

Postbus 47 | 6700 AA Wageningen

Ministerie van Economische Zaken
Directie Agro en Natuurkennis (ANK)
t.a.v. de Directeur de heer ir. M.A.A.M. Berkelmans
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Geachte heer Berkelmans,

Op uw verzoek heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) een advies opgesteld over de borging van het gebruik en de adequate werking van alternatieve mesttoedieningssystemen voor sleepvoet en sleufkouter (zie bijlage).

In het kader van het verder terugdringen van de ammoniakemissie is in de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) de afspraak gemaakt dat ook voor klei- en veengebieden toediening van mest in strookjes op de grond tussen het gras of in ondiepe sleufjes, waarbij niet alle mest in de sleufjes komt, verboden wordt. In reactie daarop zijn een alternatieve toedieningstechnieken ontwikkeld. Deze alternatieve technieken zijn gebaseerd op onder andere verdunning van mest, het inspelen of besproeien van de mest met water of het toedienen van mest in kuiltjes in de grond.

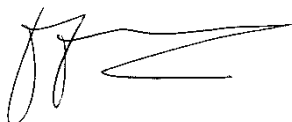
Voor de borging van de effectiviteit van mesttoediening moet de methodiek, techniek en het vereiste resultaat worden beschreven, waarbij nog onderscheid gemaakt moet worden tussen controle tijdens de mesttoediening en controle naderhand. De borging van systemen op basis van verdunde mest heeft de CDM nader uitgewerkt. De borging van de andere toedieningssystemen zijn op hoofdlijnen beschreven.

Voor de borging zijn eisen gesteld aan de hoeveelheden mest en water die worden aangevoerd, en aan de metingen die aantonen hoeveel water en/of verdunde mest worden toegediend. Ook moet de locatie en tijd van toediening worden vastgelegd. Voor de controle op juiste toepassing van de techniek en handhaving dient het systeem voorzien te zijn van de verschillende technische voorzieningen, zoals bijvoorbeeld flow- en EC-meters en GPS.

Borging en controle van een juiste werking van de alternatieve toedieningssystemen vraagt aanzienlijk investeringen van de gebruiker (indicatie: > 15.000 Euro per toedieningssysteem). Daarnaast zijn er kosten voor keuring en registratie en kosten voor fabrikanten.

Ik hoop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Hoogachtend,



Prof.dr. Oene Oenema

cc. drs. R.P. van Brouwershaven, Directeur Directie Plantaardige Agroketens en Voedselkwaliteit (PAV)
ing. J. Van Vliet, ministerie van EZ, directie PAV
dr.ir. G.L. Velthof (secretaris CDM)

WOT Natuur & Milieu

DATUM
13 juli 2017

ONDERWERP
CDM-advies 'Borging
alternatieve mesttoedienings-
systemen'

ONS KENMERK
1716236/WOTNM/JE

POSTADRES
Postbus 47
6700 AA Wageningen

BEZOEKADRES
Wageningen Campus
Gebouw 101 / Bodenummer
554
Droevendaalsesteeg 3
6708 PB Wageningen

INTERNET
www.wur.nl/wotnatuurenmilieu

KvK NUMMER
09098104

CONTACTPERSOON
J.W. Eimers

TELEFOON
0317-485471

E-MAIL
jolanda.eimers@wur.nl

Advies beoordeling emissiereductie alternatieve mesttoedieningstechnieken

Commissie Deskundigen Meststoffenwet

30 augustus 2017

Samenvatting

Voor grasland gelegen op klei- en veengrond is het vanaf 1 januari 2018 in beginsel niet langer toegestaan om drijfmest of vloeibaar zuiverings-slib op de bodem toe te dienen. Toediening is vanaf dan alleen toegestaan met een machine die de mest in de grond brengt (via bijvoorbeeld een zodenbemester), om de emissie van ammoniak te beperken.

In het kader van de 'Overeenkomst Generieke Maatregelen' van 18 maart 2014 hebben LTO Nederland, Cumela Nederland en de NMV toegezegd te zullen bevorderen dat alternatieve toedieningstechnieken worden ontwikkeld. Deze alternatieve mesttoedieningssystemen kunnen door de overheid worden toegestaan voor gebruik in de praktijk, mits de effectiviteit is aangetoond. Aan deze alternatieve systemen wordt de eis gesteld dat de ammoniakemissie tijdens het uitrijden van de drijfmest vergelijkbaar of lager is dan die bij gebruik van een zodenbemester (onder vergelijkbare omstandigheden). Bovendien mogen deze systemen geen andere nadelen geven voor het milieu en moeten ze handhaafbaar zijn. Dit dient op basis van wetenschappelijk onderbouwde onderzoeksgegevens aangetoond te worden.

Het ministerie van Economische zaken heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) gevraagd om de emissiereductie van de volgende vijf alternatieve mesttoedieningstechnieken te beoordelen:

- Kouter-waterbemester
- Duo-spraybemester
- Pulse-trackbemester
- Zodenbemester met afdekken via gewasresten
- Mest verdunnen met water

De eerste vier zijn ontwikkeld en getest binnen het kader van het subsidieprogramma Small Business Innovation Research (SBIR) van EZ. Het laatst genoemde systeem is ontwikkeld door LTO. De resultaten van de testen (veldproeven) zijn door de CDM getoetst aan de hand van een protocol dat ten behoeve van deze beoordeling is opgesteld.

De conclusies zijn:

- De emissiereductie die in de veldproeven werd gerealiseerd met de Kouter-waterbemester is niet gelijkwaardig of lager dan die bij zodenbemesting.
- De emissiereductie die in de proeven werd gerealiseerd met de Duo-spraybemester is niet gelijkwaardig of lager dan die bij zodenbemesting.
- De emissie bij de Pulse-trackbemester is gelijkwaardig of lager dan die bij zodenbemesting.
- De zodenbemester waarbij de toegediende mest met gewasresten wordt afgedekt, voldoet reeds aan de eisen van emissiearme mesttoediening op grasland, zoals gesteld in het Besluit Gebruik Meststoffen. Dit systeem is daarom verder niet beoordeeld.
- De emissie bij toediening van met water verdunde mest met een verdunningsfactor van 1 : 1 en van 1 (mest) : 0,5 (water) met de sleepvoet is gelijkwaardig of lager dan die bij zodenbemesting. De emissie bij toediening van verdunde mest met een verdunningsfactor van 1 (mest) : 0,25 (water) met de sleepvoet is niet gelijkwaardig of lager dan die bij zodenbemesting.

Inleiding

Voor grasland gelegen op klei- en veengrond is het vanaf 1 januari 2018 in beginsel niet langer toegestaan om drijfmest of vloeibaar zuiverings-slib op de bodem toe te dienen. Voor grasland gelegen op zand- en lössgrond is toediening van drijfmest op de bodem reeds vanaf 2010 verboden (Staatsblad 2014, nr. 462). Toediening is vanaf dan alleen toegestaan met een machine die de mest in de grond brengt (via bijvoorbeeld de zodenbemester).

Voorname maatregelen zijn ingesteld om de ammoniakemissie bij mesttoediening verder te beperken teneinde de doelen voor vermindering van de ammoniakdepositie op de natuur te realiseren. Toediening van mest op de grond geeft namelijk een hogere ammoniakemissie dan toediening van mest in de grond. In het kader van Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) is daarom afgesproken om de sleepvoetbemester, die mest op de grond legt, te verbieden.

Sindsdien zijn er enkele alternatieve mesttoedieningssystemen in ontwikkeling, die bij gebleken potentie door de overheid kunnen worden toegestaan voor gebruik in de praktijk¹. Aan deze alternatieve systemen en technieken wordt de eis gesteld dat de ammoniakemissie tijdens het uitrijden van de drijfmest vergelijkbaar of lager is dan die bij gebruik van een zodenbemester (onder vergelijkbare omstandigheden). Bovendien mogen de alternatieve systemen geen andere milieu-nadelen geven, en ze moeten controleerbaar en handhaafbaar zijn. Dit dient op basis van wetenschappelijk onderbouwde onderzoeksgegevens aangetoond te worden.

In Tabel 1 worden de emissiefactoren getoond die nu gebruikt worden voor de landelijke berekeningen van de ammoniakemissie bij toediening van mest (Van Bruggen et al., 2015). De emissiefactoren van de alternatieve systemen moet gelijk zijn aan of lager zijn dan die van de zodenbemester, d.w.z. $\leq 19\%$ van het ammonium-N gehalte in de mest.

Het ministerie van Economische Zaken heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) gevraagd om een onderbouwd advies op te stellen over de bruikbaarheid en betrouwbaarheid van enkele alternatieve mesttoedieningssystemen (Annex 1). Het advies dient te worden gebaseerd op basis van rapportages en onderzoeksgegevens die tot stand zijn gekomen in het kader van de subsidieregeling "*SBIR Terugdringen ammoniakuitstoot: Uitrijden van mest*". Het ministerie van EZ heeft gevraagd om de rapportages over de volgende vijf mesttoedieningstechnieken te beoordelen:

- Kouter-waterbemester
- Duo-spraybemester
- Pulse-trackbemester
- Zodenbemester met afdekken met gewasresten
- Mest verdunnen met water

¹ "In het kader van de Overeenkomst generieke maatregelen in verband met het programma aanpak stikstof van 18 maart 2014, hebben LTO Nederland, Cumela Nederland en de NMV toegezegd te zullen bevorderen dat alternatieve technieken voor de sleepvoetmethode worden ontwikkeld die eenzelfde of een hogere emissiereductie geven als het injecteren van mest in de bodem. Er lijken op dit moment enkele succesvolle alternatieven ontwikkeld te gaan worden binnen de systemen die in onderzoek zijn. Van regeringszijde is toegezegd succesvol ontwikkelde alternatieve systemen te zullen toestaan als deze geen andere milieunadelen geven en handhaafbaar zijn." (Staatsblad 2014, nr. 462).

