpomp is het erg intensief, doordat de mest nog erg dik is. Hoe dunner, hoe minder intensief het verpompen is. Ook zit er vaak veel troep in de mestput, waardoor er zeker een snijreiniger in het systeem moet komen, doordat anders de pomp stuk of verstopt raakt. De slangen zullen weinig slijten, maar de stalen delen gaan wel sneller rotten. Het toevoegen van water maakt de mest wel minder agressief en zorgt voor een drukverlaging, dus wat dat betreft weer voor minder slijtage. Vooral onbehandelde delen zijn erg

gevoelig voor de agressieve werking van mest. Hiervoor zal de installatie in ieder geval goed voorbehandeld moeten zijn. De slangen van de beregeningsinstallatie zijn wellicht gevoeliger voor uitdrogen door het toevoegen van de mest. Het voordeel van dit systeem is dat je het goed kan naspoelen met puur water. Zo lang er zuurstof bij in het systeem kan komen zullen de stalen delen snel gaan roesten. Zo lang het systeem vol met mest zit is dit minder gevoelig.

Hoe denkt u over de kosten en baten van zo'n machine?

Dit hangt er voor een deel van af of je het berekent met een uurprijs of een kuubprijs, waarschijnlijk zo'n 3,5 euro per kuub. Vooral bij het toevoegen van het water kun je veel kuubs wegpompen in een keer, dus wordt het in die zin snel relatief goedkoper. Ook hoeft je met dit systeem niet heen en weer te rijden. De regenhaspel is wellicht niet de beste oplossing, of de uiteindelijke oplossing, maar wel een goede richting. Voor de beste oplossing zou je op zoek moeten gaan naar een goede werkbreedte die toch laag bij de grond kan spuiten, terwijl het wel goed over het oppervlak wordt verdeeld. Ook ligt de tendens naar autonome machines, dus een stap verder is als dit met behulp van een robot kan werken.

Sleepslangsystemen hebben over het algemeen de verhouding water en mest goed uitgedacht, door middel van het gebruik van een flowmeter. Deze rekenen ook een apart tarief per kuub water. Met water heb je minder emissie, maar je moet wel meer kuub verpompen, dus verbruik je wel meer brandstof en/of elektriciteit, waar ook wel weer uitstoot bij vrijkomt. Daarnaast hebben sleepslangsystemen vaak 3 man benodigd, een voor de mestpomp en de waterpomp (de regeling van de flow), 1 voor het haspelen van de slangen (al zit deze soms ook op de trekker), en 1 voor het bemesten. De arbeidsintensiviteit van dit systeem zal dus ook erg afhankelijk zijn van hoe goed de pomp geregeld is, hoe goed het computersysteem is en hoe goed het te controleren is.

Het slangensysteem is vaak al duur voor sleepslangsystemen en beregeningsinstallaties, doordat er per meter een hoge prijs wordt gerekend. Ook de vervanging zal vrij duur zijn. De aanschaf zal vergeleken met gangbare systemen waarschijnlijk weinig schelen, in sommige gevallen zal een tank goedkoper uitvallen. Aan de andere kant is de beregeningsinstallatie ook in te zetten voor alleen beregening, en een mesttank eigenlijk niet.

Ze zien het verhuren van zo'n installatie wel zitten, er zijn ook wel veel bedrijven die beregeningshaspels verhuren met de droogte. De meeste voorkeur voor de boeren zal wel naar aanschaf gaan, vooral als deze ook door bemesting wordt ingezet. Ook houden de meeste boeren van het werken met eigen machines en de zekerheid dat deze beschikbaar zijn wanneer ze deze nodig hebben. Bij de verhuur dan zal iedereen de machine willen gebruiken op het moment dat deze benodigd is. De samenwerking tussen twee boeren zou wel goed kunnen, deze kunnen dan ook zelf afspreken of ze hem samen aanschaffen of dat er een hem aanschaft en de ander hem van deze boer huurt.

