

Verdunde rundermest uitrijden met sproei boom

A.J.H. van Lent

Inhoudsopgave

	Blz.
1 Inleiding	4
2 Materiaal en methoden	6
2.1 Beschrijving sproeiboom en pompsysteem..	6
2.2 Controleerbaarheid..	6
2.3 Mestverdeling	7
3 Resultaten	8
3.1 Controle	8
3.2 Mestverdeling	9
3.3 Praktische toepasbaarheid	10
4 Conclusie	15
Samenvatting	16
Literatuur	18

Voorwoord

In het groeizeizoen van 1994 is op ROC Zegveld het toedienen van verdunde mest met de sproei-boom onderzocht. Het onderzoek is ontsproten uit de dringende noodzaak in de praktijk aan technieken om mest toe te dienen op weinig draagkrachtige en moeilijk berijdbare gronden. Voor een goede benutting van de mineralen in de mest en het voorkomen van het beschadigen van weidevogellegfels dient de mest bij voorkeur vroeg in het voorjaar te worden toegediend, voor het broedseizoen van de weidevogels. Om schade te voorkomen zijn machines nodig die licht zijn, de zode niet beschadigen en weinig trekkracht vragen. De sproeiboom voldoet aan deze eisen. Ten behoeve van het verkrijgen van een eventuele erkenning van de techniek door de overheid is het toedienen van verdunde mest met de sproeiboom nader onderzocht.

Dank gaat uit naar ROC Zegveld met wie het onderzoek in nauwe samenwerking is uitgevoerd. Vooral de heren Verheul en van Houwelingen waren betrokken bij het opzetten en het uitvoeren van de proef. Verder is ondersteuning verleend bij de uitvoering door de overige medewerkers van ROC Zegveld, loonbedrijf Vlaar, mechanisatiebedrijf Kurstjens en loonbedrijf Blokland uit Stolwijk.

Verder gaat dank uit naar de provincies Noord-Holland, Zuid-Holland en Utrecht. Het onderzoek is mogelijk gemaakt door de financiële bijdrage van deze provincies.

A.T.J. van Scheppingen
Hoofd Afdeling Synthese, PR

1 Inleiding

Vanaf 1995 is het emissie-arm toedienen van mest gedurende het gehele seizoen op alle grondsoorten verplicht. Op dit moment zijn er een aantal door de overheid erkende emissie-arme toedieningsmethoden. Deze methoden zijn gebaseerd op het in of op de grond brengen van de mest in stroken. De daarvoor gebruikte machines zijn mestinjecteurs, zodebemesters, sleepvoeten- en sleufkoutermachines. Daarnaast zijn er de emissie-arme methoden van aanzuren (pH 5 of lager) en van verdunnen (één deel mest op drie delen water). Zowel voor het aanzuren als voor het verdunnen met water is (nog) geen erkenning gegeven door het ontbreken van afdoende controlemogelijkheden.

De ammoniakemissie bij het toedienen van verdunde mest wordt bepaald door de mate van verdunning van de mest met water. Bij een verdunning van één deel mest op drie delen water wordt de ammoniakemissie met minimaal 50 %

verminderd ten opzichte van bovengronds toedienen van onverdunde mest. Omdat de emissiereductie afhangt van de mate van verdunning, richt de controle zich op dit aspect.

In een nat voorjaar is het met de momenteel toegestane toedieningsmethoden vaak moeilijk om de mest zonder schade uit te rijden op minder draagkrachtige en moeilijk berijdbare gronden zoals de veengronden. Voor een goede benutting van de mest en om het beschadigen van weidevogelnesten te voorkomen moet de mest vroeg in het voorjaar worden toegediend, voor het broedseizoen van de weidevogels. Hiervoor zijn machines nodig met een laag totaalgewicht die bovendien de grasmat niet beschadigen en weinig trekkracht vragen. Een besparing op gewicht is mogelijk door bijvoorbeeld machines te gebruiken waarbij de mest wordt aangevoerd door een slang. Hierdoor hoeft niet met een zware mesttank over het land te worden gereden. In de praktijk zijn goede ervaringen opgedaan met het toedienen van verdunde mest. In het verleden gebeurde dit meestal met de mestpendel. Uit onderzoek van de ROC Zegveld en ROC De Vlierd is gebleken dat vrijwel geen schade optrad door berijding, wielslip en bedekking en verbranding van het gras. Daarnaast is op ROC Aver Heino een goede N-werking van verdunde mest (1 deel mest op 2 delen water) vastgesteld. De mestpendel had het nadeel van een slechte verdeling van de mest door een sproeibeeld dat sterk windgevoelig was. Bovendien waren de aanpassingsmogelijkheden van de werkbreedte van de mestpendel op de perceelsvorm en perceelsbreedte onvoldoende. Door de ontwikkeling van de sproeiboom is het toedienen van verdunde mest opnieuw in de belangstelling gekomen. De sproeiboom heeft wel de voordelen maar niet de nadelen van de mestpendel. De sproeiboom is een combinatie van de methode van verdunnen en aanvoeren van de mest via een slang. De sproeiboom is relatief licht, heeft een grote werkbreedte en snijdt niet in de zode. De benodigde trekkracht is hierdoor beperkt tot het over het land slepen van de sleepslang. De machine is geschikt om vroeg in het voorjaar mest toe te dienen. De voordelen hiervan zijn



Op veenweidegebieden is mesttoediening met een mesttank niet altijd mogelijk

een goede benutting van de mineralen uit de mest en het voorkomen van beschadiging van weidevogellegfels doordat de mest wordt uitgedreden voor het broedseizoen. De machine is daarom vooral geschikt voor de weinig draagkrachtige en moeilijk berijdbare gronden zoals de veengronden.

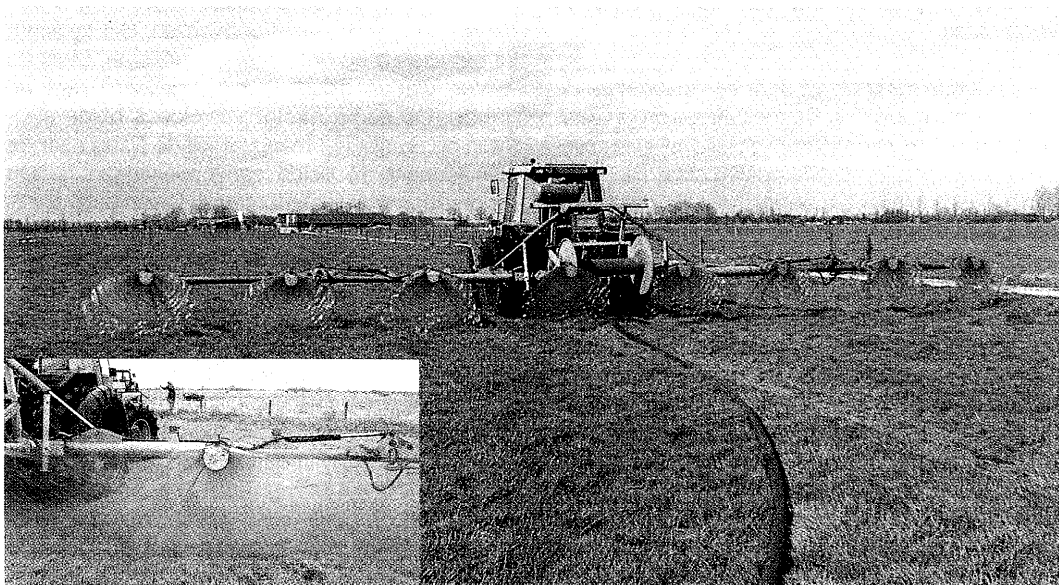
In de praktijk wordt in beperkte mate gebruik gemaakt van sleufkouter- en sleepvoetenmachines met aanvoer van mest via een gesleepte slang. Deze hebben echter het nadeel dat ze zwaarder zijn en meer trekkracht vragen dan de sproei-boom. De sproeiboom heeft een werkbreedte van ca. 16 meter en een gewicht van ca. 1200 kg. Een sleufkoutermachine weegt ca. 2000 kg bij een werkbreedte van 10 meter. Voor de sproeiboom blijft de trekkracht beperkt tot het slepen van de slang die de mest aanvoert. Bij sleufkouter- of sleepvoetenmachines is daarnaast ook trekkracht nodig voor het trekken van de machine door of over de zode.