Tabel 1. Emissiefactoren bij mesttoediening (% van het gehalte aan ammonium-N in de mest)*.

Grasland	
zodenbemester (in sleufjes in de grond)	19,0
sleufkouter (deels in sleufjes in de grond en deels op de grond)**	22,5
sleepvoet (in strookjes op de grond, waarbij eerst het gras terzijde wordt geschoven)	26,0
bovengronds	74,0

Bronnen (Zie Bijlage 1): Huijsmans en Schiis (2009), Huijsmans en Hol (2012). Zie ook Van Bruggen *et al.* (2015)

**Nb. In de praktijk wordt een sleepvoetenmachine zoals die begin jaren 90 is ontwikkeld niet meer toegepast. In de praktijk wordt de sleufkouter vaak als sleepvoet aangeduid en ook als zodanig gebruikt, waarbij de mest in strookjes op de grond wordt gelegd.*

*** Het ministerie van EZ heeft aangegeven dat na 2017 de sleufkouterbemester niet meer als sleepvoetbemester mag worden gebruikt. De mest moet dan volledig in de sleufjes liggen en niet deels op de grond. In het kader van controle (handhaving) is het werkresultaat dan vergelijkbaar met die van de zodenbemester.*

Het ministerie heeft gevraagd het advies uiterlijk op 31 januari 2017 op te leveren (bijlage 1). Dit is niet gelukt omdat het ministerie niet alle te beoordelen rapportages op de eerder afgesproken tijd kon aanbieden. Daar de werkgroep eerst een overzicht moest hebben om een goed beoordelingsprotocol op te stellen, kon pas later een goede start worden gemaakt. Als gevolg daarvan is het advies later opgesteld en opgeleverd. Ook is op verzoek van EZ gewacht op de rapportage van één van de systemen waarvoor nog een meting moest plaatsvinden in 2017, zodat van alle systemen tegelijk de beoordelingsrapportage wordt opgeleverd, maar dat is dan een half jaar later dan aanvankelijk gevraagd.

Werkwijze

De CDM heeft een ad hoc werkgroep geformeerd om de beoordeling van de rapportages over de vijf alternatieve mesttoedieningssystemen uit te voeren. De werkgroep bestond uit dr. W. Bussink (NMI), dr. R. Wichink Kruit (RIVM), dr. P. Demeyer (ILVO, Vlaanderen) en dr. G. Velthof (CDM, Wageningen Environmental Research). In de beschikbare onderzoeken worden de ammoniakemissies bij mesttoedieningssystemen op verschillende wijze beschreven en beoordeeld. De werkgroep heeft daarom een protocol ontwikkeld om te toetsen of met de in de rapporten gepresenteerde gegevens kan worden aangetoond dat de emissie van alternatieve mesttoedieningssystemen voldoet aan de eis van een gelijkwaardige of hogere emissiereductie (dus lagere ammoniakemissies, in procent van de toegediende ammonium-N in de mest) dan die bij zodenbemesting (Annex 2).

De beoordelingen van de rapportages over de vijf alternatieve mesttoedieningssystemen zijn uitgevoerd aan de hand van dit protocol. In Annexen 3 tot 7 staan de beoordelingen per mesttoedieningstechniek weergegeven. In de volgende paragraaf staat een samenvatting van de beoordelingen.

Beoordeling

Kouter-waterbemester (Annex 3)

Bij de Kouter-waterbemester wordt de mest toegediend via een kouterbemester. De kouter drukt het gras opzij en er wordt een smalle strook mest tussen het gras gelegd. Per kouter element is een sproeier aanwezig die over elke meststrook een waternevel sproeit. De sleufkouter is toegestaan volgens Besluit Gebruik Meststoffen (BGM). Echter, volgens de beschrijving is de mest niet in de grond gebracht, zodat de sleufkouter als sleepvoet is toegepast.

Uit de beoordeling van de beschikbare SBIR-resultaten volgt dat de ammoniakemissie bij mesttoediening met de Kouter-waterbemester niet voldoet aan de eis van gelijkwaardige of lagere ammoniakemissie vergeleken met die bij zodenbemesting. De Kouter-waterbemester voldoet zowel niet op basis van het in het protocol gestelde criterium voor individuele proeven en ook niet op basis van het criterium voor het gemiddelde van alle proeven.

De uitvoerder van het onderzoek heeft dezelfde veldproeven met zodenbemesting gebruikt voor de beoordeling van de Pulse-trackbemester, maar een aangepaste methodiek gebruikt om de emissies te berekenen. In de rapportage over de Pulse-trackbemester, die later is opgeleverd (zie onder), is de emissiefactor bij zodebemesting lager dan in het rapport over de Kouter-waterbemester, terwijl het dezelfde metingen betreft. De werkgroep heeft het ministerie van EZ gemeld dat dit wetenschappelijk niet acceptabel is. Het ministerie heeft vervolgens om een addendum bij het rapport over de Kouter-waterbemester verzocht, waarin de nieuwe rekenmethode wordt toegelicht en de emissiefactoren berekend met deze methode worden gerapporteerd. De uitvoerder heeft echter geen addendum opgeleverd. Er kon daardoor geen beoordeling uitgevoerd worden op basis van de nieuwe emissiefactoren.

Duo-spraybemester (Annex 4)

De Duo-spraybemester is een bemester die mest breedwerpig bovengronds toedient en direct daarna water over de mest sproeit, in dezelfde werkgang.

Uit de beoordeling van de beschikbare SBIR-resultaten volgt dat de ammoniakemissie bij mesttoediening met de Duo-spraybemester niet voldoet aan de eis van gelijkwaardige of lagere ammoniakemissie vergeleken met die bij zodenbemesting. In geen van de proeven realiseerde de Duo-spraybemester een emissiereductie die voldoet aan de gestelde criteria.

Pulse-trackbemester (Annex 5)

Met de Pulse-trackbemester wordt mest in kuiltjes in de grond gebracht. De maximale diepte van de gaten is 70 mm. De maximale breedte van de gaten is 57 mm. In de praktijk zal de breedte ongeveer 40 mm zijn. Dit betekent dat de Pulse-trackbemester al

bijna voldoet aan de eisen die worden gesteld in het BGM aan emissie-arme toedieningssystemen op grasland.

Uit de beoordeling van de meetresultaten volgt dat de emissie bij mesttoediening met de Pulse-trackbemester gelijkwaardig of lager is dan die bij zodenbemesting.

Zodenbemester met afdekken van de mest met gewasresten (Annex 6)

In dit systeem wordt mest met de zodenbemester toegediend en daarna wordt de mest met gras iets afgedekt. De toedieningstechniek is gebaseerd op de zodenbemesting, een techniek die voldoet aan de eisen beschreven in het BGM. De rapportage en onderzoeksresultaten zijn verder niet beoordeeld.

Mest verdunnen met water (Annex 7)

In dit systeem wordt verdunde mest met een sleepvoet toegediend, waarbij verdunningsfactoren van mest : water van 1 : 1, 1 : 0,5 en 1 : 0,25 zijn onderzocht.

Uit de beoordeling van de resultaten volgt dat de emissie bij toediening van verdunde mest met een verdunningsfactor van 1 : 1 en 1 : 0,5 met de sleepvoet gelijkwaardig of lager is dan die bij zodenbemesting. De emissie bij toediening van verdunde mest met een verdunningsfactor van 1 (mest) : 0,25 (water) is niet gelijkwaardig of lager dan die bij zodenbemesting.

Alle proeven zijn uitgevoerd bij een gift van 20 m³ onverdunde mest per ha. De bevindingen van deze proeven zijn niet zonder meer toe te passen op lagere giften, omdat dan minder water wordt toegediend. Een lagere watergift leidt in het algemeen tot een lagere reductie in ammoniakemissie. De drijvende kracht voor ammoniakemissie is de ammoniumconcentratie in de mest, ook wel Totaal Ammoniakaal Stikstof (TAN) genoemd. Daarnaast hebben andere factoren zoals de hoeveelheid bedekt oppervlak, pH en temperatuur een effect op de emissie. Door mest te verdunnen wordt de ammoniumconcentratie in de mest verlaagd en kan de mest ook gemakkelijker in de bodem infiltreren. De ammoniakemissie die optreedt, wordt sterk gestuurd door de weersomstandigheden en met name door de verdamping. Na toediening van de mest vindt er ammoniakemissie plaats, waardoor de ammoniumconcentratie afneemt. Gelijktijdig treedt ook waterverdamping op. Dit zorgt voor een toename van de ammoniumconcentratie. De toename van de ammoniumconcentratie door indikking van mest als gevolg van waterverdamping is sterker naarmate er minder (verdunde) mest wordt toegediend (in m³ per ha). Daarnaast kan bij een grotere verdunning de hoeveelheid TAN verder in de bodem doordringen en dus minder gemakkelijk verdampen. Dit geldt ook voor andere systemen waarin de emissie met water wordt gereduceerd.

