

32/446 (159) 2^e ex.

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

**Bodemgeschiktheid voor emissie-arme mesttoedieningstechnieken
van grasland in zandgebieden**

F.A. Wopereis

Rapport 159

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1991



28 JAN 1992

181 2 546260 *

REFERAAT

F.A. Wopereis, 1991. *Bodemgeschiktheid voor emissie-arme mesttoedieningstechnieken van grasland in zandgebieden*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 159. 36 blz.; 1 fig.; 10 tab.; 14 ref.

Onderzocht is de bodemgeschiktheid van grasland in zandgebieden voor emissiearme mestaanwending in verband met een mogelijke verlenging van het uitrijverbod voor dierlijke mest om schade aan legsels van weidevogels te voorkomen. Speciale aandacht wordt besteed aan de grondwaterinformatie op de bodemkaart, als maat voor de draagkracht, een belangrijk criterium voor geschiktheid. Koppeling van het LGN-bestand met het Geografisch Informatie Systeem geeft inzage in het areaal grasland dat in het voorjaar tot 1 april zich leent voor een of meer van de behandelde emissiearme technieken.

Trefwoorden: Bodemgeschiktheid, zandgrasland, emissie-arm bemesten en Gt-informatie.

ISSN 0924-3070

©1991 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)
Postbus 125, 6700 AC Wageningen
Tel.: 08370-74200; telefax: 08370-24812; telex: 75230 VISI-NL

Het DLO-Staring Centrum is een voortzetting van: het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, afd. Milieu (IOB), de Afd. Landschapsbouw van het Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp" (LB), en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).

Het DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het DLO-Staring Centrum.

INHOUD

	Blz.
WOORD VOORAF	7
SAMENVATTING	9
1 INLEIDING	
2 EMISSIE-ARME TECHNIEKEN EN HUN INZETBAARHEID OP GRASLAND	11
2.1 Emissie-arme technieken	11
2.2 Ervaringen met erkende technieken	13
2.3 Bodemkundige randvoorwaarden	15
3 ONTWATERINGSTOESTAND ALS BASIS VOOR GESCHIKTHEID	17
3.1 Grondwaterinformatie	17
3.2 Procedure voor bijstelling Gt	18
3.3 Gebruik van grondwaterklassen	21
4 BODEMGESCHIKTHEIDSBEPALING	23
4.1 Interpretatiesleutel	23
4.2 Automated Land Evaluation System (ALES)	26
5 BODEMGESCHIKTHEID VOOR EMISSIE-ARME TECHNIEKEN IN DE ZANDGEBIEDEN	27
5.1 Bodemgeschiktheid per groep grondsoorten	27
5.2 Bodemgeschiktheid van grondsoorten in gebruik als grasland	30
5.3 Bepaling graslandareaal en zijn geschiktheid	30
LITERATUUR	35
FIGUUR	
Bodemgeschiktheid voor ammoniakemissie-arme toedieningstechnieken van dierlijke mest in de zandgebieden van Nederland vóór 1 april	28
TABELLEN	
1 Codering grondwatertrappen	18
2 Neerslag (N), potentiële verdamping (Ep) en neerslagoverschot (N-Ep) (mm) van de maanden januari tot en met april voor verschillende perioden van 4 KNMI meteostations (A.F. van Holst ongepubliceerde gegevens)	20
3 De berekende mediaanwaarden van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG in cm - mv.) voor het Gt-vlak op de kaart, voor buizen uit het IGG-TNO databestand en voor kroonbuizen. Er is gecorrigeerd voor die kaartvlakken waar het verschil tussen de mediaan van het vlak en die van de buizen groter is dan 15 cm	20
4 Interpretatiesleutel voor bodemgeschiktheidsklassen voor emissie-arme mesttoediening voor 1 april	24