De methode van bovengronds breedwerpig toedienen van verdunde mest is niet erkend als emissie-arme techniek. Reeds begin 1993 heeft een beoordeling van de methode plaatsgevonden. Bij deze beoordeling van de systemen wordt uitgegaan van vier criteria: de emissiereductie, het uit- en afspoelingsrisico, de controle-mogelijkheden en de mestverdeling. De genoemde criteria zijn door de werkgroep REM

(Richtlijn Emissie-arme Mesttoedieningstechnieken) uitgewerkt. De conclusie was dat nog geen praktische mogelijkheid beschikbaar was op dat moment om een juiste toepassing te controleren. Met name daarom is de methode (nog) niet erkend als emissie-arme techniek. De controle spitst zich toe op een juiste verdunning van mest met water. Het onderzoek op ROC Zegveld had daarom als doel het ontwikkelen van een meet- en regelsysteem om een juiste verdunning te realiseren. Naast het criterium van de controle is ook de verdeling van de mest belangrijk. In de goede verdeling van de mest zit namelijk het grote voordeel van de sproeiboom ten opzichte van andere systemen voor het toedienen van verdunde mest. Voor de praktijk zijn ook aspecten van belang zoals de capaciteit van de sproei-boom, de kosten, etc.

Samenvattend zijn de volgende onderzoekdoelstellingen geformuleerd:

- 1 het ontwikkelen van een pompsysteem dat een constante mengverhouding van één deel mest op drie delen water levert met een elektronisch meet- en regelsysteem met een ingebouwde controle-mogelijkheid.
- 2 de verdeling van de mest door de sproei-boom
- 3 de praktische inpasbaarheid van de machine, waarbij gekeken wordt naar capaciteit, benodigde arbeid, kosten, visuele gewasschade, storingen en verstoppingen.



Door verdunde mest met een slang aan te voeren kan schade door berijding voorkomen worden. De sproeiboom zorgt voor een goede verdeling van de mest

2 Materiaal en methoden

2.1 Beschrijving sproeiboom en pomp-systeem

De sproeiboom is ontworpen door loonbedrijf Vlaar uit Middenbeemster en mechanisatiebedrijf Kurstjens Landbouwtechniek uit Grubbenvorst. De machine bestaat uit opklapbare segmenten met in totaal 8 spuitkoppen. De werkbreedte is maximaal 16 meter. De spuitkoppen zijn (vanaf de trekker) afzonderlijk afsluitbaar. Hierdoor kan de werkbreedte worden aangepast aan de perceelsbreedte en de perceelsvorm. De spuitkoppen spuiten de mest met een spreidplaat verticaal naar beneden. De afstand die de verdunde mest door de lucht moet afleggen is hierdoor gering. De windgevoeligheid van de mestverdeling door de sproeiboom is hierdoor uiterst beperkt, in tegenstelling tot de mestpendel.

De sproeiboom weegt 1210 kg, inclusief een slanghaspel om de slangen op te kunnen rollen. Op ROC Zegveld is de sproeiboom gebruikt achter een trekker van ca. 70 kW met een gewicht van 4360 kg (inclusief dubbele montering aan de achterwielen). Het totale gewicht van de combinatie bedroeg ca. 5570 kg. De bandenspanning van de trekker was (rondom) 0,5 bar om insporing en schade aan de graszode te voorkomen.

De verdunde mest wordt door een slang naar de sproeiboom gepompt. De mest kan worden aangevoerd uit de mestkelder, de silo of eventueel een mestcontainer. Bij de opslag staat een trekker met een pomp. De pomp zuigt de mest aan, het water wordt bij de mest gepompt met een aparte waterpomp.

De gebruikte mestpomp is een centrifugaalpomp, voorzien van een snij-inrichting. Een centrifugaalpomp heeft ten opzichte van andere pomptypes het voordeel dat een relatief hoge werkdruk bereikt kan worden. Daarnaast heeft dit type pompen de eigenschap dat bij een hogere tegendruk automatisch de capaciteit afneemt. Dit is gunstig bij het keren van de sproeiboom op de kopakkers. Dan worden enkele sproeikoppen dichtgezet. De tegendruk aan de pomp loopt hierdoor enigszins op en de pompcapaciteit neemt af. Hierdoor wordt het risico op slangbreuk beperkt. Daarnaast hebben centrifu-

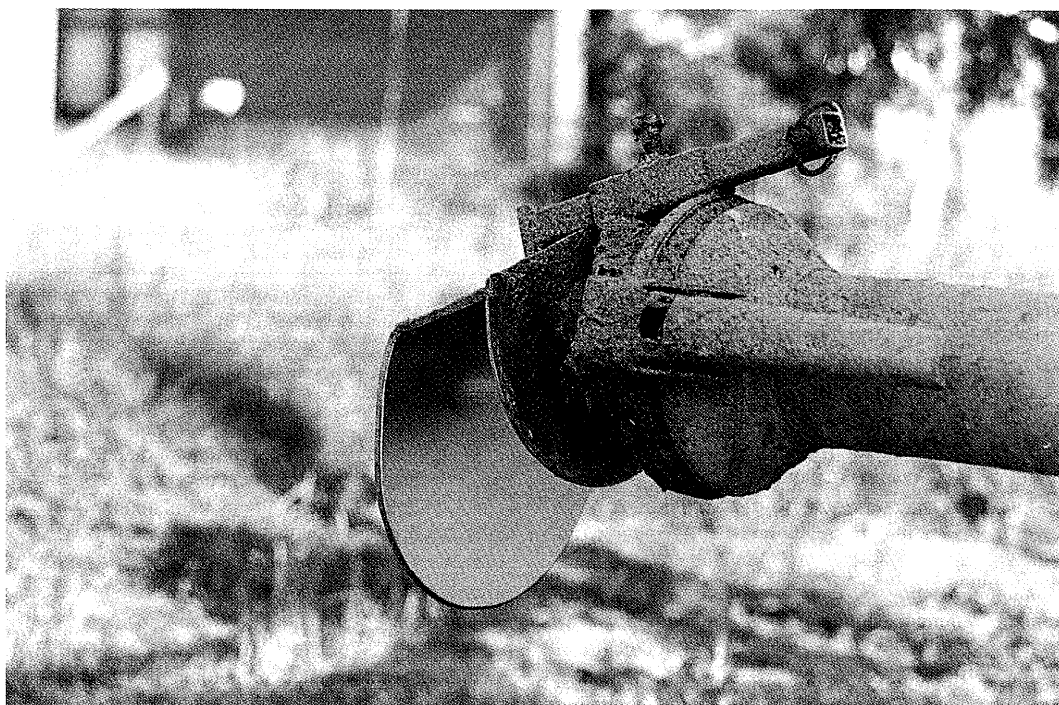
gaalpompen het voordeel dat ze minder storingsgevoelig en minder aan slijtage onderhevig zijn dan andere pomptypen.

Voor transport van de verdunde mest worden dezelfde (flexibele) slangen gebruikt als bij de mestpendel. Voor transport van de pomp naar het perceel wordt een slang met een diameter van 4 duim (102 mm) gebruikt, de zogenoemde transportslang. De lengte van deze slang varieert meestal tussen 50 en 1000 meter. Voor het verdere transport van de perceelsrand naar de sproeiboom wordt normaal gesproken een 3 duims (76 mm) slang gebruikt, de zogenoemde sleepslang. Deze slang is ca. 200 meter lang. Omdat vanuit het midden van het perceel naar beide zijden gewerkt wordt kan een totale perceelslengte van bijna 400 meter worden bemest. Eventuele langere percelen kunnen in twee keer worden bemest. De sleepslang is voorzien van extra verstevigingen. Deze zijn nodig om de krachten op te vangen die op de slang worden uitgeoefend door het slepen.