De werkgroep merkt op dat de emissiefactoren van de sleepvoet met onverdunde mest in dit onderzoek gemiddeld hoger zijn dan de emissiefactor die voor deze techniek wordt gebruikt bij de landelijke emissie-inventarisaties (26%; Tabel 1). Dit ondanks het feit dat de meeste proeven veelal maar 48 uur hebben geduurd en dus de werkelijke emissiefactor waarschijnlijk nog een fractie hoger zal zijn (omdat ook na 48 uur na toediening vaak nog emissie optreedt). Gemiddeld komen de gerapporteerde proeven uit

op 33% als emissiefactor voor de sleepvoet. Ondanks deze hogere emissie bij de referentiemethode is de emissiereductie ten gevolge van verdunning met een verhouding mest : water van 1 : 1 en 1: 0,5 zo groot dat een gelijkwaardige of lagere emissiefactor als bij zodenbemesting aannemelijk gemaakt is. Dit komt ook tot uitdrukking in de gemiddelde emissiefactoren van 18% en 16% voor de proeven met respectievelijk 1 : 1 en 1 : 0,5 verdunning. Deze emissiefactoren zijn lager dan de referentiewaarde voor zodenbemesting (19%; Tabel 1). Dit geldt niet voor de 1 : 0,25 verdunning, waar de gemiddelde emissiefactor 33% bedroeg op basis van 3 metingen.

Annex 1. Adviesvraag

Aan Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM)
t.a.v. secretaris dr. ir. G. Velthof
Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen

Datum: 9 november 2016

Betreft: Verzoek om advies: Beoordeling vergelijkbaarheid bemestingsystemen

Geachte leden van de CDM,

Vanaf 1 januari 2018 is het voor de aanwending op grasland gelegen op klei- en veengrond in beginsel niet langer toegestaan drijfmest of vloeibaar zuiveringsslib op de bodem te brengen; op zand- en lössgrond is dat reeds vanaf 2010 verboden (Staatsblad 2014, nr. 462). Uitrijden van drijfmest op grasland op klei- en veengrond is vanaf dan alleen toegestaan met een machine die de mest in de grond brengt (zodebemester) of met de sleepvoetmachine in combinatie met een mestaanvoerende sleepslang waarbij verdunde mest wordt toegepast. De beperking van de ammoniakdepositie is nodig om de doelen voor vermindering van de ammoniakdepositie op de natuur te realiseren. In het kader van Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) is daarom afgesproken de sleepvoetbemester te verbieden.

Op dit moment zijn enkele alternatieven in ontwikkeling. Daarvan maken de meeste gebruik van het principe van mestverdunding met water of water sproeien over mest. Eind 2016 dienen de onderzoeksresultaten van de alternatieven gereed te zijn.

De volgende systeemprincipes zijn in ontwikkeling:

1. Drijfmest uitrijden met een sleepvoetbemester al dan niet via een sleepslang waarbij verdunnen met water of spuiten van water over de uitgereden mest wordt toegepast;
2. Breedwerpig drijfmest uitrijden (niet in sleuven of stroken) met een bovengronds uitrijdsysteem waarbij water direct na het verspreiden van de mest over de mest wordt gespreid;
3. Drijfmest uitrijden met een bemester die de mest in de grond brengt.

De eis die aan alternatieve systemen gesteld wordt is dat de ammoniakemissie tijdens het uitrijden van de drijfmest vergelijkbaar of lager is dan die bij gebruik van een zodebemester (onder vergelijkbare omstandigheden). Dit dient op basis van wetenschappelijk onderbouwde onderzoeksgegevens aangetoond te worden.

Verzoek om advies en doel ervan:

Wij verzoeken u om voor de staatssecretaris van het ministerie van Economische Zaken (EZ) een onderbouwd advies op te stellen over de bruikbaarheid en betrouwbaarheid van de systeemrapportages van 4 systemen. Deze rapportages zullen in de loop van november beschikbaar komen. Tevens wordt u een oordeel gevraagd over deze systemen en randvoorwaarden (in het gebruik) in het licht van de gestelde eisen.

Specifiek wordt u ook gevraagd een advies te geven over de te hanteren en toelaatbare marges van de ammoniakemissie tijdens het uitrijden van de drijfmest waarbij, in wetenschappelijk opzicht, de emissie significant vergelijkbaar of lager is dan bij gebruik van een zodebemester (onder vergelijkbare omstandigheden).

Het advies wordt uiterlijk op 31 januari 2017 opgeleverd.

Richt uw uit te brengen advies aan:

- de directeur van Directie Agrokennis (DAK), dhr. ir. M.A.A.M. Berkelmans en
- de directeur van directie Plantaardige Agroketens en Voedselkwaliteit (PAV), dhr. Drs. R.P. van Brouwershaven.

Voor inhoudelijke informatie over dit verzoek kunt u contact opnemen met dhr. Ing. J. van Vliet,

Met vriendelijke groet,

Leo Oprel (l.oprel@minez.nl)
Ministerie van Economische Zaken
Directie Agro- en Natuurkennis
Postbus 20401
2500 EK 's-GRAVENHAGE

Annex 2. Protocol toetsing alternatieve emissiearme mesttoedienings-technieken. Versie 1.0

Inleiding en doel

Voor grasland gelegen op klei- en veengrond is het vanaf 1 januari 2018 in beginsel niet langer toegestaan om drijfmest of vloeibaar zuiveringsslib toe te dienen op de bodem. Voor grasland gelegen op zand- en lössgrond is toediening van drijfmest op de bodem reeds vanaf 2010 verboden (Staatsblad 2014, nr. 462). Toediening is vanaf dan alleen toegestaan met een machine die de mest in de grond brengt (via bijvoorbeeld de zodenbemester).

Voorname maatregelen zijn ingesteld om de ammoniakemissie bij mesttoediening verder te beperken teneinde de doelen voor vermindering van de ammoniakdepositie op de natuur te realiseren. Toediening van mest op de grond geeft namelijk een hogere ammoniakemissie dan toediening van mest in de grond. In het kader van Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) is daarom afgesproken de sleepvoetbemester te verbieden, omdat die de mest op de grond legt.

In het kader van de Overeenkomst 'Generieke Maatregelen' van 18 maart 2014 hebben LTO Nederland, Cumela Nederland en de NMV toegezegd te zullen bevorderen dat alternatieve toedieningstechnieken worden ontwikkeld. Deze alternatieve mesttoedieningssystemen kunnen door de overheid worden toegestaan voor gebruik in de praktijk mits de effectiviteit is aangetoond. Aan deze alternatieve systemen wordt de eis gesteld dat de ammoniakemissie tijdens het uitrijden van de drijfmest vergelijkbaar of lager is dan die bij gebruik van een zodenbemester (onder vergelijkbare omstandigheden), en dat de systemen geen andere milieunadelen geven en handhaafbaar zijn. Dit dient op basis van wetenschappelijk onderbouwde onderzoeksgegevens aangetoond te worden.

In Tabel 1 worden de emissiefactoren getoond die nu gebruikt worden voor de landelijke berekeningen van de ammoniakemissie bij toediening van mest (Van Bruggen et al., 2015). De emissiefactor van de zodenbemester is 19% van de ammonium-N in de mest.

Tabel 1. Emissiefactoren bij mesttoediening (% van ammonium-N)*

Grasland	
zodenbemester (in sleufjes in de grond)	19,0
sleufkouter (deels in sleufjes in de grond en deels op de grond)**	22,5
sleepvoet (in strookjes op de grond, waarbij eerst het gras terzijde wordt geschoven)	26,0
bovengronds	74,0

Bronnen: Huijsmans en Schils (2009), Huijsmans en Hol (2012). Zie ook Van Bruggen et al. (2015)

*Nb. In de praktijk wordt een sleepvoetenmachine zoals die begin jaren 90 is ontwikkeld niet meer toegepast. In de praktijk wordt de sleufkouter vaak als sleepvoet aangeduid en ook als zodanig gebruikt, waarbij de mest in strookjes op de grond wordt gelegd.

** Het ministerie van EZ heeft aangegeven dat na 2017 de sleufkouterbemester niet meer als sleepvoetbemester mag worden gebruikt. De mest moet dan volledig in de sleufjes liggen en niet deels op de grond. In het kader van controle (handhaving) is het werkresultaat dan vergelijkbaar met die van de zodenbemester.

Het ministerie van Economische Zaken heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) gevraagd om een onderbouwd advies op te stellen over de bruikbaarheid en betrouwbaarheid van enkele alternatieve mesttoedieningssystemen. Om een objectieve beoordeling van de nieuwe mesttoedieningssystemen te kunnen maken, heeft de CDM een protocol ontwikkeld om te toetsen of met de aangeleverde gegevens kan worden aangetoond dat de emissies van alternatieve mesttoedieningssystemen voldoet aan de eis van gelijkwaardige of lagere emissie dan die van zodenbemesting. Dat protocol wordt hieronder beschreven.

Protocol

Elk systeem wordt beoordeeld op basis van onderstaande stappen.

1. Is er een wetenschappelijk rapport beschikbaar met een beschrijving van onderzoek (proefopzet, meetmethode, omstandigheden, berekening emissiefactor)? Indien nee, dan kan het systeem niet worden beoordeeld.
2. Voldoet het mesttoedieningssysteem aan de eisen voor emissiearme mesttoedieningstechnieken voor grasland vermeld in het Besluit Gebruik Meststoffen? Indien ja, dan hoeft het systeem niet te worden getoetst.
3. Zijn de veldproeven, grondsoort, mesttoedieningshoeveelheid en mesttoedieningssysteem (ook de referentie van mesttoediening) voldoende beschreven?
4. Is de werking van het nieuwe systeem voldoende beschreven, zodat het werkingsprincipe (waarom leidt de techniek tot reductie van ammoniakemissie) en het verschil met bestaande technieken geduid kan worden?
5. Is de proefopzet voldoende wetenschappelijk verantwoord om te toetsen dat de ammoniakemissie van een aanwendingstechniek gelijkwaardig is aan die van zodenbemesting?
 - Wordt de aanwendingstechniek direct vergeleken met zodenbemesting?
 - Indien de aanwendingstechniek niet direct is vergeleken met zodenbemesting (bv. omdat op veengrond geen zodenbemesting kan worden toegepast), is er dan een andere wijze waarop wetenschappelijk kan worden getoetst of een systeem een gelijkwaardige of lagere emissie heeft dan die van de zodenbemester.
6. Is de meetmethode van ammoniakemissie wetenschappelijk verantwoord en voldoet de meetmethode aan het VERA-protocol²? Zijn er minimaal drie proeven uitgevoerd en is een emissiefactor op de juiste manier vastgesteld (drie proeven is het minimum, conform het VERA-protocol)?