Voor de werking zal er vooral stroomkosten optreden door het pompen op krachtstroom. Tenzij er een dieselaggregaat wordt gebruikt, maar deze zal waarschijnlijk duurder zijn. De hoeveelheid kosten hangt ook van de verhouding die je wegpompt. Per kuub mest zal het duurder worden hoe meer water je toevoegt. Bij een verhouding van 1:1 zul je al twee keer zoveel wegpompen als wat je met een tank zal weggrijden. Het hangt er ook voor een deel vanaf hoeveel een installatie per uur kan wegpompen. Als je een 12 kW motor gebruikt, en het kost 17 cent per kW, dan kost een uurtje draaien zo'n 2 euro. Normaal kun je 15 kuub mest per tank weggrijden, en 5 tanks in een uur redden, dus dan heb je 60-100 kuub mest per uur. Dit zal met de haspel waarschijnlijk veel langer duren, en hoeveel kost dit je dan aan energie? De elektriciteitsvoorziening is ook afhankelijk van het net. De dieselaggregaat start je en kun je zo gebruiken.

Het toevoegen van water zal momenteel weinig kosten, vooral als je een eigen bron hebt. De beschikbaarheid van water is een ding, vooral met de droogtes van de laatste jaren. De pompkosten van oppervlaktewater zijn ook niet mis. Hierbij is de vraag hoe dit in de toekomst zal zijn, en of er nog een toeslag komt op het gebruiken van water.

Er zou mogelijk goed bespaard kunnen worden op loonwerk, maar dit hangt dan erg af van het feit hoe het land en de capaciteit voor elkaar zijn. Vooral vergeleken met sleepslangen zal het snel wat schelen. Wel zal er goed in de gaten moeten worden gehouden dat de machine blijft draaien en dat je hem op tijd verzet. Hier ben je met een persoon wel druk mee.

Ze verwachten qua besparing van kunstmest niet veel, maar het efficiënter inzetten van de dierlijke meststoffen zal wel kunstmest besparen. Hierbij hangt het wel van de hoeveelheid uitspoeling en stikstofreacties af. Wel zullen we de kant op moeten van het efficiënter inzetten van dierlijke meststoffen, dus daar past dit systeem wel goed bij. Voor de kunstmest zien ze weinig toekomst. Dit zal ook betekenen dat er op een gegeven moment niet meer opbrengst met kunstmest kan worden gehaald. De vraag of boeren voor opbrengst of minder kunstmest zullen kiezen is situatieafhankelijk en afhankelijk van de vraag hoeveel het kost en hoeveel het oplevert.

Hoe denkt u dat zo'n installatie past binnen de huidige wet- en regelgeving?

Dit soort systemen en andere agrarische praktijken zijn erg afhankelijk van de wet- en regelgeving. Hierdoor kan er heel veel niet, en kunnen sommige dingen heel snel. Als het injecteren niet ooit verplicht was geweest zou dat nu waarschijnlijk nooit gebeuren. Het invoeren van deze verplichting zorgde echter voor een hele snelle omschakeling. Bij het pulsvissen is er aan de andere kant flink geïnvesteerd in nieuwe technieken en is dit vrij kort daarna verboden. Dit zou met bemesten ook kunnen gebeuren. Het is in ieder geval niet zeker dat injecteren altijd dé manier zal zijn.

De wet- en regelgeving zal sowieso een lastige worden, ook in verband met de gang van zaken omtrent de ketsplaat, dus waarom zou dit dan wel kunnen en mogen? Dit is wel echt een groot puntwaar je tegenaan loopt. Ook zullen ze de invoering van verplicht emissiearm werken niet zomaar terugdraaien, vooral door alle heisa dat dit met zich meebracht. Je kan wel goed proeven gaan draaien als pilot. Als er echt uitkomt dat het weinig ammoniakemissie geeft, en ook heel weinig denitrificatie, dan is er een goede mogelijkheid dat dit in de wet kan worden opgenomen.