2.2 Controleerbaarheid

Voor de controle op de juiste toepassing is een meet- en regelsysteem ontworpen. Het systeem is gebaseerd op het volgende principe. Mest en water worden gescheiden aangevoerd naar de pomp. De pomp mengt vervolgens beide stromen en pompt het mengsel via de slang naar de sproeiboom. In beide aanvoerleidingen is een doorstroommeter gemonteerd. Deze meet continu de mest en wateraanvoer; de gegevens hierover worden doorgegeven aan een procescomputer. In beide aanvoerleidingen zijn na de doorstroommeters elektrisch bediende kogelkranen gemonteerd. Deze kranen worden zo door de procescomputer automatisch gestuurd dat de pomp een constante mengverhouding levert van één deel mest op drie delen water. De installatie wordt CMV genoemd (Controle Mest Verdunning).

De procescomputer wordt gevoed door het elektrisch systeem van de trekker (12 Volt) die de pomp aandrijft. De procescomputer regelt naast de mengverhouding tevens het vastleggen van een groot aantal gegevens over het proces. In de



procescomputer zit een uitwisselbare geheugenkaart waarop de volgende gegevens worden vastgelegd:

- datum en tijd
- mengverhouding
- capaciteit
- totale hoeveelheid verpompte mest en water
- eventuele storingen/ verkeerde mengverhouding

Naar wens kunnen ook gegevens worden vastgelegd over de naam van de client, perceelsnummer, mestsoort, etc.

2.3 Mestverdeling

De verdeling van de mest over de breedte van de machine is onderzocht door mest op te vangen met bakken. De afmetingen van de bakken waren: 60 x 40 x 22 cm (l x b x h). Op het veld wordt een rij bakken geplaatst, de trekker rijdt met sproeiboom over de bakken. De mest die in de bakken opgevangen wordt, wordt gewogen. Uit de metingen is de variatiecoëfficiënt berekend. Dit is een maat voor de verdeling.

De variatiecoëfficiënt wordt als volgt beoordeeld: < 10 % is uitstekend, 10 tot 15 % is goed, 15 tot 20 % is voldoende, 20 - 25 % is aanvaardbaar en 25 - 30 is onvoldoende.

3 Resultaten

3.1 Controle

De pomp levert een constante mengverhouding van één deel mest op drie delen water. In de installatie is een maximale afwijking van de mengverhouding ingesteld van $\pm 5\%$. Afgezien van een korte fase bij het opstarten blijft de mengverhouding binnen deze grenzen. De mengverhouding wordt gemeten door de doorstroommeters in de mest- en wateraanvoerleiding. De meters zijn door de fabrikant gecalibreerd. De mengverhouding die door de doorstroommeters is gemeten is vergeleken met droge-stofanalyses van de verdunde en onverdunde mest. De gegevens zijn samengevat in tabel 1.

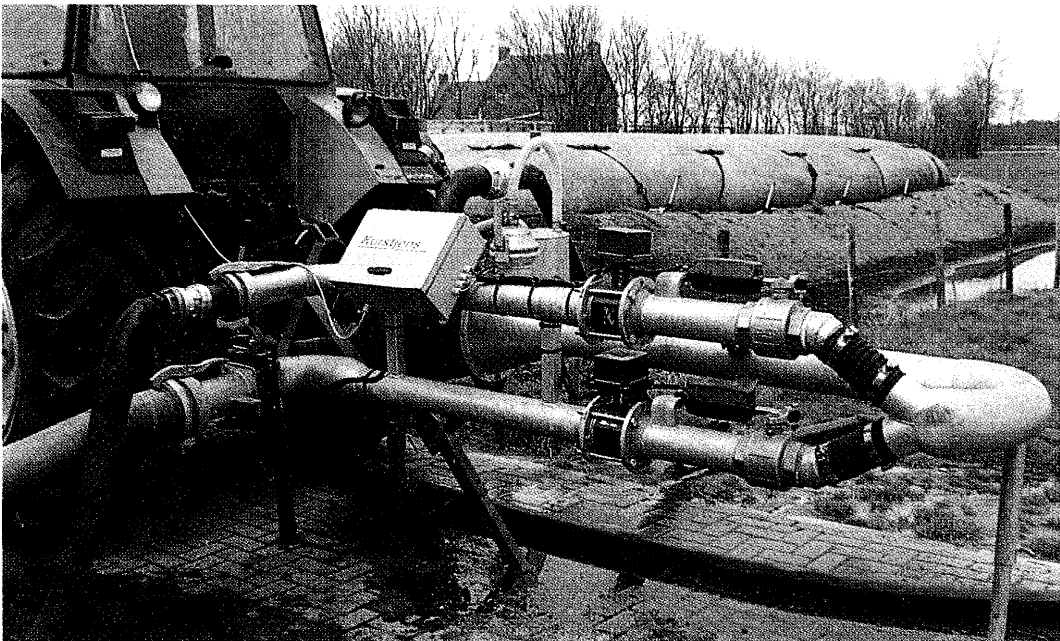
Uit tabel 1 blijkt dat de mengverhouding, berekend uit de droge-stofgehaltes van de verdunde en onverdunde mest, constant is en nagenoeg overeenkomt met de ingestelde verhouding van één deel mest op drie delen water in de pompinstallatie. De afwijking valt binnen de ingestelde maximale afwijking.

Naast de controle met droge-stofanalyses is te-

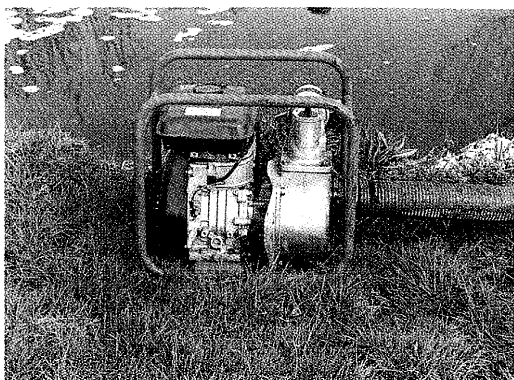
Tabel 1 Droge-stofgehaltes en berekende mengverhouding verdunde mest (ds-gehalte onverdunde mest 7,39 %)

Monster	DS gehalte verdunde mest (%)	Mengverhouding (mest : water)
1	1,78	1 : 3,15
2	1,81	1 : 3,08
3	1,81	1 : 3,08
4	1,77	1 : 3,18
5	1,81	1 : 3,08

vens de hoeveelheid mest die de installatie verpompt gecontroleerd met niveaumetingen in de silo. Deze metingen kwamen met elkaar overeen. De mengverhouding is eenvoudig op een beeldscherm bij de pomp af te lezen. De gegevens kunnen desgewenst ook automatisch op papier vastgelegd worden. Daarnaast worden de gegevens opgeslagen op een geheugenkaart. De geheugenkaart kan op een PC worden aangesloten, zodat de gegevens achteraf zijn op te vragen. Wanneer de mengverhouding niet juist is,



De mest en het water worden door aparte leidingen aangevoerd. het meet- en regelsysteem (CMV) op de pomp verdunt de mest in een constante verhouding van één deel mest op drie delen water verdund



Met een aparte pomp wordt slootwater aangevoerd. Deze pomp kan worden aangedreven door een stationaire motor of eventueel door een trekker