² http://www.vera-verification.eu/fileadmin/download/Test_programs/Land_applied_manure.pdf

7. Zijn de aanwendingsmethode en de omstandigheden (weer, bodem, gewas, mestsamensstelling) met voldoende detail beschreven voor een beoordeling van de ammoniakemissie en de emissiereductie?
8. Zijn er omstandigheden geweest waardoor de meetresultaten niet of beperkt bruikbaar zijn (bijvoorbeeld alleen toepasbaar voor een bepaalde situatie)?
9. Zijn de onzekerheden in de metingen voldoende beschreven?
10. De voorwaarde voor toelating van een nieuwe techniek is dat de emissiefactor van de nieuwe techniek lager of gelijk is aan die van zodenbemesting. Om dit aan te tonen mag eventueel gebruik worden gemaakt van emissiefactormetingen, die niet met een zodenbemester zijn uitgevoerd. Daarbij moet aan de volgende voorwaarden zijn voldaan:
 - elke meting/proef afzonderlijk moet voldoen aan:

$$EF_{\text{nieuwe techniek}}(\text{meting}) \leq \frac{EF_{\text{zodenbemesting}}(\text{NEMA})}{EF_{\text{referentiemethode}}(\text{NEMA})} \times EF_{\text{referentiemethode}}(\text{meting}) + 5\%$$

Waarin,

$EF_{\text{nieuwe techniek}}(\text{meting})$	= de emissiefactor (in %) van de nieuwe techniek die is vastgesteld in de meting/proef;
$EF_{\text{zodenbemesting}}(\text{NEMA})$	= de emissiefactor (in %) van zodenbemester in NEMA (Tabel 1)
$EF_{\text{referentiemethode}}(\text{NEMA})$	= de emissiefactor (in %) van de referentiemethode in NEMA (Tabel 1)
$EF_{\text{referentiemethode}}(\text{meting})$	= de emissiefactor (in %) van de referentiemethode vastgesteld in de meting/proef;

De +5% wordt gebruikt om rekening te houden met meetonzekerheden. Dus indien de zodenbemester wordt gebruikt, dan wordt toegestaan dat de emissie van de nieuwe techniek in één of meerdere proeven maximaal 5% hoger is dan de emissie van zodenbemesting, mits voldaan wordt aan het hieronder genoemde criterium voor de gemiddelde emissie.

Voorbeeld: bij het verdunnen van mest vergeleken met referentiemethode sleepvoet geldt dat elke meting afzonderlijk moet voldoen aan:

$$EF_{\text{verdunding}}(\text{meting}) \leq 19\%/26\% * EF_{\text{sleepvoet}}(\text{meting}) + 5\%$$

- en voor het gemiddelde van de (minimaal 3) metingen/proeven moet gelden dat:

$$EF_{\text{nieuwe techniek}}(\text{meting, gem}) \leq \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{EF_{\text{zodenbemesting}}(\text{NEMA})}{EF_{\text{referentiemethode}}(\text{NEMA})} \times EF_{\text{referentiemethode}}(\text{meting}_i) \right)$$

waarin,

$EF_{\text{nieuwe techniek}}(\text{meting, gem})$	= de gemiddelde emissiefactor (in %) die is vastgesteld in de metingen/proeven (n is het aantal metingen/proeven);
---	--

11. Eindoordeel: Heeft de getoetste aanwendingstechniek een gelijkwaardige ammoniakemissie als zodebemesting.
- o Indien ja, eventueel aangeven of dit voor specifieke condities geldt.
 - o Indien nee, heeft de techniek perspectieven?
 - o Indien de techniek toch perspectiefvol is, wat zijn de aanbevelingen voor leveren gegevens/uitvoeren onderzoek, die nodig zijn voor een nieuwe beoordeling?

Referenties

Huijsmans, J.F.M. & R.L.M. Schils (2009). Ammonia and nitrous oxide emissions following field application of manure: state of the art measurements in the Netherlands. International Fertiliser Society (IFS), Proceedings No. 655.

Huijsmans, J.F.M. & J.M.G. Hol (2012). Ammoniakemissie bij mesttoediening in wintertarwe op kleibouwland. Rapport 446. Plant Research International, Wageningen-UR, Wageningen.

Van Bruggen, C., Bannink, A., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2015). Emissies naar lucht uit de landbouw 1990-2013. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-technical report 46. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.

Annex 3. Beoordeling emissiereductie bij de Kouter-waterbemester

1. *Is er een wetenschappelijk rapport beschikbaar met een beschrijving van onderzoek (proefopzet, meetmethode, omstandigheden, berekening emissiefactor)? Indien nee, dan kan het systeem niet worden beoordeeld.*

Ja,

Hensen, A., W.C.M. van den Bulk, B.F. van Egmond, D. van Dinther, K.F.A. Frumau, J. Deru, J. Pijlman, C.R. Flechard, M. Bell and A. Neftel (2016) Rapportage emissiemetingen ammoniak Slootsmidbemester, ECN-X—16-162.

De uitvoerder van het onderzoek heeft de methodiek om emissies te berekenen aangepast in de rapportage van de Pulse-trackbemester die later is opgeleverd. Hierdoor is de emissiefactor bij zodebemesting in het rapport over de Kouter-waterbemester anders (hoger) dan die in het rapport over de Pulse-trackbemester, terwijl het dezelfde metingen betreft. De werkgroep heeft het ministerie van EZ gemeld dat dit wetenschappelijk niet acceptabel is. Zij heeft verzocht om een addendum bij het rapport over de Kouter-waterbemester, waarin de nieuwe rekenmethode wordt toegelicht en de emissiefactoren berekend met deze methode worden gerapporteerd. Het ministerie van EZ heeft om die addendum gevraagd, maar de uitvoerder heeft geen addendum opgeleverd. Er kon daardoor geen beoordeling uitgevoerd worden op basis van de nieuwe emissiefactoren.

2. *Voldoet het mesttoedieningssysteem aan de eisen voor emissiearme mesttoedieningstechnieken voor grasland vermeld in het Besluit Gebruik Meststoffen? Indien ja, dan hoeft het systeem niet te worden getoetst.*

Nee, er is een zogenaamde kouter-water bemester getest. De sleufkouter is toegestaan volgens BGM. Volgens de beschrijving is de mest echter niet in de grond gebracht, zodat de sleufkouter als sleepvoet is toegepast. De sleepvoet is vanaf 1 januari 2018 niet meer toegestaan.

3. *Welke grondsoort, toedieningshoeveelheid en mesttoedieningssysteem (ook de referentie van mesttoediening) zijn getoetst?*

Er zijn twee proeven op kleigrond (Dronten) en één op veengrond (Zwolle) uitgevoerd. De mestgift was 20 m³ per ha voor zowel de zodenbemester (referentie) als Kouter-waterbemester, behalve in de proef in Zwolle waar 11 m³ per ha is toegediend via de zodenbemester (bijna de helft minder). Er is in deze proef dus niet een gelijke hoeveelheid mest toegediend met de zodenbemester en de Kouter-waterbemester.

4. *Is de werking van het nieuwe systeem voldoende beschreven, zodat het werkingsprincipe (waarom leidt de techniek tot reductie van ammoniakemissie) en het verschil met bestaande technieken geduid kan worden?*

Ja, er is een uitgebreid rapport aanwezig met beschrijving van de werking, inclusief tekeningen en foto's. Er wordt mest toegediend met een sleufkouter, die als sleepvoet wordt gebruikt, en direct gevolgd door een spray van water over de mestband (ongeveer 1 m³ per ha). Dit zorgt voor een waterfilm over de mest, wat een beperkende werking heeft op de ammoniakemissie.

5. *Is de proefopzet wetenschappelijk verantwoord om te toetsen dat de ammoniakemissie van een aanwendingstechniek gelijkwaardig is aan zodenbemesting?*

Ja, er zijn paarsgewijze metingen met de IHF-methode (massabalans) uitgevoerd, waarmee de ammoniakemissie bij de zodenbemester en Kouter-waterbemester is gemeten.

Het rapport laat zien dat de windsnelheid in de hoogte goed door een logaritmische functie wordt beschreven, maar de concentratie in de hoogte niet altijd, terwijl de standaard rekenmethode deze functie wel voorschrijft. Doorrekening van de effecten van de keuze voor de verschillende fitfuncties laat echter geen ander beeld zien ten aanzien van de vergelijking tussen de verschillende technieken. De afgeleide emissiefactoren zijn met de powerfitfunctie een paar procent lager dan bij gebruik van de LOG-fitmethode. De werkgroep vindt dit een interessante bevinding die ook bij andere experimenten aandacht verdient. Oftewel, hoe goed is de fitfunctie door de concentraties op de verschillende hoogtes en tot welke onzekerheid leidt dit in de emissieschatting? Voor de onderlinge vergelijking met de zodenbemester is dit echter niet doorslaggevend, omdat bij beide technieken dezelfde fitfuncties zijn gebruikt.