Er zullen wel problemen zijn met de toename van droogte, en de toename van verboden van watergebruik in tijden van droogte. Wel kun je je mest beter verdelen met dit systeem, ook in tijden van droogte waarbij je liever niet zou willen bemesten. Wanneer je weer geen water mag toevoegen heb je dan wel weer een tank nodig. Ook het bemesten met dit systeem als het al erg nat is, in het voorjaar bijvoorbeeld, dan is het land al te nat en voeg je bij dit systeem nog eens extra water toe.

Het systeem gaat wel erg goed passen bij de kringlooplandbouw, vooral als de mest efficiënter kan worden ingezet. Ook verwachten ze dat het bodemleven hier gezonder van wordt, door de lagere concentratie mest en het niet meer doorsnijden van de grond.

Overig

De grootste vragen die ze bij dit systeem hebben, is hoe je het mengsel wel goed dicht bij de grond kan brengen. Ook moet het beregenen van zichzelf efficiënter, en de benutting van mest efficiënter. Ook zijn ze benieuwd naar de uiteindelijke kosten voor het ombouwen van de huidige situaties naar installaties die ook de mest kunnen verspuiten.

Bijlage 6: Uitwerking interview met Bert Smit

Bert Smit is onderzoeker bij Wageningen University and Research (WUR, onderdeel Wageningen Economic Research) op het gebied van ondernemerschap, Europees landbouwbeleid en duurzame akkerbouw. Zijn expertises zijn o.a. (agrarische) bedrijfseconomie, landbouwbeleid, agrarische bedrijfsvoering, plattelandsontwikkeling en duurzaamheid.

Uitgangspunt is een beregeningsinstallatie op een haspel, maar Bert gaf aan dat zo'n systeem ook toegepast ook kan worden op PIVOT's. De spuitmachine zal wel heel wat aan moeten kunnen, qua mest (corrosiegevaar) en druk. Voor gewasbeschermingsmiddelen wordt er in een aparte tank gemengd, waarna het middel in de voorraadtank komt. Dit systeem is wellicht belangrijk om mee te nemen bij zo'n soort installatie. Hoe de mest en water het best gemengd kunnen worden is nog een punt om uit te zoeken, of dit in een tank gebeurt, of met verschillende pompen.

Hoe kijkt u tegen de effectiviteit van zo'n installatie aan?

Het bemesten met rundveedrijfmest is een actueel onderwerp. De toepassing van mest ligt onder een vergrootglas en het mestbeleid is weer onder de aandacht. Nederland heeft te maken met veel afvoer van mest van veebedrijven naar andere soorten bedrijven. Er is een risico bij een grote toepassing van mest op uitspoeling. In bepaalde gebieden in Nederland is er nog steeds te veel nitraatuitspoeling naar het grondwater, meer dan de grens van 50 mg per liter, welke voornamelijk in zuidoostelijke zandgebieden wordt overschreden. In andere gebieden wordt die grens niet of minder overschreden, maar ook hier kan dat beter. De Europese Unie kijkt streng naar Nederland of we wel onder de normen blijven van het stikstofplafond.

Bert kan zichzelf nog niet goed voorstellen dat mest in de grond brengen in een sleufje goed is voor het gewas en voor de grond. Hij komt zelf van een boerenbedrijf en heeft de omschakeling van een vastbindstal naar ligboxenstal en dus van vaste mest naar drijfmest meegemaakt. Qua biodiversiteit lijkt het Bert het best om met vaste mest met stro te werken, aangezien dit veel toevoegt aan het bodemleven. Bodemleven en bodemkwaliteit zijn momenteel ook erg actueel. In de verbetering van bodemkwaliteit is bodemleven tegenwoordig ook een belangrijk begrip. Je kan de gewassen weerbaarder maken door het bodemleven gezond te houden. In feite voed je niet alleen het gewas, maar ook zeker het bodemleven. Daar zit een omslagpunt in het denkpatroon. Daar hoort ook een andere toepassing van bemesting bij.