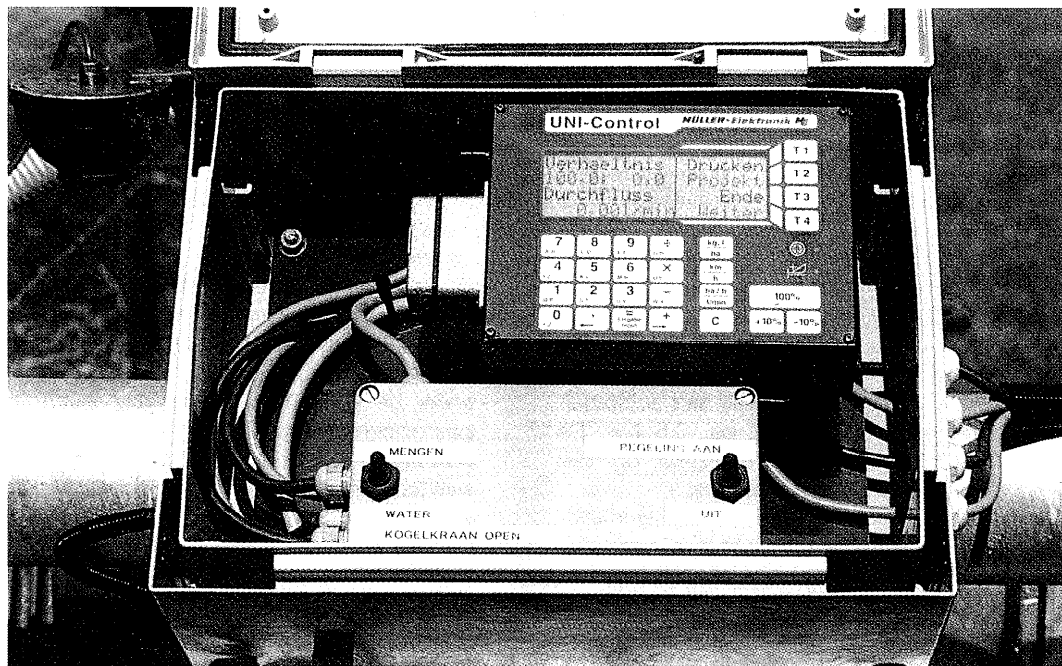
doordat bijvoorbeeld plotseling de water- of mestaanvoer uitvalt, wordt dit niet alleen door de procescomputer in het geheugen opgeslagen maar ook door een hoorbaar en zichtbaar alarm weergegeven. De storing dient dan verholpen te worden. De installatie kan eventueel zodanig worden aangepast dat de pomp automatisch wordt uitgeschakeld bij een storing of verkeerde mengverhouding.

Tot slot dient opgemerkt te worden dat de gebruikte pompinstallatie een prototype is. Indien gewenst kan de installatie verder worden uitge-

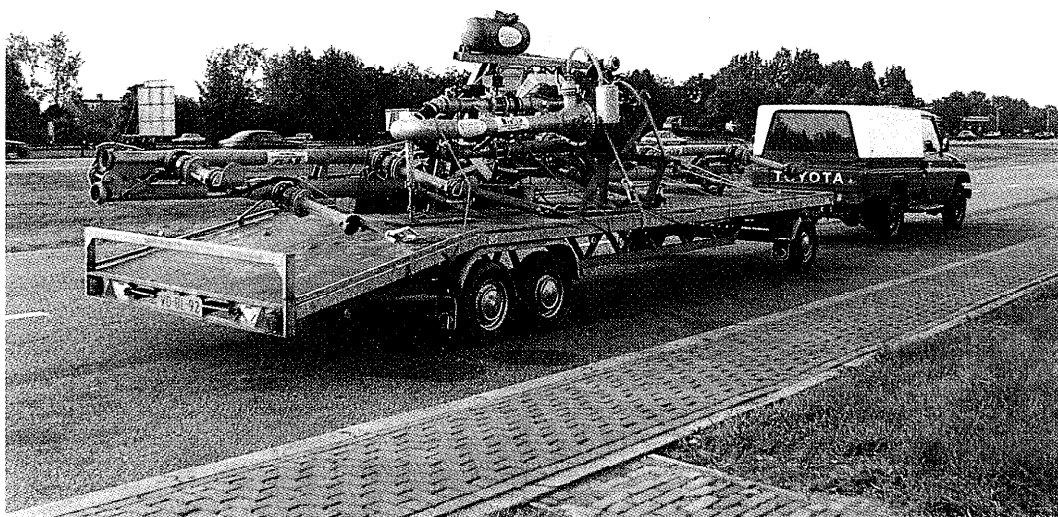
breid. Het meet- en regelsysteem is zodanig ontworpen dat het eenvoudig uit te breiden is. Voor toepassing in de praktijk zouden de kosten voor de uiteindelijke gebruikersversie van het meet- en regelsysteem lager kunnen zijn.

3.2 Mestverdeling

De verdeling is bij aanvang van het onderzoek gemeten bij een capaciteit van ca. 70 m³ verdunde mest per uur en een spuitdruk aan de sproei-boom van 0,1-0,2 bar. De hoogte van de spuit-boom was ca. 30 - 40 cm boven de bodem. De



Bij de pomp is op het beeldscherm de actuele mengverhouding af te lezen. De computer slaat alle gegevens op, zodat ook controle achteraf mogelijk is



verdeling was toen matig. Uit de metingen bleek dat de sproeibeelden van de afzonderlijke spreidplaten elkaar niet geheel overlaptten. Loodrecht onder de spreidplaten kwam minder mest terecht dan op de plekken tussen de spreidplaten waar de sproeibeelden elkaar gedeeltelijk overlaptten. De variatiecoëfficiënt op basis van de metingen bij de sproeiboom was ongeveer 25 - 30 %. Dit was op basis van de in paragraaf 2.3 genoemde criteria dus onvoldoende.

Op basis van deze eerste metingen is overlegd met de fabrikant van de sproeiboom. Deze adviseerde de sproeiboom hoger af te stellen en de spuitdruk te verhogen. Omdat aanvankelijk de capaciteit van de machine te laag was is de aandacht eerst uitgegaan naar dit aspect (zie paragraaf 3.3). Toen vervolgens de capaciteit was verhoogd is de verdeling nogmaals onderzocht. Bij een hogere capaciteit (ca. 150 m³ verdunde mest per uur) bleek dat de druk aan de sproeiboom eveneens hoger was: ca. 0,5 bar. De sproeiboom is vervolgens afgesteld op een hoogte van 75 cm boven de bodem.

De variatiecoëfficiënt was bij deze omstandigheden ca. 15 %. Deze werd bereikt bij een effectieve werkbreedte (dus inclusief overlapping) van 13 tot 14 meter. De windrichting was dwars op de rijrichting, de windsnelheid was tijdens de metingen ca. 3 - 4,5 m per sec (3 Beaufort). Onder deze omstandigheden was de verdeling goed volgens de in paragraaf 2.3 genoemde kri-

teria. De afstand die de verdunde mest door de lucht aflegt is beperkt. Hierdoor is bij mesttoediening met de sproeiboom vrijwel geen sprake van windgevoeligheid.

3.3 Praktische toepasbaarheid

De capaciteit bleek bij aanvang van het onderzoek beperkt. De capaciteit was 65 - 70 m³ verdunde mest per uur (ca. 17 m³ mest per uur). Uit kostenoverwegingen is dit te laag. Daarom zijn zowel de pompinstallatie, het slangensysteem en de sproeiboom sterk aangepast. Aan het systeem zijn in eerste instantie de volgende wijzigingen doorgevoerd:

- de pomp is beter afgesteld
- de terugslagklep in de mestaanzuigleiding is verwijderd (deze klep voorkomt normaliter dat de aanzuigleiding leegloopt als de pomp korte tijd uitstaat).
- onder de sproeiboom is een zogenoemde zwenkbocht gemonteerd met een grotere diameter (100 mm in plaats van 65 mm). De zwenkbocht is een hulpstuk, waaraan de sleepslang wordt bevestigd. Om op de koplakkers te kunnen keren kan dit hulpstuk zwenken.