De waarde voor de ammoniakconcentratie op 330 cm wordt verondersteld gelijk te zijn aan de achtergrondwaarde, wat meestal een redelijke schatting is indien er geen storende invloed is, zoals weidend vee, op een nabij gelegen perceel. Een storende invloed kan ervoor zorgen dat het concentratieprofiel en de ammoniakconcentraties van de binnenkomende lucht per meetveldje verschillen. Er waren loslopende schapen in de tweede proef op de locatie Dronten. Er staat in het rapport dat de zodenbemester plot in het tweede experiment in Dronten minder beïnvloed is door de weidende schapen dan het veldje waarop bemest is met de Kouter-waterbemester. Om de aanname 'de NH₃ concentratie op 330 cm is gelijk aan de achtergrondwaarde' te mogen gebruiken gelden twee randvoorwaarden:

- a) Of het concentratieprofiel van de binnenkomende lucht is voor beide velden gelijk of
- b) Het concentratieprofiel is constant met de hoogte en dan maakt het niet uit of op het ene veld een iets hogere concentratie wordt gemeten dan op het andere veld.

Voorwaarde a) zal niet opgaan omdat het veldje waarop bemest is met de Kouter-waterbemester veel dichterbij het schapenperceel lag dan het andere. Voorwaarde b) gaat waarschijnlijk ook niet op. Voordat je een constant concentratieprofiel hebt, moet je op grote afstand van het schapenperceel zitten. Dat betekent in feite dat er voor de laatste twee meetperioden op een ongelijke manier is gecorrigeerd. De beoordelingscommissie heeft daarom ook een beoordeling uitgevoerd waarbij de laatste twee meetperioden buiten beschouwing zijn gelaten. De emissiefactor in dit

experiment wordt dan op basis van een visuele schatting van de curves in Figuur 24, 32% voor de Kouter-waterbemester en 37% voor de zodenbemester.

6. *Is de meetmethode van ammoniakemissie wetenschappelijk verantwoord en voldoet de meetmethode aan het VERA-protocol³? Zijn er minimaal drie proeven uitgevoerd waarin een emissiefactor is vastgesteld (drie is het minimum conform het VERA-protocol)?*

Er zijn drie proeven uitgevoerd; dit voldoet aan het VERA-protocol.

Er zijn enkele kanttekeningen bij de uitvoering:

- Er waren loslopende schapen op de locatie Dronten. Er is een correctie vanwege de schapen doorgevoerd vanaf 48 uur. Het is door de auteurs van het rapport onvoldoende duidelijk gemaakt wat het effect van deze correctie is (zie hierboven bij punt 5). Dit zou gedaan kunnen worden door voor een correct uitgevoerde proef de gebruikte correctie toe te passen en te vergelijken met de emissiefactor wanneer niet gecorrigeerd wordt. Deze wetenschappelijke tekortkoming zou dus kunnen worden opgelost. Veruit het grootste deel van de emissie komt tot stand binnen de eerste 24 uur. Men had ook de gerealiseerde emissiereductie moeten noemen tot aan het moment dat er een verstoring optrad (de werkgroep heeft deze geschat op 32% voor de Kouter-waterbemester en 37% voor de zodenbemester).
 - De door de zodenbemester aangebrachte hoeveelheid mest was op de locatie in Zwolle lager dan gepland en lager dan bij de Kouter-waterbemester. Bekend is dat bij kleine giften de emissie relatief hoger is dan bij hoge giften (kleinere "watergift"). Daar staat tegenover dat bij een kleine gift de mest dieper in de sleuf ligt wat gunstig is om een lage emissie te bewerkstelligen. Wat dit per saldo betekent (te hoog of te laag) voor de emissiefactor van de zodenbemester is lastig aan te geven.
 - Er zijn correcties uitgevoerd voor de vorm van de plot, omdat de vorm van plot die met de zodenbemester was bemest niet rond was. Deze correctie lijkt gerechtvaardigd en correct te zijn doorgevoerd.
7. *Zijn de aanwendingsmethode en de omstandigheden (weer, bodem, gewas, mestsamenstelling) met voldoende detail beschreven voor een beoordeling van de ammoniakemissie?*

Er is een uitgebreide beschrijving gegeven van de mestsamenstelling en mestgift in de Bijlage van het rapport.

Er worden geen resultaten van het weer (neerslag en wind) gepresenteerd voor het eerste experiment. Wel voor het tweede en niet voor het derde experiment. Deze gegevens zouden eventueel nog kunnen worden nagevraagd, want ze worden wel benoemd bij de beschrijving van de meetopstelling. Eventueel zou deze informatie

³ http://www.vera-verification.eu/fileadmin/download/Test_programs/Land_applied_manure.pdf

kunnen worden opgezocht voor een dichtstbijzijnd KNMI station. Het ontbreken van deze informatie wordt als niet limiterend voor deze beoordeling beschouwd, maar zou voor een volledige rapportage in de toekomst wel moeten worden opgenomen. De grondsoort is beschreven, maar er zijn verder geen gegevens over bodemsamenstelling in het rapport opgenomen. Dit heeft echter geen invloed op de beoordeling, omdat de bodemsamenstelling niet wordt betrokken bij de beoordeling. Er zijn foto's opgenomen in het rapport over hoe de mest is toegediend op grasland. Er zijn wel gegevens over de mestsamenstelling beschreven.

8. *Zijn er omstandigheden geweest waardoor de meetresultaten niet of beperkt bruikbaar zijn (bijvoorbeeld alleen toepasbaar voor een bepaalde situatie)?*

Ja, zie punt 6. Er zijn schapen in het proefveld geweest tijdens de proeven in Dronten.

In Zwolle was de hoeveelheid toegediende mest bij de zodenbemester lager dan bij de Kouter-waterbemester.

9. *Zijn de onzekerheden in de metingen beschreven?*

Ja, de concentratieprofielen zijn met verschillende formules gefit.

Er wordt een onzekerheid van $\pm 5\%$ toegekend aan de emissiefactoren voor zodenbemester en Kouter-waterbemester.

10. *De voorwaarde voor toelating van een nieuwe techniek is dat de emissiefactor van de nieuwe techniek lager of gelijk is aan die van zodenbemesting. Om dit aan te tonen mag eventueel gebruik worden gemaakt van emissiefactor metingen, die niet met een zodenbemester zijn uitgevoerd.*

In de tabel op de volgende pagina is de beoordeling op basis van het protocol gegeven. In twee van de drie metingen leidt de Kouter-waterbemester tot een hogere emissie dan de zodenbemester (juni, oktober), waarvan er één niet voldoet bij beoordeling met een tolerantie van 5% conform het protocol. Geconcludeerd wordt dat de Kouter-waterbemester niet voldoet op basis van het criterium voor individuele metingen en ook niet op basis van het gemiddelde. Hierbij moet worden opgemerkt dat zowel bij de metingen op 24-8-2016 (beweiding met schapen) als de metingen van 26-10-2016 (lagere gift zodenbemesting) er omstandigheden zijn geweest die onzekerheden introduceren bij de beoordeling van de gelijkwaardigheid van emissie ten opzichte van zodenbemesting.

11. *Eindoordeel: Heeft de getoetste aanwendingstechniek een gelijkwaardige ammoniakemissie als zodebemesting.*

De emissie bij mesttoediening met de Kouter-waterbemester is niet gelijkwaardig of lager dan die bij zodenbemester.

De uitvoerder heeft geen addendum opgeleverd met beschrijving van de rekenmethodiek en de emissiefactoren berekend met deze methode. Er kon daardoor geen beoordeling uitgevoerd worden op basis van de nieuwe emissiefactoren.

Systeem	Grondsoort	Datum mest toediening	emissiefactor, % van NH4-N	maximum EF (~zodenbemester+5%) voor individuele meting	Beoordeling
Kouter + water	Klei	13-6-2016	23		voldoet niet
Zodenbemester	Klei	13-6-2016	16	21	
Kouter + water	Klei	24-8-2016	32		voldoet
Zodenbemester	Klei	24-8-2016	40	45	
Kouter + water*	Klei*	24-8-2016*	32*		voldoet*
Zodenbemester*	Klei*	24-8-2016*	37*	42*	
Kouter + water	Veen	26-10-2016	16		voldoet
Zodenbemester	Veen	26-10-2016	13	18	
Kouter + water gemiddeld			24		voldoet niet
Zodenbemester gemiddeld			23		
Kouter + water gemiddeld*			24*		voldoet niet*
Zodenbemester gemiddeld*			22*		

*Meting van 24-8-2016 na correctie door de beoordelingscommissie zoals beschreven bij punt 5.

Annex 4. Beoordeling emissiereductie met de Duo-spraybemester

1. *Is er een wetenschappelijk rapport beschikbaar met een beschrijving van onderzoek (proefopzet, meetmethode, omstandigheden, berekening emissiefactor)? Indien nee, dan kan het systeem niet worden beoordeeld.*

Ja.

Huijsmans, J.F.M en J.M.G. Hol (2016) Ammoniakemissie bij toediening van water over mest (GreenDuo); Bovengronds breedwerpige toediening op grasland. Wageningen Plant Research, Concept rapport.

2. *Voldoet mesttoedieningssysteem aan de eisen voor emissiearme mesttoedieningstechnieken voor grasland vermeld in het Besluit Gebruik Meststoffen? Indien ja, dan hoeft het systeem niet te worden getoetst.*

Nee, het betreft bovengrondse toediening, in combinatie met water.