De eerste opstelling tegenover de voorgestelde installatie is daarbij positief. Niet alleen doordat de bodemstructuur beter behouden zou blijven, maar ook dat het geven van kleinere hoeveelheden mest per keer beter lijkt voor het bodemleven. Om denitrificatie te verminderen lijkt het Bert ook belangrijk om de bodembiodiversiteit te bevorderen. Economisch heeft hij er nog niet veel naar gekeken, maar er is al veel bestaande techniek die hierbij toegepast zou kunnen worden. Bij veel nieuwe systemen zijn er nog veel jaren nodig om het systeem technisch te ontwikkelen, dat is bij dit systeem niet echt het geval.

Na de uitleg van hoe de installatie zou werken en hoe deze zou helpen tegen denitrificatie, kan Bert zich de positieve kanten van de installatie goed voorstellen. Hij verwacht minder schade aan het bodemleven door mest in verdunde vorm aan te brengen en minder mest per keer. Door de mest verdeeld te geven voed je het bodemleven beter, en als je het bodemleven goed behandelt geeft het bodemleven meer goede stoffen af aan het gewas. De installatie zou technisch en biologisch een goed systeem zijn, en voordelen zou geven ten opzichte van de huidige manier van bemesten. Anderzijds verwacht hij meer risico op verbranding wanneer je de mest bovenop het gewas aanbrengt. Door de grote concentratie zouten in mest kan met het huidige systeem veel schade

brengen aan de wortels bij de verkeerde weersomstandigheden (lees: droog en zonnig weer). Dit risico zou misschien op te lossen zijn door de mest te mengen met water. Dan zou het systeem eerder beregenen met een beetje mest dan bemesten met een beetje water zijn.

De installatie zou wel goed tegen mest moeten kunnen. De huidige installaties zouden wellicht nog niet geschikt zijn om ook mest toe te kunnen passen. In het verleden zijn er tanks van kunststof gebruikt. Dit scheelt een hoop gewicht, plus dat deze op 4 wielen werden gebruikt. Het gebruik van kunststof kan dus een goed (extra) alternatief zijn. Deze tank was destijds nog voor het bovengronds uitrijden gemaakt, maar daarop had natuurlijk later bijvoorbeeld een zodebemester toegepast kunnen worden.

Het uitsproeien van mest de lucht in geeft wel veel aanraking met lucht en daardoor meer ammoniakemissie. Uitsproeien opzij of naar beneden geeft al minder aanraking met lucht. Met de PIVOT-systemen wordt het al minder hoog in de lucht gespreid. De PIVOT-systemen zijn wel geschikter voor grotere akkers. Afhankelijk van de akkers kan een haspel of een PIVOT-systeem juist beter zijn. Kleinere akkers zoals in Nederland zouden waarschijnlijk beter met een haspel te sproeien zijn. In het buitenland zijn akkers ook vaak geschikt gemaakt voor een PIVOT-systeem.

Hoe denkt u over de inpasbaarheid van zo'n machine in de bedrijfsvoering?

Op veel akkerbouwbedrijven is er al een of meerdere beregeningssyste(e)m(en) aanwezig. Dit aantal neemt waarschijnlijk ook toe met de drogere zomers die op lijken te komen. Dit jaar is er zelfs graan beregend, wat heel ongebruikelijk is in Nederland. Een steekproef van Wageningen Economic Research in de vorm van het Bedrijven Informatie Net (BIN) (met 1.500 land- en tuinbouwbedrijven) voor het schatten van de inkomensontwikkeling gaf aan dat de akkerbouwbedrijven in 2018 50% meer dieselkosten hadden door meer beregening. Het is aan te bevelen om bij de akkerbouwsector te voor een meer integrale kijk op het milieubeleid, door niet 1 oplossing te pakken voor een probleem, maar ook de achterliggende problemen van de oplossingen te bekijken (bijv. schoffelen i.p.v. chemische gewasbescherming geeft wel meer CO₂). Een vraag is wel hoeveel systemen elektrisch zouden kunnen zijn, afhankelijk van de aanwezigheid van een bron of van oppervlaktewater. Er is wel een ontwikkeling gaande naar meer elektrische systemen, maar deze zou voor zowel het voorgestelde idee als de gangbare systemen kunnen worden gelden. Om kostentechnisch goed te kunnen rekenen zouden deze systemen of beide elektrisch of beide op diesel verwaard moeten worden.