Uit de proef bleek dat de wijzigingen aan de pomp en de sproeiboom slechts een beperkte invloed op de capaciteit hadden. De capaciteit bedroeg na deze aanpassingen 74 - 102 m³ ver-

Tabel 2 Capaciteit van de sproeiboom na de aanpassingen in de pomp en de sproeiboom (in m³/uur)

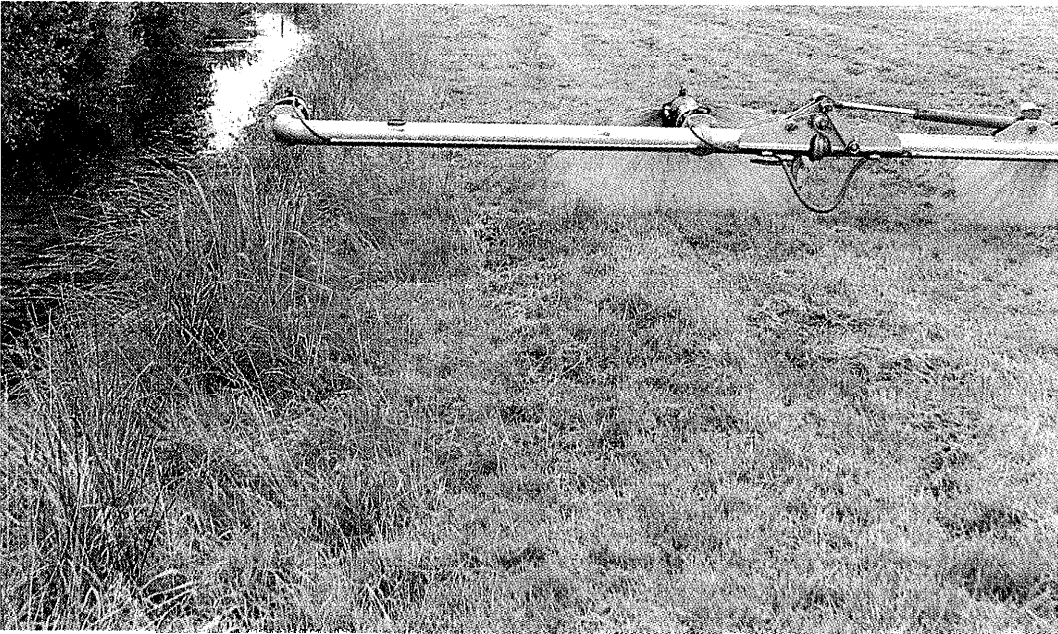
	Sleepslang 3"		Sleepslang 3 1/2"		Sleepslang 3 1/2" + ruimere koppelingen	
	Mengsel	Mest	Mengsel	Mest	Mengsel	Mest
250 m slang (50 m transport + 200 m sleep)	102	26	132	33	153	38
600 m slang (400 m transport + 200 m sleep)					120	30
1000 m slang (800 m transport + 200 m sleep)	74	19	85	21	109	27

dunde mest per uur. Vervolgens zijn aanvullend de volgende wijzigingen doorgevoerd:

- vergroten van de diameter van de sleepslang van 3 naar 3 1/2 duim.
- vergroten van de (inwendige) diameter van de slangkoppelingen van 60 naar 90 mm.

Het vergroten van de diameter van de sleepslang (van 3 naar 3 1/2 duim) en het toepassen van slangkoppelingen met een grotere doorlaat (van 60 naar 90 mm) had meer effect op de capaciteit dan de eerdere aanpassingen. Na deze laatste aanpassingen bedroeg de capaciteit namelijk

109 m³ verdunde mest per uur (27 m³ mest) bij 1000 m slang en 153 m³ (38 m³ mest) bij 250 m slang (zie tabel 2). De genoemde capaciteit is de maximale capaciteit. De capaciteit in de praktijk is wat lager omdat de pomp niet constant kan werken. Per perceel moet de pomp gedurende korte tijd worden uitgezet om een gedeelte van de slangen op- en af te rollen. De sproeiboom is vooral geschikt in het veenweidegebied. Door de meestal langwerpige vorm van de percelen, het ontbreken van afrasteringen en de beschikbaarheid van voldoende water is vooral in dit gebied een goede toepassing mogelijk.



De spuitkoppen van de sproeiboom zijn afzonderlijk af te sluiten zodat de werkbreedte kan worden aangepast aan de perceelsbreedte en perceelsvorm

Tabel 3 Doorsnee, drukverlies en mestinhoud bij diverse slangdiameters

Slangdiameter		Doorsnee(cm ²)	Drukverlies per 100 m slang (mwk)	Mest in 200 m slang (kg)
(duim)	(mm)			
3	76	45	17,6	900
3½	89	62	7,1	1200
4	102	81	3,8	1600

Voor de toename van de capaciteit waren vooral het vergroten van de diameter van de sleepslang en de slangkoppelingen van belang. Het vergroten van de slangkoppelingen van 60 naar 90 mm betekent dat de doorlaatopening toeneemt van ca. 28 cm² naar 64 cm². Meestal zijn de afzonderlijke slangen 50 à 100 meter lang en zit er dus op die afstand een koppeling.

Het effect van het vergroten van de slangdiameter is geïllustreerd in tabel 3. In de tabel is naast de doorlaatopening (cm²) ook het drukverlies (mwk: meters waterkolom) weergegeven van diverse slangdiameters. De in eerste instantie gebruikte sleepslang had een diameter van 3 duim en is vervangen door een slang van 3½ duim. Een sleepslang van 4 duim zou uit het oogpunt van capaciteit nog gunstiger zijn. De benodigde trekkracht voor het slepen van een 4 duims slang is echter hoog. Dit is af te leiden uit de hoeveelheid mest die zich in de slang bevindt (zie tabel 3). Uit praktijkervaringen bleek dat het slepen van een 4 duims sleepslang alleen onder droge omstandigheden mogelijk is. Aangezien het toedienen van verdunde mest met de sproeiboom een systeem is om vooral onder moeilijke omstandigheden (weinig draagkracht) mest te kunnen toedienen is een 3½ duims sleepslang waarschijnlijk het maximaal haalbare.

Naast de hierboven beschreven metingen met verdunde mest zijn de metingen ook uitgevoerd met alleen water. In de literatuur wordt er vaak van uitgegaan dat mest of verdunde mest een hogere viscositeit en daardoor een hogere weerstand in leidingen geeft dan water. Bij het berekenen van drukverliezen bij het verpompen van gier en dunne mest wordt daarom de weerstand met een correctiefactor van 2 vermenigvuldigd. Uit de metingen op ROC Zegveld bleek de capaciteit bij het verpompen van de verdunde mest met een droge-stofgehalte van ca. 2% gelijk aan die bij het verpompen van alleen water. Bij dit droge-stofgehalte is de weerstand van mest kennelijk nagenoeg gelijk aan die van water.

De weerstand van de sproeiboom met alle spuitkoppen geopend, is uiterst gering. Uit de metin-

gen met alleen water bleek geen verschil in capaciteit tussen het verpompen met en zonder sproeiboom.

Voor de praktijk heeft het onderzochte meet- en regelsysteem het voordeel dat de hoeveelheid mest die wordt verpompt, gemeten wordt. Door een juiste rijsnelheid te kiezen kan de gewenste hoeveelheid mest (in m³ per ha) worden gedomest. Deze rijsnelheid kan indien gewenst met een kleine aanpassing van het meet- en regelsysteem op een display in de trekkeercabine worden weergegeven.

Kosten

De techniek van het aanwenden van verdunde mest met de sproeiboom is vooral geschikt voor loonbedrijven. Het systeem vraagt een vrij hoge investering en de inzet van twee personen. Evenals bij het mestpendelen zijn de volgende voorzieningen nodig:

- 1 trekker van ca. 60 kW voor de sproeiboom
- 1 trekker van ca. 80 kW voor de mestpomp
- mestpomp die de verdunde mest naar de sproei boom pompt
- waterpomp aangedreven door stationaire motor of trekker van veehouder
- slangensysteem.

Bij het toedienen van verdunde mest met de sproeiboom en een pompinstallatie met een meet- en regelsysteem voor de controle zijn de kosten wat hoger dan bij de mestpendel omdat de volgende extra voorzieningen nodig zijn:

- meet- en regelsysteem op de pomp
- sleepslang met een grotere diameter
- ruimere slangkoppelingen.