	Blz.
5 Graslandareaal per gebied in ha naar gegevens van LGN en CBS	30
6 Geschiktheid voor mestinjectie van noordelijk zandgebied	31
7 Geschiktheid voor mestinjectie van oostelijk zandgebied	31
8 Geschiktheid voor mestinjectie van centraal zandgebied	32
9 Geschiktheid voor mestinjectie van zuidelijk zandgebied	32
10 Percentage goed en redelijk geschikt gebied voor mestinjectievariant 2 (Wopereis en Schuiling, 1990) en emissie-arme mesttoediening (eat)	33

WOORD VOORAF

Met ingang van 1 oktober 1991 zijn de regels voor het gebruik van dierlijke mest op grasland opnieuw aangescherpt. Vanaf deze datum tot eind januari van het volgend jaar geldt een totaal uitrijverbod voor dunne mest voor die gebieden die op kaart als zandgrond staan aangemerkt. Daarna mag, mits dit op emissie-arme wijze gebeurt, vanaf begin februari tot half juni op deze gronden weer mest worden toegediend. De verplichting tot emissie-arme toepassing, hoe gunstig op zichzelf ook voor het milieu, kan echter vooral in natte lentes nadelig voor de weidevogelpopulatie uitpakken, omdat de voorgeschreven technieken de broedresultaten zeer negatief kunnen beïnvloeden. Op verzoek van de Directeur-Generaal Landelijke gebieden en Kwaliteitszorg van het Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij is daarom een werkgroep ingesteld om deze problematiek te inventariseren. De werkgroep onder leiding van dr.ir. Koorevaar (DLO) heeft de taken verdeeld en aan de afdeling Landevaluatiemethoden van SC-DLO de volgende vragen voorgelegd. Wat valt er te zeggen over de geschiktheid van zandgronden voor toepassing van emissie-arme technieken en is diegeschiktheid ten behoeve van beleidsvoornemens nader te kwantificeren?

De geschiktheidsbeoordeling zoals die voor U ligt kon alleen tot stand komen dank zij de medewerking van de collega's ing. H. Kleijer (verwerking gegevens IGG TNO) ing. R.K.C. Olthof en ing. H. Kramer (schatting en visualisering van het graslandareaal) en R. Schuiling voor de kartografische vormgeving.

1 INLEIDING

De afdeling Landevaluatiemethoden van het DLO-Staring Centrum heeft een bodemgeschiktheidskaart voor emissie-arme mesttoediening op grasland in zandgebieden vervaardigd. Dit is gedaan om verschillende NH_3 -emissie-arme bemestingstechnieken en hun betekenis voor de broedresultaten van weidevogels te kunnen onderzoeken. De geschiktheidskaart is afgeleid uit een kleinschalige bodemkaart met behulp van beoordelingscriteria ontleend aan de bij deze kaart behorende toelichting. De geschiktheidskaart geeft een zeer globaal overzicht van de technische mogelijkheden voor het emissiearm toedienen van dierlijke mest in een i.v.m. het broedseizoen kritieke periode voor weidevogels.

De kaart afgeleid van De Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 250 000 is zeer globaal en wil een bijdrage leveren aan de regelgeving met betrekking tot het uitrijden van dierlijke mest. De kaart is niet bedoeld en vanwege de schaal ook niet bruikbaar om uitspraken te doen over de meest geschikte techniek op perceelsniveau.

2 EMISSIE-ARME TECHNIEKEN EN HUN INZETBAARHEID OP GRASLAND

Onder emissie-arme bemestingstechnieken worden technieken verstaan die een reductie in ammoniakemissie bewerkstelligen van >60% ten opzichte van bovengrondse toediening (voor zandgebieden geldt een eis van >80%). De hierna beschreven apparatuur of behandeling, mits op de juiste wijze toegepast, voldoet aan deze eis of wordt daarop nog getest. Vanwege onvoldoende controle mogelijkheden op een correcte emissie-arme toepassing zijn voorlopig alleen de mestinjecteur, de zode-injecteur en de zodebemester als emissie-arme mesttoedieningsapparatuur erkend.