Qua toepasbaarheid kan de voorgestelde installatie goed passen in het huidige agrarische systeem, doordat het grotendeels bestaat uit al bestaande systemen. Bij vollegrondsgroenteteelt op zijn ondernemers wat terughoudend over de toepassing van dierlijke mest, vooral bij bovengrondse bemesting, door het risico op besmettingen. Dit is vooral omdat daar veel wordt gewerkt met versge oogste producten en er dan hygiëneproblemen kunnen ontstaan, zodat mesttoepassing daar in certificaten gelimiteerd is. Ook zitten er in de mest andere stoffen als antibiotica, desinfectiemiddelen en andere producten die in de stal worden gebruikt en zo in de mestkelder terecht komen. Akkerbouwers stellen steeds hogere eisen aan de mest. Dit kunnen ze ook doen doordat mest een aanbodmarkt is. Zo willen ze bijvoorbeeld gecertificeerde mest die antibioticavrij is, want de antibiotica is ook schadelijk voor het bodemleven. Daarnaast kunnen er onkruiden via de mest worden verspreid. Overigens is niet iedere akkerbouwer zich bewust van deze nadelige stoffen en producten en nemen ze vooral mest af, omdat ze er geld op toe krijgen.

De technische stap is op akkerbouwbedrijven niet zo groot, deze is groter op melkveebedrijven. Deze bedrijven hebben wel weer de mest al beschikbaar. De vraag voor de melkveebedrijven is of ze deze installaties zelf zullen aanschaffen of de bemesting via loonwerk zouden laten uitvoeren. De huidige

bemesting wordt op een deel van de melkveebedrijven door loonbedrijven uitgevoerd. Er moet sowieso een economische vergelijking komen tussen het voorgestelde systeem en een van de gangbare systemen. Dit moet voor de korte termijn en de lange termijn, en er moet rekening worden gehouden met subsidies voor emissiearm werken en opbrengstverhogingen. De regels omtrent de toepassing van mest worden steeds strenger. Mogelijk worden er voor andere emissies ook regels gemaakt.

Voor een zuiver totaal economisch plaatje moet er worden gekeken naar de directe kosten, dus aanschaf en gebruik, als ook de indirecte kosten/langetermijncosten, rentekosten, afschrijvingskosten, onderhoud en verzekering (de jaarkosten). Dit moet voor de verschillende systemen worden berekend om een goede vergelijking te kunnen maken. Daarnaast komt er nog kosten voor brandstof bij. Fabrikanten van beregeningsinstallaties zouden hier een redelijk beeld van moeten kunnen geven, als ook Cumela, de belangenorganisatie van loonwerk.

Bert vindt verbranding nog een groot risicofactor. Ook de voorradigheid van water kan een probleem geven, vooral als er beregeningsverboden worden ingesteld. In de toekomst worden eigen bronnen wellicht ook nog gelimiteerd. De levensduur van de huidige beregeningssystemen zouden mogelijk flink achteruitgaan, of de machines zouden in een duurdere uitvoering gemaakt moeten worden om corrosie te voorkomen. Tijd is een factor die een dubbele uitwerking kan hebben. Mogelijk gaat een dergelijk systeem meer tijd kosten of juist minder tijd. Een groot voordeel is dat dit systeem ook 's nachts goed kan worden ingezet, mits de mest al gemengd is of automatisch gemengd kan worden. De grootste voordelen worden waarschijnlijk behaald op grasland of grasteelten, bij akkerbouw wordt er vaak voor het inzaaien of poten bemest. Het mengen van de mest door de grond na bemesting zou ook voldoende kunnen zijn, mogelijk valt het voordeel hier tegen. Het voordeel wordt groter bij bemesten op opgekomen gewassen.