3. *Welke grondsoort, toedieningshoeveelheid en mesttoedieningssysteem (ook de referentie van mesttoediening) zijn getoetst?*

- Kleigrond in Kamerik
- Mesttoediening: Duo-spraybemester en als referentie de zodenbemester
- Hoeveelheid: circa 20 m³ rundermest voor beide systemen

4. *Is de werking van het nieuwe systeem voldoende beschreven, zodat het werkingsprincipe (waarom leidt de techniek tot reductie van ammoniakemissie) en het verschil met bestaande technieken geduid kan worden?*

Ja, mest wordt bovengronds toegediend en direct daarna wordt er water overheen gespreeid (de watergift is ongeveer de helft van de mestgift).

5. *Is de proefopzet wetenschappelijk verantwoord om te toetsen dat de ammoniakemissie van een aanwendingstechniek gelijkwaardig is aan zodenbemesting?*

Ja, er worden paarsgewijze metingen met de IHF-methode (massabalans) uitgevoerd van ammoniakemissie bij zodenbemesting en Duo-spraybemester.

In de rapportage wordt slechts summier ingegaan op de wijze waarop de emissie is berekend uit de concentratieprofielen van ammoniak. Gezien de recente discussie over onzekerheden in de berekeningen van emissies met deze methode, zou hier meer aandacht aan gegeven moeten worden.

6. *Is de meetmethode van ammoniakemissie wetenschappelijk verantwoord en voldoet de meetmethode aan het VERA-protocol⁴? Zijn er minimaal drie proeven uitgevoerd waarin een emissiefactor is vastgesteld (drie is het minimum conform het VERA-protocol)?*

Ja, er zijn vijf proeven uitgevoerd met een methode die voldoet aan VERA-protocol. Er is bij 4 van de 5 proeven geen 4 dagen achtereenvolgens gemeten. De eerste 48 uur zijn evenwel bepalend voor het emissiegedrag zodat de toegepaste proefopzet aanvaardbaar is voor de onderlinge vergelijking van de zodenbemester en de Duo-spraybemester.

7. *Zijn de aanwendungsmethode en de omstandigheden (weer, bodem, gewas, mestsamstelling) met voldoende detail beschreven voor een beoordeling van de ammoniakemissie?*

Er zijn gedetailleerde weersgegevens (wind en neerslag) en gegevens over mestsamstelling opgenomen in het rapport. De grondsoort is beschreven, maar er zijn verder geen gegevens over bodemsamstelling in het rapport opgenomen. Dit heeft echter geen invloed op de beoordeling, omdat de bodemsamstelling niet wordt betrokken bij de beoordeling. Er zijn foto's opgenomen in het rapport over hoe de mest is toegediend ten opzichte van grasland. Verder is er een aparte notitie met de resultaten van veldproeven naar de stikstofopname door grasland.

8. *Zijn er omstandigheden geweest waardoor de meetresultaten niet of beperkt bruikbaar zijn (bijvoorbeeld alleen toepasbaar voor een bepaalde situatie)?*

De proef is beperkt tot slechts één kleilocatie. Er zijn geen metingen uitgevoerd op veengrond. Er is één proef uitgevoerd onder natte omstandigheden (13,6 mm na 9 uur). In de overige drie proeven is geen of weinig neerslag gevallen tijdens de eerste 9 uur. In één proef (9-7-2016) is 16 m³ mest gegeven met de Duo-spraybemester en 21 m³ met de zodenbemester.

9. *Zijn de onzekerheden in de metingen beschreven?*

Nee. Zoals bij punt 6 aangegeven, zou meer aandacht gegeven moeten worden aan de onzekerheden in de berekening van emissies uit de concentratieprofielen.

10. *De voorwaarde voor toelating van een nieuwe techniek is dat de emissiefactor van de nieuwe techniek lager of gelijk is aan die van zodenbemesting. Om dit aan te tonen mag eventueel gebruik worden gemaakt van emissiefactor metingen, die niet met een zodenbemester zijn uitgevoerd.*

⁴ http://www.vera-verification.eu/fileadmin/download/Test_programs/Land_applied_manure.pdf

In onderstaande tabel wordt de beoordeling gegeven. De Duo-spraybemester voldoet in geen van de proeven aan de gestelde criteria voor emissiereductie. De emissiefactor van de Duo-spraybemester is dus niet lager of gelijk aan die van zodenbemesting.

Systeem	Datum mest toediening	Emissiefactor, % van NH₄-N	maximum EF (~zodenbemester+5%) voor individuele meting	Beoordeling
Duo-spraybemester	28-8-2015	33		voldoet niet
Zodenbemesting	28-8-2015	10	15	
Duo-spraybemester	1-4-2016	36		voldoet niet
Zodenbemesting	1-4-2016	8	13	
Duo-spraybemester	30-6-2016	49		voldoet niet
Zodenbemesting	30-6-2016	11	16	
Duo-spraybemester	9-7-2016	78		voldoet niet
Zodenbemesting	9-7-2016	34	39	
Duo-spraybemester	24-8-2016	44		voldoet niet
Zodenbemesting	24-8-2016	24	29	
Gemiddeld Duo-spraybemester		48		voldoet niet
Gemiddeld Zodenbemesting		17		

11. Eindoordeel: Heeft de getoetste aanwendingstechniek een gelijkwaardige ammoniakemissie als zodebemesting.

De ammoniakemissie bij mesttoediening met de Duo-spraybemester is niet gelijkwaardig of lager dan die bij zodenbemesting.

Annex 5. Beoordeling emissiereductie met de Pulse-trackbemester

1. *Is er een wetenschappelijk rapport beschikbaar met een beschrijving van onderzoek (proefopzet, meetmethode, omstandigheden, berekening emissiefactor)? Indien nee, dan kan het systeem niet worden beoordeeld.*

Ja.

A. Hensen, W.C.M. van den Bulk, B. van Egmond, D. van Dinther, K.F.A. Frumau, J. Deru en J. Pijlman (2016) Rapportage emissiemetingen ammoniak Duportbemester. ECN-X--16-158

2. *Voldoet mesttoedieningssysteem aan de eisen voor emissiearme mesttoedieningstechnieken voor grasland vermeld in het Besluit Gebruik Meststoffen? Indien ja, dan hoeft het systeem niet te worden getoetst.*

Dit moet het ministerie van EZ beoordelen. De mest wordt wel in de bodem gebracht (ongeveer 6-7 cm diepte), maar niet in sleuven zoals bij de zodenbemester, maar in kuiltjes. Het systeem komt dicht in de buurt van de eisen die worden gesteld in BGM. De maximale breedte van de gaten, die de constructie toelaat is 57 mm. Dit is groter dan de 50 mm die de sleuven maximaal breed mogen zijn. Maar doordat de gaten na het zogenaamde ponsen meteen weer lichtelijk dichttrekken zal de breedte van de kuiltjes in de praktijk ongeveer 40 mm zijn. Dit betekent dat er aan de eis voldaan wordt van een breedte van 50 mm. Dit is visueel te controleren.

3. *Welke grondsoort, toedieningshoeveelheid en mesttoedieningssysteem (ook de referentie van mesttoediening) zijn getoetst?*

- Twee grondsoorten: klei in Dronten en veen in Zwolle
- Twee toedieningstechnieken: zodenbemesting als referentie en Pulse-trackbemester.
- Toedieningshoeveelheid in proef in Dronten: ongeveer 20 m³ per ha.
- Toedieningshoeveelheid in proef 1 in Zwolle: 11 m³ per ha voor zodenbemester en 19 m³ per ha voor de Pulse-trackbemester. Er is in deze proef dus niet een gelijke hoeveelheid mest toegediend.
- Toedieningshoeveelheid in proef 2 in Zwolle: 18,6 m³ per ha voor zodenbemester en 17,1 m³ per ha voor de Pulse-trackbemester. Er is daarmee een vrijwel gelijke hoeveelheid mest toegediend.

4. *Is de werking van het nieuwe systeem voldoende beschreven, zodat het werkingsprincipe (waarom leidt de techniek tot reductie van ammoniakemissie) en het verschil met bestaande technieken geduid kan worden?*

Ja, het systeem is gebaseerd op het inbrengen van mest in de bodem in gaten van 6-7 cm diepte. Er is een bijlage toegevoegd met foto's waarin de werking wordt getoond.

5. *Is de proefopzet wetenschappelijk verantwoord om te toetsen dat de ammoniakemissie van een aanwendingstechniek gelijkwaardig is aan zodenbemesting?*

Ja, er worden paarsgewijze metingen met de IHF-methode (massabalans) uitgevoerd van ammoniakemissie bij zodenbemesting en de Pulse-trackbemester.

Zie de opmerkingen bij punt 5 van de Kouter-waterbemester (Bijlage 3) over de aanname van de achtergrondconcentratie op 330 cm in de proef in Dronten. Deze opmerkingen gelden ook voor de Pulse-trackbemester, omdat deze is gebaseerd op dezelfde proeven.

6. *Is de meetmethode van ammoniakemissie wetenschappelijk verantwoord en voldoet de meetmethode aan het VERA-protocol⁵? Zijn er minimaal drie proeven uitgevoerd waarin een emissiefactor is vastgesteld (drie is het minimum conform het VERA-protocol)?*

Ja, er zijn drie proeven uitgevoerd, twee in 2016 en één in 2017 en daarmee voldoet het onderzoek aan de eis van minimaal 3 proeven.