2.1 Emissie-arme technieken

Mest-injectie

Bij mestinjectie wordt meestal met 6 injectie-tanden, dunne mest onder druk in de grond gebracht. De tank van de mestinjecteur (getrokken of zelfrijdend) heeft naar gelang merk en model een inhoud van 6000 tot 12 000 liter. Dit betekent dat de aslast van een éénassige volle tankwagen al gauw 8 ton zal bedragen. Een dergelijke last vraagt veel trekkracht (100 pk) een groot draagvermogen van de grond en een grote slipvastheid van de zode.

De injectietanden zitten op een onderlinge afstand van 50 cm en brengen de mest 15 à 20 cm diep in de grond (Van Loo, 1986). Achter elke tand loopt een onderveerspanning staande aandrukrol om de sleuf te dichten. In een keer kan 40 m³ mest worden toegediend. De werkbreedte van de injecteur bedraagt 3 meter. Ganzevoeten van 16 tot 18 cm breedte aan het uiteinde van elke injectietand zorgen voor de verdeling van de mest in de grond. Door de werking van de ganzevoet wordt de zode plaatselijk van de wortels afgesneden. Dit leidt onder droge omstandigheden tot verdroging van de grasmat langs de injectiesleuven. Het is daarom belangrijk dat injectie wordt uitgevoerd onder vochtige bodemcondities. De reductie in ammoniakemissie bedraagt 98% ten opzichte van bovengrondse toediening.

Zode-injectie

Bij zode-injectie wordt de mest op een diepte van 5 à 10 cm in de grond gebracht. Dit vervroegt de stikstofopname door het gras, wat positief is. Omdat niet of met kleine ganzevoeten wordt gewerkt zijn voor een goede verdeling van de mest meer injectietanden nodig. Bij de meeste merken staan de tanden op een onderlinge afstand van 25 cm. Omdat de zode-injecteur wat minder trekkracht vergt dan de mestinjecteur kon de werkbreedte worden opgevoerd tot 4 meter. De injectiesleuf wordt gedicht door twee onder een hoek werkende rollen. Met dit apparaat kan per behandeling ongeveer 25 à 30 m³ per ha worden toegediend. De emissie-reductie bedraagt 95% t.o.v. bovengrondse aanwending (Korevaar en Den Boer, 1991).

Zode-bemesting

Bij zodebemesting wordt net als bij zode-injectie de mest ondiep in de grond gebracht. Het verschil is dat de mest wordt gedoseerd in een V-vormige sleuf van 7 cm diepte die niet wordt dichtgerold. De emissie van ammoniak uit deze open sleuf is daardoor groter dan bij de eerder besproken injecteurs (80 à 90%) maar voldoet niettemin ruimschoots aan de gestelde norm.

Bovengronds toedienen en inregenen

Mest met een mengmestverspreider bovengronds toedienen is tot nog toe de meest gangbare methode. De toepassingsmogelijkheden worden echter door de wetgever steeds meer aan banden gelegd. De methode is toepasbaar wanneer tegelijk bij het toedienen met 10 mm wordt beregend. Een emissiereductie van 55 à 90% is dan haalbaar. Omdat controle op een correcte (emissie-arme) uitvoering moeilijk is wordt deze methode echter voorlopig nog niet als emissie-arm erkend.

Verregenen van verdunde mest

Bij verdunning van de mest (1 deel mest op 3 delen water) zijn goede ervaringen opgedaan met betrekking tot emissie-reductie (Huijsmans en Snel, 1987). Verregening kan op verschillende manieren worden toegepast.

- met een haspelinstallatie;
- met een mestpendel;
- met een roterende spuitboom.

Verregenen van verdunde mest is bij uitstek geschikt voor toepassing op minder draagkrachtige gronden. De emissie-reductie varieerde van 45 - 73%. Ook deze techniek wordt voorlopig nog niet als emissie-arm erkend vanwege controlebezwaren.