Het voordeel voor loonbedrijven is dat de sproeiboom en het slangensysteem efficiënter worden ingezet doordat bij meerdere veehouders gewerkt kan worden. De uiteindelijke uurkosten blijven hierdoor beperkt. Omdat het een systeem betreft voor loonbedrijven is de kostenberekening gebaseerd op de kosten die bij gebruik van de mestpendel gerekend werden. In de praktijk werd

voor het pendelsysteem een uurtarief van ca. f 175,- tot f 200,- gevraagd.

De sproeiboom kost ca. f 30.000,-, het regel- en controle systeem op de pomp kost ca. f 25.000,-. Voor de proef is een sleepslang gebruikt met een grotere diameter (3½ duim in plaats van 3 duim). De extra kosten ten opzichte van de dunnereslang bedragen ca. f 15,- per meter.

Hiervan is 200 meter nodig, de kosten bedragen dan ca. f 3.000,-. De aangepaste slangkoppelingen (met een grotere inwendige diameter) vragen geen extra investering.

De meeste loonbedrijven op de veengronden beschikken reeds over een mestpendel-systeem. De totale extra investeringskosten voor het toedienen van verdunde mest met de sproeiboom ten opzichte van de mestpendel bedragen dan ca. f 58.000,-. Uitgaande van 15 % jaarkosten komt dit neer op een extra kostenpost van f 8.700,- per jaar.

Wanneer er van uitgegaan wordt dat met de sproeiboom bijvoorbeeld 25 dagen per jaar wordt gewerkt à 12 uur per dag, is dit in totaal 300 uur per jaar. Uitgaande van extra jaarkosten van f 8.700,- is dit f 29,- per uur. Het loonwettarief zou dan f 204,- tot f 229,- bedragen. Uit-

gaande van een gemiddelde capaciteit van 30 m³ mest per uur bedragen de kosten ca. f 6,80 tot f 7,60 per m³ mest.

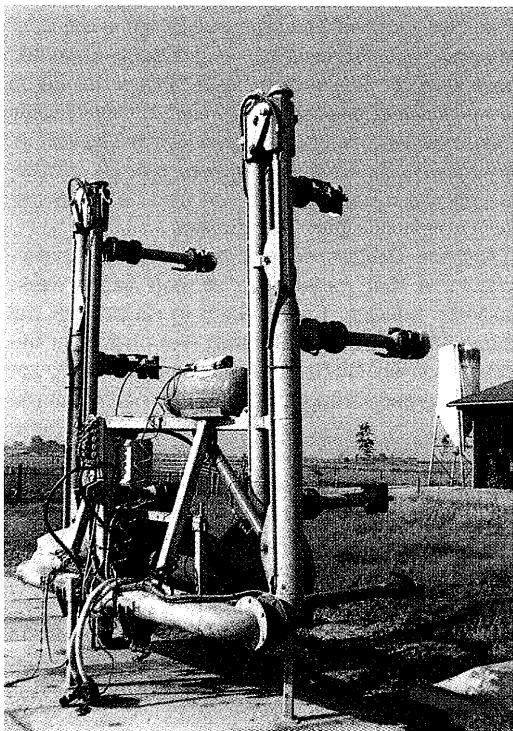
Wanneer in plaats van de berekende kosten wordt uitgegaan van een uurtarief van f 250,- en een capaciteit van 25 m³ per uur zouden de kosten f 10,- per m³ mest bedragen.

Bij de vergelijking van de kosten van het toedienen van verdunde mest met de sproeiboom dient rekening gehouden te worden met het feit dat met de andere toedieningssystemen niet altijd vroeg in het voorjaar onder ongunstige bodem-omstandigheden mest kan worden toegediend. Wanneer de mest vroeg in het voorjaar kan worden toegediend, is extra aanvoer van N, P en K in de vorm van kunstmest niet nodig. Door de mest in het voorjaar met de sproeiboom toe te dienen kan hierdoor wellicht op kunstmest worden bespaard.

Op grotere bedrijven kan het in sommige gevallen interessant zijn een vaste pompleiding aan te leggen. Hierbij wordt een centrale leiding in de grond gegraven met aftappunten, gespreid over de kavel. Bij dit systeem kan enigszins op arbeid worden bespaard omdat dan alleen de sleepslang verplaatst hoeft te worden. Doordat de leidingweerstand van een vaste leiding doorgaans iets lager is, kan de capaciteit iets hoger zijn. Voor een vaste pompleiding moeten echter aanzienlijke kosten worden gemaakt, zodat deze in veel gevallen kostentechnisch niet interessant is. In plaats van het hierboven beschreven 2 persoonssysteem kan het omwille van de capaciteit soms interessant zijn een derde persoon in te schakelen. Deze kan tijdens het aanwenden alvast de slangen voor het volgende perceel klaar leggen. Hierdoor hoeft de pomp slechts gedurende korte tijd uitgezet te worden. De trekker met sproeiboom hoeft alleen maar naar het naastliggende perceel te rijden en de slang weer aan te koppelen. De capaciteit van de pomp kan hierdoor beter benut worden, zodat de kosten per m³ toegediende mest ondanks de hogere arbeidskosten uiteindelijk per saldo toch lager kunnen zijn.

Overige ervaringen

Uit het onderzoek met de sproeiboom en reeds eerder uitgevoerde proeven bleek dat bij het toedienen van verdunde mest geen schade optrad aan de bodem en het gewas. Bij een juiste verdunning van één deel mest op drie delen water is er geen schade van verbranding of bedekking van het gewas met mest.



Voor transport over de weg kunnen de afzonderlijke segmenten van de sproeiboom worden ingeklapt

De hoeveelheid water die wordt verspreid over het land lijkt groot. Bij een mestgift van 15 - 20 m³ per ha moet 45 - 60 m³ water per ha worden toegevoegd. De totale gift is dan 60 - 80 m³ per ha. Dit komt overeen met een hoeveelheid neerslag van 6 - 8 mm. Dit is relatief weinig vergeleken met regenbuien van 10 tot 20 mm die regelmatig voorkomen.

De slangen waarmee de verdunde mest verpompt wordt, zijn volgens de garantie van de fabrikant bestand tegen een werkdruk van maximaal 12 bar. De maximale druk aan de pomp tijdens het onderzoek was 8 tot 9 bar. De kans op slangbreuk is dus minimaal. Doordat de pomp is voorzien van een snij-inrichting traden geen verstoppingen op.

Alternatieve mesttoedieningssystemen

De enige alternatieven voor de sproeiboom op minder draagkrachtige gronden zijn de sleepvoeten- of sleufkoutermachine met aanvoer van mest via een slang. Met deze drie technieken is enige ervaring opgedaan. Deze ervaringen zijn onder te verdelen in drie aspecten waarin de technieken verschillen; trekkracht, werkbreedte en gewicht.

Wat betreft trekkracht kan worden opgemerkt dat de sleepvoeten- en met name de sleufkoutermachine meer trekkracht vragen dan de sproeiboom. Onder natte omstandigheden op grond met weinig draagkracht geeft toediening met een sleepvoeten- en met name sleufkoutermachine waarschijnlijk meer schade aan de graszode. De trekkrachtbehoefte voor de sleufkoutermachine is groot doordat de mest in sleuven in de grond wordt gebracht. De extra trekkrachtbehoefte voor de sleepvoetenmachine is iets minder groot dan die van de sleufkoutermachine omdat geen sleuven worden gemaakt. De mest wordt in stroken op de graszode gelegd. In het voorjaar, wanneer er nog weinig gras staat, wordt soms echter in meer of mindere mate de mest die in stroken is toegediend over het gras gesmeerd door de sleepslang.

In de praktijk wordt vaak ervaren dat mest die is toegediend met de sleepvoetenmachine, in strepen op het land achterblijft. Bij het maaien kan een deel van deze mest weer in de voordroogkuil terecht komen. Het sproeiboom heeft dit nadeel niet. Al snel na het toedienen is nagenoeg niets meer zichtbaar van de toegediende mest. De

verdunde mest spoelt bij het aanwenden snel van het gras.