Er zijn enkele kanttekeningen bij de uitvoering:

- Er waren in Experiment 1 loslopende schapen op de locatie Dronten. Er is een correctie vanwege de schapen doorgevoerd vanaf 48 uur. Het is door de auteurs van het rapport onvoldoende duidelijk gemaakt wat het effect van deze correctie is. Dit zou gedaan kunnen worden door voor een correct uitgevoerde proef de gebruikte correctie toe te passen en te vergelijken met de emissiefactor wanneer niet gecorrigeerd wordt. Deze wetenschappelijke tekortkoming zou dus kunnen worden opgelost. Veruit het grootste deel van de emissie komt tot stand binnen de eerste 24 uur. Men had ook de gerealiseerde emissiereductie moeten noemen tot aan het moment dat er een verstoring optrad.
- De door de zodenbemester aangebrachte hoeveelheid mest was bij Experiment 2 in Zwolle lager dan gepland en lager dan bij de Pulse-trackbemester. Hierdoor ontstaat een niet vergelijkbare situatie. De ervaring is dat de emissiefactoren bij lagere applicatiehoeveelheden hoger is dan bij hogere applicatiehoeveelheden. Dit betekent dat de emissiefactor van de zodenbemester in deze proef waarschijnlijk te hoog is. Hierdoor zou de meting met de Pulse-trackbemester (onterecht) voordelig kunnen zijn.
- Er zijn correcties uitgevoerd voor de vorm van de plot, omdat de vorm van plot die met de zodenbemester was bemest niet rond was. Deze correctie lijkt gerechtvaardigd en correct te zijn doorgevoerd.

⁵ http://www.vera-verification.eu/fileadmin/download/Test_programs/Land_applied_manure.pdf

7. *Zijn de aanwendingsmethode en de omstandigheden (weer, bodem, gewas, meststoffen) met voldoende detail beschreven voor een beoordeling van de ammoniakemissie?*

Er is een uitgebreide beschrijving gegevens over de meststoffen en mestgift in de Bijlage van het rapport. In de hoofdtekst is de mestgift wel genoemd in proef 1 en 2, maar niet bij proef 3.

Er worden geen resultaten van het weer (neerslag en wind) gepresenteerd. Deze gegevens zouden eventueel nog kunnen worden opgevraagd, want ze worden wel benoemd bij de beschrijving van de meetopstelling. Eventueel zou deze informatie kunnen worden opgezocht voor een dichtstbijzijnde KNMI station. Het ontbreken van deze informatie wordt als niet limiterend voor deze beoordeling beschouwd, maar zou voor een volledige rapportage in de toekomst wel moeten worden opgenomen.

De grondsoort is beschreven, maar er zijn verder geen gegevens over bodemsamenstelling in het rapport opgenomen. Dit heeft echter geen invloed op de beoordeling, omdat de bodemsamenstelling niet wordt betrokken bij de beoordeling. Er zijn foto's opgenomen in het rapport over hoe de mest is toegediend ten opzichte van grasland.

8. *Zijn er omstandigheden geweest waardoor de meetresultaten niet of beperkt bruikbaar zijn (bijvoorbeeld alleen toepasbaar voor een bepaalde situatie)?*

Ja, zie punt 6. Er zijn schapen in het proefveld gelopen tijdens de proeven in Dronten en hoeveelheid toegediende mest was bij zodenbemester lager dan bij de Pulse-trackbemester in Zwolle.

9. *Zijn de onzekerheden in de metingen beschreven?*

Ja.

10. *De voorwaarde voor toelating van een nieuwe techniek is dat de emissiefactor van de nieuwe techniek lager of gelijk is aan die van zodenbemesting. Om dit aan te tonen mag eventueel gebruik worden gemaakt van emissiefactor metingen, die niet met een zodenbemester zijn uitgevoerd.*

In de tabel op de volgende pagina wordt de beoordeling van de emissies gegeven. De emissie van de Pulse-trackbemester voldoet aan de in het protocol gestelde criteria op basis van individuele metingen en ook op basis van de gemiddelde emissie.

11. *Eindoordeel: Heeft de getoetste aanwendingsmethode een gelijkwaardige ammoniakemissie als zodenbemesting.*

De emissie van de techniek voldoet. De emissie bij mesttoediening met de Pulse-trackbemester is gelijkwaardig of lager dan die bij zodenbemesting.

System	Grondsoort	Datum mest toediening	emissiefactor, % van NH4-N	maximum EF (~zodenbemester+5%) voor individuele meting	Beoordeling
Pulse-trackbemester	Klei	24-8-2016	18	38	voldoet
Zodenbemester	Klei	24-8-2016	33		
Pulse-trackbemester	Veen	26-10-2016	13	16	voldoet
Zodenbemester	Veen	26-10-2016	11		
Pulse-trackbemester	Veen	5-4-2017	10	18	voldoet
Zodenbemester	Veen	5-4-2017	8		
Pulse-trackbemester gemiddeld				14	voldoet
Zodenbemester gemiddeld				17	

Annex 6. Beoordeling emissiereductie bij de zodenbemester met afdekken van de mest met gewasresten

1. *Is er een wetenschappelijk rapport beschikbaar met een beschrijving van onderzoek (proefopzet, meetmethode, omstandigheden, berekening emissiefactor)? Indien nee, dan kan het systeem niet worden beoordeeld.*

Ja.

Huijsmans, H.F.M. en J.M.G. Hol (2016) Ammoniakemissie bij zodenbemesting op grasland en het effect van afdekken met gewasresten. Resultaten SBIR-onderzoek VREDO. Wageningen Plant Research, Vertrouwelijk Rapport 661.

2. *Voldoet mesttoedieningssysteem aan de eisen voor emissiearme mesttoedieningstechnieken voor grasland vermeld in het Besluit Gebruik Meststoffen? Indien ja, dan hoeft het systeem niet te worden getoetst.*

Ja, want het systeem is gebaseerd op de zodenbemesting, een techniek die voldoet aan de eisen van BGM. Deze techniek is daarom verder niet beoordeeld.

Opmerking:

Het lijkt erop dat afdekken met gewasresten geen toegevoegde waarde heeft. Uit de metingen blijkt dat het afdekken met gewasresten onder bepaalde omstandigheden tot extra emissies kan leiden. Zo is proef 1 vroegtijdig gestopt vanwege de regen (natte omstandigheden), maar toont toch een tendens naar significant hogere emissies.

Eindoordeel: Heeft de getoetste aanwendingstechniek een gelijkwaardige ammoniakemissie als zodebemesting.

De toedieningstechniek is gebaseerd op de zodenbemesting, een techniek die voldoet aan de eisen van Besluit Gebruik Meststoffen.

Annex 7. Beoordeling emissiereductie bij mest verdunnen met water

1. *Is er een wetenschappelijk rapport beschikbaar met een beschrijving van onderzoek (proefopzet, meetmethode, omstandigheden, berekening emissiefactor)? Indien nee, dan kan het systeem niet worden beoordeeld.*

Ja, er is een rapport met gegevens uit 2013 en 2015 en een concept notitie met de resultaten uit 2016. De werkgroep heeft de concept notitie gebruikt bij de beoordeling.

Huijsmans, H.F.M, J.M.G. Hol en H.A. van Schooten (2015) Ammoniakemissie bij toediening van verdunde mest met een sleepvoetenmachine op grasland. PRI rapport 633, Wageningen

Huijsmans, H.F.M (2016) Ammoniakemissie bij toediening van verdunde mest met een sleepvoetenmachine op grasland. Concept resultaten 2016.

2. *Voldoet mesttoedieningssysteem aan de eisen voor emissiearme mesttoedieningstechnieken voor grasland vermeld in het Besluit Gebruik Meststoffen? Indien ja, dan hoeft het systeem niet te worden getoetst.*

Nee, het betreft een aangepaste techniek die gebruik maakt van sleepvoeten; dit systeem is vanaf 1 januari 2018 niet meer toegestaan.

3. *Welke grondsoort, toedieningshoeveelheid en mesttoedieningssysteem (ook de referentie van mesttoediening) zijn getoetst?*

- Meerder proeven op veengrond (Zegveld) en kleigrond (Kamerik)
- Sleepvoeten met onverdunde mest (referentie) en verdunde mest met drie hoeveelheden water:
 - 1 deel mest : 1 deel water
 - 1 deel mest : 0,5 deel water
 - 1 deel mest : 0,25 deel water
- Onverdunde mest ongeveer 20 m³ per ha. Bij verdunde mest wordt meer toegediend, afhankelijk van verdunningsfactor. Bij 1 : 1 werd ongeveer 40 m³ per ha toegediend.

4. *Is de werking van het nieuwe systeem voldoende beschreven, zodat het werkingsprincipe (waarom leidt de techniek tot reductie van ammoniakemissie) en het verschil met bestaande technieken geduid kan worden?*

Ja, door verdunnen van mest spoelt de mest gemakkelijker in de bodem en wordt de ammoniumconcentratie verlaagd. De hoeveelheid water, waarmee wordt verdund, is heel relevant voor de mate waarin de emissie wordt beperkt.

5. *Is de proefopzet wetenschappelijk verantwoord om te toetsen dat de ammoniakemissie van een aanwendingsstechniek gelijkwaardig is aan zodenbemesting?*

Ja, er worden paarsgewijze metingen met de IHF-methode (massabalans) uitgevoerd van ammoniakemissie bij bemesting met sleepvoeten met onverdunde en verdunde mest.

In de rapportage wordt slechts summier ingegaan op de wijze waarop de emissie is berekend uit de concentratieprofielen van ammoniak. Gezien de recente discussie over onzekerheden in de berekeningen van emissies met deze methode, zou hier meer aandacht aangegeven moeten worden.

6. *Is de meetmethode van ammoniakemissie wetenschappelijk verantwoord en voldoet de meetmethode aan het VERA-protocol⁶? Zijn er minimaal drie proeven uitgevoerd waarin een emissiefactor is vastgesteld (drie is het minimum conform het VERA-protocol)?*

Er zijn 6 proeven met 1 : 1 verdunning, 12 proeven met 1 : 0,5 verdunning en 4 proeven met 1 : 0,25 verdunning uitgevoerd.