Akkerbouwers hebben dan weer grotendeels al zo'n systeem. Met een eenvoudige aanpassing voor het inmengen van mest is dit een groot voordeel. Dan zullen de akkerbouwers het waarschijnlijk ook graag zelf willen uitvoeren. Mogelijk is het prettig als een loonwerker kan bijspringen. In eigen gebruik is de toepassing efficiënter. Melkveebedrijven besteden het bemesten vooralsnog grotendeels uit aan een loonwerker. Met dit systeem is het bepalen van bemestingsmoment waarschijnlijk belangrijker. Maar deze keuze bestaat ook voor de huidige systemen. Het hangt daarnaast ook van het kostenplaatje af, en hoe groot de financiële voordelen zijn voor het zelf uitvoeren van de bemesting. Belangrijke vragen hierbij: staat er al een gewas of is het kale grond en hoe valt het kostenplaatje uit voor eigen gebruik en uitbesteding aan loonwerk?

De meeste berekening gebeurt momenteel bij akkerbouwers, maar het grootste voordeel van het alternatieve systeem is waarschijnlijk te behalen bij melkveehouders. Wat dat betreft zou samenwerken van boeren met deze installatie, mits de bedrijven dicht bij elkaar zitten, voordelig kunnenuitpakken. Bovendien is Bert van mening dat er meer aandacht moet zijn voor samenwerking tussen akkerbouwers en melkveehouders.

Bij percelen op afstand worden voor sleepslangen vaak containers neergezet om mest tijdelijk in op te slaan. Dit zou voor het voorgestelde systeem ook mogelijk zijn. Dat hoeft logistiek geen bezwaar te zijn. Het water bijmengen is een groter probleem. Wanneer water niet voorradig is moet er een aparte tank met water bij staan. Ook de percelen met poot aardappelen mogen niet beregend worden in verband met het risico op bruinrot. Bronwater kan wel, maar dit is mogelijk te duur. Daarbij is de vraag wanneer de mest toegepast moet worden.

PIVOT-systemen zijn minder windgevoelig dan een beregeningskanon. Bij harde wind is de verdeling minder egaal. Beregenen met mest geeft wel een probleem met precisielandbouw, aangezien je dan

niet meer pleksgewijs kan sturen en niet plaatsnauwkeurig kan bemesten. Bodemscans en taakkaarten helpen dan niet meer. PIVOT-segmenten kunnen mogelijk apart worden bediend.

Zware kleigebieden zijn gevoelig voor het dichtslaan bij beregenen. Hier is de structuur al matig. Op droge zandgronden is het risico op verbranding groter dan op minder droge gronden.

Hoe denkt u over de kosten en baten van zo'n machine?

De aanschaf van een PIVOT-systeem en een beregeningshaspel zijn ongeveer even duur (ongeveer vergeleken met de verschillende sproeibreedtes). Een extra pomp om mest bij in te pompen kost natuurlijk wel extra. Mogelijk zijn er daarnaast nog andere installaties benodigd voor het regelen van het mengen, en moeten de installaties mogelijk geschikter gemaakt worden voor de toepassing van mest. De schatting is dat het beregenen met mest 10.000 euro duurder zal zijn.

Een mengmesttank kost al gauw een ton. Voor een beregeningsinstallatie met twee pompen kost het ongeveer evenveel. Een mengmesttank kan meer capaciteit behalen, maar een beregeningsinstallatie kan ook 's nachts werken. Het dieselgebruik van beide machines is hierbij ook een grote factor. Voor een goede vergelijking zou hierbij kosten per ha en per kuub mest moeten worden berekend, en hoeveel de arbeid hierbij uitpakt. Mogelijk komen er bij de beregeningsinstallatie ook kosten voor het gebruik van een trekker bij, indien deze mest of water pompt/mengt.

Dealers werken tegenwoordig meer met lease vergeleken met vroeger. Een machine aankopen en verhuren lijkt minder voordelig, aangezien deze alleen van 15 februari tot 15 augustus zou kunnen worden ingezet. Ook hierbij zou er een goede vergelijking gemaakt moeten worden met een gangbare lease.

Bij het werken met de machine zouden kosten voor diesel, water en arbeid komen. Het dieselgebruik zou mogelijk meer kunnen worden, mogelijk minder, afhankelijk van de situatie. Ook de beschikbaarheid van water speelt hierbij mee. Arbeid is een factor die of niet meespeelt doordat er evenveel arbeid benodigd is, of een grote besparing kan worden doordat het systeem grotendeels geautomatiseerd is. Ook dit is afhankelijk van de situatie.