De werkbreedte van sleepvoeten- of sleufkoutermachines is gemiddeld de helft (6 tot 10 m) van die van de sproeiboom (16 m). Daarnaast wordt de mest bij een sleufkouter- of sleepvoetenmachine bij slangaanvoer slechts in beperkte mate verdund. Hierdoor is het mogelijk ca 40 - 50 m³ mest per uur te verpompen. Bij een mestgift van 15 m³ per ha is de rijsnelheid met de sleepvoeten- of sleufkoutermachine 5 tot 6 km per uur bij een werkbreedte van 6 meter. Bij de sproeiboom is de rijsnelheid aanmerkelijk lager, nl. 1 à 2 km per uur. Het voordeel van deze lagere rijsnelheid is dat ook de trekkrachtbehoefte voor het slepen van de slang lager is. Daarnaast is de kracht die op de sleepslang wordt uitgeoefend lager zodat deze minder snel beschadigd wordt en minder slijtagegevoelig is.

Andere nadelen van de beperkte werkbreedte is dat het aantal rijsporen per perceel toeneemt. Daarnaast moet de trekker op de kopakker scherp draaien om bij de vorige werkgang aan te kunnen sluiten. Juist op de kopakkers is de draagkracht het geringst. Bij het scherp keren neemt het risico van berijdingsschade daardoor toe. Het voordeel van de sproeiboom is dat door de grote werkbreedte een ruime bocht gemaakt kan worden. Bovendien hoeft tijdens het keren de pomp niet uitgezet te worden, omdat slechts een deel van de spuitkoppen wordt afgesloten. Hierdoor kunnen de kopakkers met de sproeiboom wel bemest worden en met de sleepvoeten- en sleufkoutermachines niet.

Tenslotte hebben sleepvoeten- en sleufkoutermachines het nadeel dat ze een vaste werkbreedte hebben. Dit betekent in de praktijk dat bepaalde delen van percelen niet of dubbel bemest worden. Dit heeft negatieve effecten op zowel de grasopbrengst als ook met name het milieu.

Tussen de diverse systemen is er ook verschil in gewicht. De sproeiboom (16 m breed) weegt circa 1200 kg, een sleufkoutermachine van 10 m breed weegt ca 2000 kg. Tijdens het toedienen op de rechte stukken rust het gewicht van sleepvoeten- en sleufkoutermachines op de bodem. Echter bij het keren op de kopakker komt het gewicht volledig op de trekker. De sproeiboom is hier dus in het voordeel.

4 Conclusie

De conclusie van het onderzoek op ROC Zegveld is dat de aangepaste sproeiboom een goede machine is voor het toedienen van verdunde mest.

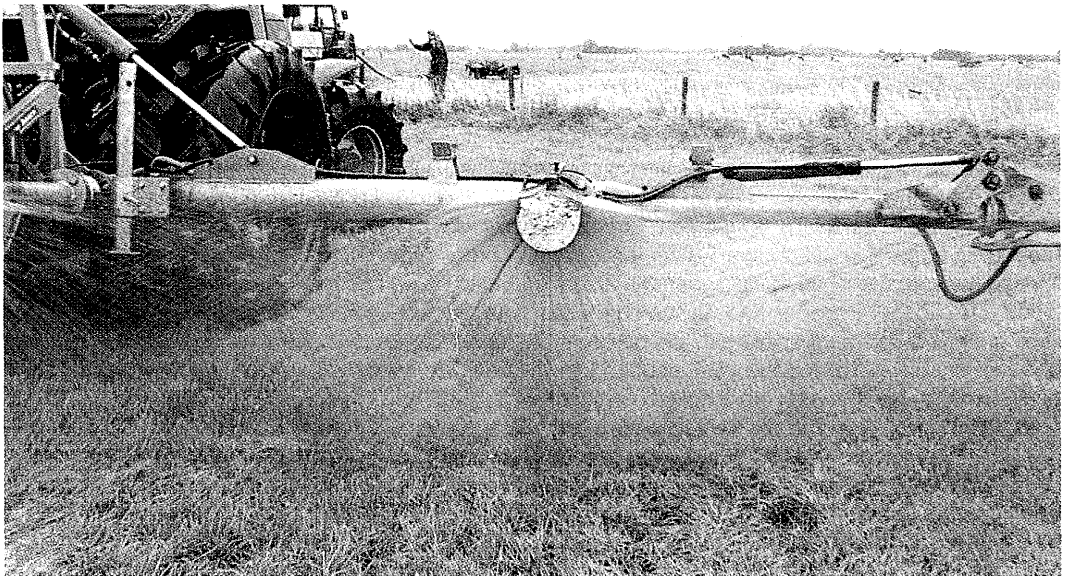
- Het controle-apparaat (CMV) zorgt voor een constante mengverhouding van één deel mest en drie delen water.
- De mengverhouding kan op eenvoudige wijze worden gecontroleerd. De gegevens zijn af te lezen bij de pomp op het moment van toedienen. Daarnaast worden de gegevens vastgelegd op een geheugenkaart en desgewenst op papier. De juiste toepassing van de techniek kan dus zowel tijdens het werk als naderhand worden gecontroleerd.
- De meetapparatuur voor de controle van de mengverhouding heeft voor de praktijk het bijkomende voordeel dat de hoeveelheid mest die wordt verpompt, exact gemeten wordt. Door de rijsnelheid van de trekker met sproeiboom hierop af te stemmen is een nauwkeurige dosering van de mest mogelijk.
- Door het vergroten van de inwendige diameter van zowel de sleepslang als de slangkoppelingen is de capaciteit van het systeem ver-

dubbeld ten opzichte van het gangbare slangensysteem.

De verdunde mest kan in plaats van de sproeiboom in principe ook met andere machines worden toegediend. Zo kan bijvoorbeeld een mestpendel worden gebruikt of een haspelautomaat. Het voordeel van de sproeiboom is echter dat een betere verdeling van de mest wordt gerealiseerd. De verdeling is nagenoeg niet windgevoelig. Daarnaast heeft de sproeiboom optimale mogelijkheden om de werkbreedte op de perceelsbreedte en -vorm af te stemmen.

Door de vergrote capaciteit kan verdunde mest tegen acceptabele kosten worden toegediend.

- Op veengronden onder natte omstandigheden is de sproeiboom in het voordeel ten opzichte van sleepvoeten- en sleufkoutermachines met slangaanvoer. De sproeiboom vraagt minder trekkracht, heeft een grote werkbreedte (dus minder sporen) en een lager gewicht. Bovendien treedt minder schade op aan de kopakkers.



De sproeiboom verdeelt de mest gelijkmatig over het land. Doordat de mest een korte afstand door de lucht aflegt is vrijwel geen sprake van windgevoeligheid

Samenvatting

In het groeiseizoen van 1994 is op ROC Zegveld het toedienen van verdunde mest met de sproei-boom onderzocht. Het onderzoek kwam voort uit de behoefte in de praktijk aan alternatieven voor de mesttoediening op de weinig draagkrachtige en moeilijk berijdbare gronden zoals de veengronden. Hiervoor zijn lichte machines nodig die bovendien weinig trekkracht nodig hebben. In het verleden zijn positieve ervaringen opgedaan met het toedienen van verdunde mest met de mestpendel. De mestpendel had echter het nadeel van een ongelijkmatige verdeling van de mest. Dit was het gevolg van de windgevoeligheid van het spuitbeeld en de beperkte mogelijkheden om de werkbreedte aan te passen aan de perceelsvorm en perceelsbreedte. Door de ontwikkeling van de sproeiboom wordt tegemoet gekomen aan het nadeel van de mestpendel. Met de sproeiboom kan de mest vroeg in het voorjaar worden toegediend. Doordat de mest voor het broedseizoen wordt uitgereden, wordt beschadiging van weidevogellegfels voorkomen. Daarnaast is een goede benutting van de mineralen uit de mest mogelijk.