Bij één van de proeven met 1 : 0,5 en 1 : 0,25 verdunning in 2016 zijn problemen opgetreden met toediening van onverdunde mest, waardoor er geen emissiefactor wordt gerapporteerd. Aangezien het hier om paarsgewijze proeven gaat, vervalt deze proef. Hierdoor blijven er 11 proeven over met 1 : 0,5 en 3 met 1 : 0,25 verdunning.

Verder wordt er bij de meeste proeven maximaal 48 uur gemeten in tegenstelling tot de in het VERA protocol vereiste 4 dagen, oftewel 96 uur. De eerste 48 uur zijn evenwel bepalend voor het emissiegedrag zodat de toegepaste proefopzet (met ook relatief veel herhalingen) aanvaardbaar is voor de onderlinge vergelijking tussen de toediening van onverdunde en verdunde mest.

7. *Zijn de aanwendingsmethode en de omstandigheden (weer, bodem, gewas, mestsamenstelling) met voldoende detail beschreven voor een beoordeling van de ammoniakemissie?*

Er zijn gedetailleerde weersgegevens (neerslag en wind) en gegevens over mestsamenstelling opgenomen in het rapport.

De grondsoort is beschreven, maar er zijn verder geen gegevens over bodemeigenschappen in het rapport opgenomen. Dit heeft geen invloed op de beoordeling.

⁶ http://www.vera-verification.eu/fileadmin/download/Test_programs/Land_applied_manure.pdf

Er zijn foto's opgenomen over hoe de mest is toegediend ten opzichte van grasland. Er is een apart rapport met veldproeven naar stikstofopname.

8. *Zijn er omstandigheden geweest waardoor de meetresultaten niet of beperkt bruikbaar zijn (bijvoorbeeld alleen toepasbaar voor een bepaalde situatie)?*

Ja, in de derde proef in 2016 zijn problemen opgetreden met onverdunde mest. Aangezien het hier om paarsgewijze proeven gaat, vervalt deze proef.

9. *Zijn de onzekerheden in de metingen beschreven?*

Nee. Zoals bij punt 6 aangegeven, zou meer aandacht gegeven moeten worden aan de onzekerheden in de berekening van emissies uit de concentratieprofielen.

10. *De voorwaarde voor toelating van een nieuwe techniek is dat de emissiefactor van de nieuwe techniek lager of gelijk is aan die van zodenbemesting. Om dit aan te tonen mag eventueel gebruik worden gemaakt van emissiefactor metingen, die niet met een zodenbemester zijn uitgevoerd.*

In de eerstvolgende tabel wordt de beoordeling gegeven. Geconcludeerd wordt:

- Verdund 1:1: voldoet op basis van individuele metingen en ook op basis van het gemiddelde
- Verdund 1:0,5: voldoet op basis van individuele metingen, en ook op basis van het gemiddelde
- Verdund 1:0,25: voldoet niet op basis van individuele metingen

11. *Eindoordeel: Heeft de getoetste aanwendingstechniek een gelijkwaardige ammoniakemissie als zodebemesting.*

De emissie bij mesttoediening met verdunde mest met een verdunningsfactor van 1 : 1 met de sleepvoet is gelijkwaardig aan of lager dan die bij zodenbemesting.

De emissie bij mesttoediening met verdunde mest met een verdunningsfactor van 1 (mest) : 0,5 (water) met de sleepvoet is gelijkwaardig aan of lager dan die bij zodenbemesting.

De emissie bij mesttoediening met verdunde mest met een verdunningsfactor van 1 (mest) : 0,25 (water) in één proef niet aan het gestelde criterium.

Op basis van bovenstaande toetsing zou dus met een minimale verhouding van 1 (mest) : 0,5 (water) gewerkt moeten worden om een gelijkwaardige of lagere emissiefactor te halen dan die bij zodenbemesting.

De werkgroep merkt bij deze rapportage wel op dat de emissiefactoren voor de proeven met de sleepvoet met onverdunde mest in het algemeen hoger zijn dan de gebruikte emissiefactor in NEMA voor deze techniek (26%; Tabel 1). Dit ondanks het feit dat de meeste proeven veelal maar 48 uur hebben geduurd. De werkelijke

emissiefactor zal dus nog een fractie hoger zijn. Gemiddeld komen de gerapporteerde proeven uit op 33%. Ondanks deze hogere emissiefactoren is de reductie ten gevolge van verdunning met een verhouding mest : water van 1 : 1 en 1 : 0,5 zo groot dat een gelijkwaardige of lagere emissiefactor als bij zodenbemesting aannemelijk gemaakt is. Dit komt ook tot uitdrukking in de gemiddelde emissiefactoren van 18% en 16% respectievelijk voor de proeven met 1 : 1 en 1 : 0,5 verdunning, die beiden lager zijn dan de emissiefactor voor zodenbemesting in NEMA (19%).

Alle proeven zijn uitgevoerd bij een gift van 20 m³ onverdunde mest per ha. De bevindingen van deze proeven kunnen niet zonder meer toegepast worden op lagere giften, omdat dan minder water wordt toegediend. Een lagere watergift leidt in het algemeen tot een lagere reductie in ammoniakemissie. De drijvende kracht voor ammoniakemissie is de ammoniumconcentratie in de mest, ook wel Totaal Ammoniakaal Stikstof (TAN) genoemd. Daarnaast hebben andere factoren zoals de hoeveelheid bedekt oppervlak, pH en temperatuur een effect op de emissie. Door mest te verdunnen wordt de ammoniumconcentratie in de mest verlaagd en kan de mest ook gemakkelijker in de bodem infiltreren. De ammoniakemissie die optreedt, wordt sterk gestuurd door de weersomstandigheden en met name door de verdamping. Na toediening van de mest vindt er ammoniakemissie plaats, waardoor de ammoniumconcentratie afneemt. Gelijktijdig treedt ook waterverdamping op. Dit zorgt voor een toename van de ammoniumconcentratie. De toename van de ammoniumconcentratie door indikking van mest als gevolg van waterverdamping is sterker naarmate er minder (verdunde) mest wordt toegediend (in m³ per ha). Daarnaast kan bij een grotere verdunning de hoeveelheid TAN verder in de bodem doordringen en dus minder makkelijk verdampen. Dit geldt ook voor andere systemen waarin de emissie met water wordt gereduceerd.

Systeem		Grond- soort	Datum mest toediening	emissiefactor, % van NH4-N	EF zodenbemester op basis ratio EF zodenbemesting/ sleepvoet in NEMA	maximum EF (~zodenbemester+5%) voor individuele meting	Beoordeling
Onverdunde mest met sleepvoet		Veen	10-4-2013	33	24	29	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 1 deel water	Veen	10-4-2013	16			voldoet
Onverdunde mest met sleepvoet		Veen	13-4-2013	37	27	32	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 1 deel water	Veen	13-4-2013	22			voldoet
Onverdunde mest met sleepvoet		Klei	18-4-2013	46	33	38	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 1 deel water	Klei	18-4-2013	27			voldoet
Onverdunde mest met sleepvoet		Klei	20-4-2103	41	30	35	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 1 deel water	Klei	20-4-2103	21			voldoet
Onverdunde mest met sleepvoet		Veen	12-6-2013	28	21	26	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 1 deel water	Veen	12-6-2013	14			voldoet
Onverdunde mest met sleepvoet		Veen	14-6-2013	33	24	29	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 1 deel water	Veen	14-6-2013	9			voldoet
Onverdunde mest met sleepvoet		Klei	14-3-2014	35	26	31	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.5 deel water	Klei	14-3-2014	18			voldoet
Onverdunde mest met sleepvoet		Klei	17-3-2014	35	25	30	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.5 deel water	Klei	17-3-2014	18			voldoet
Onverdunde mest met sleepvoet		Veen	19-3-2014	8	6	11	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.5 deel water	Veen	19-3-2014	8			voldoet
Onverdunde mest met sleepvoet		Veen	24-3-2014	10	7	12	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.5 deel water	Veen	24-3-2014	4			voldoet
Onverdunde mest met sleepvoet		Klei	25-4-2014	36	27	32	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.5 deel water	Klei	25-4-2014	12			voldoet
Onverdunde mest met sleepvoet		Klei	28-4-2014	16	12	17	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.5 deel water	Klei	28-4-2014	6			voldoet
Onverdunde mest met sleepvoet		Veen	16-5-2014	28	21	26	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.5 deel water	Veen	16-5-2014	17			voldoet
Onverdunde mest met sleepvoet		Veen	19-5-2014	32	23	28	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.5 deel water	Veen	19-5-2014	24			voldoet
Onverdunde mest met sleepvoet			6-4-2016	42	31	36	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.25 deel water		6-4-2016	28			voldoet
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.5 deel water		6-4-2016	24			voldoet
Onverdunde mest met sleepvoet			17-5-2016	62	45	50	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.25 deel water		17-5-2016	41			voldoet
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.5 deel water		17-5-2016	29			voldoet
Onverdunde mest met sleepvoet			24-5-2016	*		*	vervalt
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.25 deel water		24-5-2016	25			
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.5 deel water		24-5-2016	17			
Onverdunde mest met sleepvoet			19-8-2016	34	25	30	
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.25 deel water		19-8-2016	31			voldoet niet
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.5 deel water		19-8-2016	12			voldoet
Gemiddeld							
Onverdunde mest met sleepvoet				36	27		voldoet
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 1 deel water			18			
Onverdunde mest met sleepvoet				31	22		voldoet
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.5 deel water			16			
Onverdunde mest met sleepvoet				46	34		voldoet
Verdunde mest met sleepvoet	1 deel mest : 0.25 deel water			33			