Sleepvoetmethode

Bij deze methode wordt de mest niet in de grond gebracht maar direct achter de flexibel opgehangen sleepvoet op de bodem onder het gras gedoseerd. Met dit systeem wordt niet in de grond gesneden, zodat flink op trekkracht kan worden bespaard. Dit biedt perspectief voor de minder draagkrachtige veen- en de zware kleigronden. De eerste proeven wijzen op een emissie-reductie van 33-77% (Huijsmans, 1991).

Aanzuren van mest

Het aanzuren van mest met 2 à 3% salpeterzuur is een nieuw procede waarbij de mest rijker wordt aan stikstof terwijl de ammoniakemissie aan banden zou worden gelegd. Het systeem wordt getest op de ROC's Bosma Zathe en Waiboerhoeve. De stikstofwerking van aangezuurde mest is goed maar of de norm van 60% emissiereductie wordt gehaald, moet nog afgewacht worden. Uit Engelse proeven zou blijken dat de vervluchtiging na aanzuren nog geen 15% zou bedragen t.o.v. onbehandeld (Koorevaar en Den Boer, 1991). Mocht de norm ook in ons land gehaald worden dan blijft er nog een probleem. Aangezuurde mest oppervlakkig aangewend verspreidt dagenlang een zeer penetrante geur.

2.2 Ervaringen met erkende technieken

Om de inzetbaarheid van de verschillende technieken globaal in kaart te kunnen brengen, is over de ervaringen met de thans als emissie-arm erkende technieken (mest-/zode-injectie en zodebemesting) een telefonische enquête gehouden onder de bedrijfsleiders (en) of medewerkers van 5 verschillende Regionale Onderzoek Centra in de veehouderij. Daarnaast is informatie ingewonnen bij deskundigen van het IKC, het IMAG en het PR. Bovendien zijn artikelen uit de landbouwpers geraadpleegd.

Mestinjectie

Mestinjectie blijkt over het algemeen goed te voldoen in de goed ontwaterde zandgebieden. Op de minder goed ontwaterde gronden veroorzaakt de mestinjecteur schade aan de grasmat vanwege de grote trekkracht die vereist wordt. Op veengronden in het westen en op de madelanden in Drenthe waar plaatselijk veel houtstobben voorkomen is ervaren dat de mestinjecteur deze stobben aan de injectietanden meeneemt en daarbij de graszode ruïneert. Uit oogpunt van terugdringen van ammoniakemissie is dit apparaat echter het beste van wat tot nog toe op de markt is verschenen. De NH_3 -emissie wordt met 98% teruggedrongen. Groot voordeel van de mestinjecteur boven andere apparatuur is dat hiermee in een gift 40 m^3 mest per ha milieuvriendelijk kan worden ingewerkt. Dit is uit oogpunt van werkbesparing belangrijk. Bovendien valt de schade aan de graszode op zandgrond vaak mee, omdat slechts een keer vroeg in het voorjaar wordt geïnjecteerd, op een tijdstip dat het herstellend vermogen van de zode nog groot is.

Nadeel van de mestinjectie is dat bij later in het seizoen inzetten van de injecteur door de ganzevoetachtige werking veel graswortels afbreken. Zowel op de goed ontwaterde klei- en veengronden als op de wat schralere zandgronden kan echter deze schade worden beperkt of zelfs geheel worden voorkomen door bij droog weer tijdig te beregenen.

Zode-injectie

Zode-injectie (werkingsdiepte 8 cm) heeft ondanks zijn ondieper werkende injecteurs de nadelen van de mestinjecteur (veel benodigde trekkracht) niet kunnen wegnemen. De zode-injecteur is qua belasting en benodigde trekkracht (meer injectietanden) op een lijn te stellen met de mestinjecteur. Wel is er ten opzichte van de mestinjecteur sprake van een betere mestverdeling door het profiel, omdat de injectietanden dichter bij elkaar staan, 25 in plaats van 50 cm.