Het principe van de sproeiboom is dat verdunde mest door een slang wordt aangevoerd. Bij de (tussen)opslag staat een trekker met een pomp. De pomp zuigt de mest aan en het water wordt vervolgens bij de mest gepompt met een aparte waterpomp. Voor transport van de verdunde mest worden dezelfde (flexibele) slangen gebruikt als bij de mestpendel.

De sproeiboom bestaat uit opklapbare segmenten met in totaal 8 spuitkoppen. De werkbreedte is maximaal 16 meter. De spuitkoppen zijn afzonderlijk afsluitbaar. Hierdoor kan de werkbreedte zeer goed worden aangepast aan de perceelsbreedte en de perceelsvorm. De spuitkoppen spuiten de mest met een spreidplaat verticaal naar beneden. De afstand die de verdunde mest door de lucht moet afleggen is hierdoor gering. Dit betekent dat de sproeiboom hierdoor vrijwel geen sprake last heeft van windgevoeligheid, in tegenstelling tot de mestpendel.

Voor een erkenning door de overheid is het belangrijk dat de methode gecontroleerd kan wor-

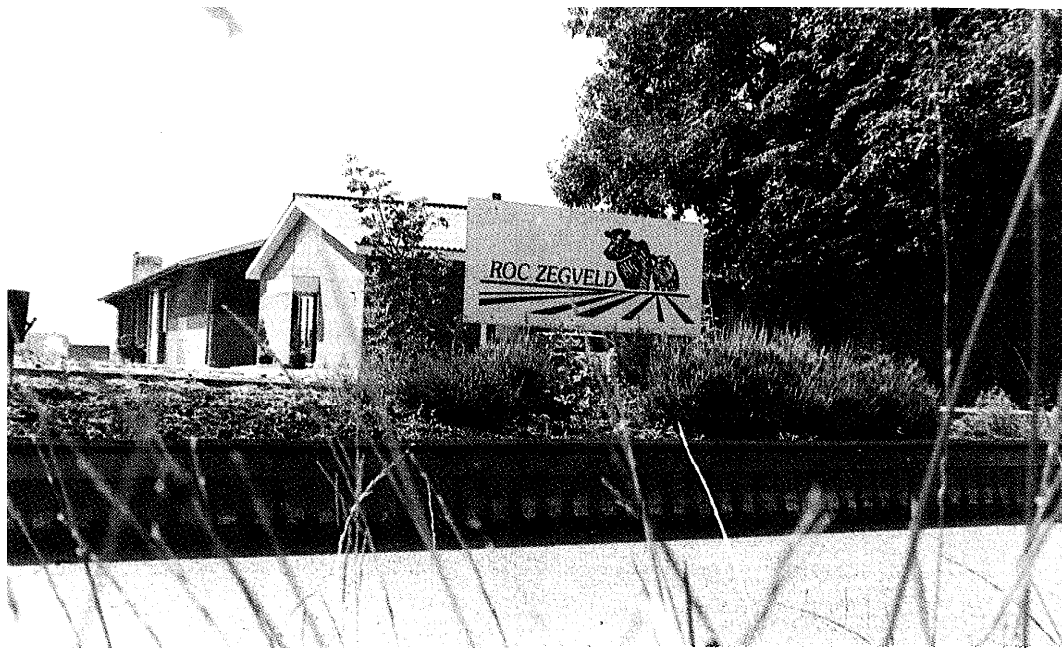
den op een voldoende emissiereductie. De emissiereductie wordt bepaald door de mengverhouding van mest en water. Daarom is een pompinstallatie ontwikkeld die automatisch mest en water verpompt met een constante mengverhouding van 1 : 3. Met twee doorstroommeters (één in de mest- en één in de wateraanvoerleiding) wordt gemeten hoeveel mest en water wordt verpompt. Door een computer wordt de mengverhouding met automatisch bediende kogelkranen geregeld. Uit het onderzoek bleek dat de installatie inderdaad een constante mengverhouding levert. De installatie wordt CMV genoemd (Controle Mest Verdunning).

Voor de controle kan de actuele mengverhouding op de installatie afgelezen worden. Daarnaast worden de gegevens door de computer opgeslagen. Deze kunnen later weer opgeroepen worden. Tevens kunnen andere gegevens worden vastgelegd, zoals de naam van de veehouder, mestsoort, mestgift, etc. De gegevens kunnen desgewenst ook automatisch op papier worden vastgelegd.

De hoeveelheid verdunde mest die per uur met de sproeiboom kon worden toegediend bleek bij aanvang van het onderzoek beperkt. De capaciteit was 65 tot 70 m³ verdunde mest per uur (ca. 17 m³ mest per uur). Vanuit het oogpunt van kosten werd deze capaciteit als te laag beschouwd. Daarom zijn zowel de pompinstallatie, het slangensysteem en de sproeiboom sterk aangepast. Uit de proef bleek dat de wijzigingen aan de pomp en de sproeiboom slechts een beperkte invloed op de capaciteit hebben. Het vergroten van de diameter van de sleepslang en het toepassen van slangkoppelingen met een grotere doorlaat heeft de capaciteit van de machine verdubbeld.

De sproeiboom is vooral geschikt in het veenweidegebied door de meestal langwerpige vorm van de percelen, het ontbreken van afrasteringen en de beschikbaarheid van voldoende water.

De mestverdeling door de sproeiboom is aanvankelijk onderzocht bij de lage capaciteit. De verdeling was toen onvoldoende. Door het verhogen



Sproeiboom onderzocht op ROC Zegveld

van de capaciteit, hetgeen om economische redenen gewenst is en door het op de goede hoogte afstellen van de sproeiboom boven het maai-veld werd een goede verdeling verkregen.

Voor de praktijk heeft het onderzochte meet- en regelsysteem het voordeel dat de hoeveelheid verpompte mest wordt gemeten. Door een juiste rijsnelheid te kiezen kan de gewenste hoeveelheid mest (in m^3 per ha) gedoseerd worden. Het toedienen van verdunde mest met de sproei-boom is vooral geschikt voor loonbedrijven. Dit komt omdat het een 2 persoons-systeem is en de investeringskosten vrij hoog zijn. Door uit te gaan van loonwerkstarieven zijn de kosten voor het toedienen van de mest van een acceptabel niveau. Afhankelijk van de uitgangspunten bedragen de kosten naar schatting tussen de f 6,80 en f 10,- per m^3 toegediende mest. Deze bedragen kunnen verder worden beïnvloed door concurrentie en technische verbeteringen aan het sys-

teem.

In het onderzoek zijn gunstige ervaringen opgedaan met het toedienen van verdunde mest met de sproeiboom. Er werd geen schade geconstateerd aan de graszode door berijding, wielslip, bedekking en verbranding. Het systeem bleek weinig storingsgevoelig.

Op veengronden onder natte omstandigheden is de sproeiboom in het voordeel ten opzichte van sleepvoeten- en sleufkoutermachines met slang-aanvoer. De sleepvoeten- en met name de sleufkoutermachines vragen meer trekkracht dan de sproei boom. De werkbreedte van sleepvoeten- en sleufkoutermachines is gemiddeld de helft van die van de sproeiboom. Door deze kleinere werkbreedte moet vaker heen en weer gereden worden en kunnen er meer sporen in het land veroorzaakt worden. Tenslotte heeft de sproeiboom een lager gewicht dan sleepvoeten- of sleufkoutermachines en worden de kopakkers minder beschadigd.

Literatuur

Handboek voor de Rundveehouderij, IKC-RSP
publikatie nr 35, Lelystad, 1993

Baumann, D.T. en P. de Visser, Standaardmeet-
systemen onontbeerlijk voor evenwichtige mest-
toepassing, Meststoffen nr 3, 1988 p. 25 - 29

Heeres, J., Pompsystemen, Landbouwmechani-

satie 37 juli 1986, Wageningen, p 708 - 711.

Schils, R.L.M., Stikstofwerking van verdunde
drijfmest op grasland Praktijkonderzoek 5, febru-
ari 1992, p 36 - 39.

Wijziging Besluit Gebruik Dierlijke Meststoffen,
Staatscourant 19, januari 1993, SDU Den Haag.