Qua loonwerk is de besparing weer afhankelijk van het kostenplaatje, hoeveel het kost per uur en of het in de arbeidsfilm past. Als er echt grote voordelen optreden omtrent opbrengst dan biedt het opties. Ook de situatie omtrent droogte hangt erg af van de kosten. Als er al beregend wordt scheelt dit erg in de kosten. De capaciteit bij beregenen is wel een grote belemmerende factor.

Het rond maken van de economische vergelijking wordt erg lastig, door de vele verschillende situaties die in Nederland aanwezig zijn. In het algemeen zou het wel mogelijk zijn om dit systeem in te voeren, dat is bij mestinjectie ook gebeurt. De vraag is of dit voor de loonwerker ruimte geeft om te investeren of dat de investeringen in mestinjectie niet meer terugverdiend kunnen worden. Opstellen van het probleemoplossend vermogen van dit systeem is belangrijk om systeemontwikkeling te bevorderen. Als de overheid dit probleem en de oplossing oppikken, dan gaat het snel.

Qua kunstmest geeft dit systeem mogelijk voordelen, als het daadwerkelijk een hogere efficiëntie van je bemesting geeft. Hierdoor is er minder kunstmest nodig. Vanuit de overheid en de maatschappij wordt dit al gestimuleerd, ook vanwege het feit dat kunstmest uit fossiele brandstoffen komt. Olie is daarentegen niet bijzonder duur. Financieel gezien is stikstofkunstmest dus ook niet duur. Dat geeft een rem op innovatie voor bemestingsefficiëntie. De aandacht voor het bodemleven is aan het toenemen, daarbij is de tendens om minder kunstmest te gebruiken. Ook wordt de

productie van olie geremd, wat de olieprijs op den duur zal laten stijgen, en dus voor kunstmest ook. Als de efficiëntie kan worden aangetoond, wordt het ook aantrekkelijker voor ondernemers. Daarnaast bestaat de kans dat de kunstmestproductie aan banden wordt gelegd, omwille van de CO₂-productie. Mogelijk wordt kunstmest later alleen ingezet als correctiemiddel, tenzij er een tekort is aan dierlijke mest, wat door de tendens naar plantaardig eiwit in de toekomst ook kan optreden. Momenteel is er juist te veel mest. Er is wel zekerheid nodig vanuit het beleid, anders wordt het investeren in een dergelijke machine erg oninteressant.

De voordelen die de machine zal leveren omtrent de verhoging van opbrengst zullen aangetoond moeten worden. Dit zal veel onderzoek vragen, doordat dit erg moeilijk aan te tonen is. Er zijn al veel experimenten uitgevoerd, maar het is moeilijk om relaties tussen welke handeling welk effect heeft te splitsen.

Hoe denkt u dat zo'n installatie past binnen de huidige wet- en regelgeving?

Bovengronds uitrijden is in het huidige beleid niet mogelijk. Beregenen zelf geeft tegenwoordig ook al meer problemen in verband met de droogte, verzilting en het niet mogen beregenen van aardappelen. Ook het gebruik van bronwater zal in de toekomst bemoeilijkt worden. Voor het klimaat en het toepassen van duurzaam bodembeheer geeft het systeem grote mogelijkheden. Dit kan ook stimulering vanuit de overheid geven. Als er een meerwaarde is dan zullen er waarschijnlijk investeringssubsidies worden opgesteld.

De geuroverlast hangt erg af van de concentratie van mest. Als er wordt beregend met een deel mest, dan zal de concentratie mest erg laag zijn. In combinatie met huidige beregening is dit systeem goed toepasbaar. Wel is onduidelijk wanneer het bovengronds uitrijden is en wanneer het beregenen is met meststoffen.

Overig

Een idee voor vervolgonderzoek zou zijn om Cumela te vragen over hoe zij denken over het gebruik van een dergelijke installatie in loonwerk.