Nadeel van zode-injectie is echter dat door de ondiepere injectie per keer minder mest geplaatst kan worden ($25 \text{ à } 30 \text{ m}^3$). Dit betekent dat vaak nog een tweede injectie nodig is. Deze tweede behandeling vindt meestal pas plaats na de tweede (maai)sneede. Vooral in droge jaren kunnen zich op de wat lichtere zandgronden dan problemen voordoen omdat de zode voor de tweede keer in korte tijd in de lengterichting wordt doorsneden. Als daarna wordt beweid zonder dat er neerslag is gevallen of toegediend, kan op plaatsen waar de afstand tussen twee injectiesleuven toevallig erg klein geworden is, de zode bij beweiding gemakkelijk worden losgetrokken.

De door de zode-injecteur gemaakte sleufjes zijn vanwege de ondiep werkende ganzevoetjes zeer gevoelig voor indrogen. Hierdoor krijgen kwalitatief minderwaardige grassen een kans zich te vestigen. Behalve op klei- en veengronden is dit euvel ook geconstateerd op moerige zandgronden met een sterk humeus of venig dek.

Op zeer lichte gronden lopen soms de sleuven deels al vanzelf dicht, nog voor injectie goed en wel heeft kunnen plaatsvinden. De emissie-reductie (95%) komt daardoor in gevaar. De inzet van de injecteur vereist daarom en om zodebeschadiging tot een minimum te beperken op hoge lichte zandgronden de mogelijkheid van kunstmatige beregening.

Zodebemesting

Bij zodebemesting is geen sprake van injectie van mest in de grond. De zodebemester snijdt een V-vormig geultje in de zode waar de mest in uitvloeit. Uit oogpunt van emissiereductie (84%) blijft de zodebemester wat achter bij de eerder besproken injecteurs (99% en 95%). Ook kan in de betrekkelijk ondiepe geul aanzienlijk minder mest worden geborgen (max. 20 m³ per ha). Bij onjuiste afstelling kan sprake zijn van 5-10% bedekkingsschade aan het gras door overvloeiende mest.

Het grote voordeel van de zodebemester t.o.v. de injecteurs is echter dat er niet of nauwelijks verdroging van sleufranden of loslaten van de zode optreedt, ook niet wanneer een tweede bemesting wordt uitgevoerd. Dit komt waarschijnlijk omdat de graswortels goeddeels intact blijven waardoor een snel herstel van de zode mogelijk is.

Op veen en zware kleigronden is onder natte omstandigheden echter de zodebemester evenmin inzetbaar als de injecteur. De lage draagkracht en daardoor geringe berijdbaarheid van deze gronden vormt ook voor deze machines een praktisch onoverkomelijk handicap. Op een van de ROC's (zware klei) was zelfs in het midden van het groeiseizoen in 1989 (derde snede) nog sprake van groeireductie en waren de sporen van de zodebemester nog zichtbaar. Waarschijnlijk is hier sprake van een onvoldoende bodemaëratie als gevolg van het onder natte omstandigheden dichtdrukken van de toch al schaarse macroporiën.

Onder gunstige omstandigheden (geen rijsporen) kan echter de zodebemester ook met succes op zware klei worden ingezet. Door de zodebemester wordt wel scheurvorming in zware klei geïnduceerd, waardoor nog lange tijd in de zomer een zeer rechthoekig scheurpatroon zichtbaar blijft, tenzij het grasland wordt beweide. Het is echter nog niet duidelijk of dit ook ten koste gaat van de opbrengst. Waarschijnlijk is van opbrengstreductie geen sprake, maar wordt door de regelmatigheid van het scheurpatroon de invloed daarvan op de opbrengst overschat. Alle kleigronden tenslotte vertonen bij droogte afhankelijk van het lutumgehalte in meer of mindere mate een onregelmatig scheurpatroon.

Algemeen geldt dat veel boeren ervoor beducht zijn dat hun grond als gevolg van de zware aslasten te sterk zal worden verdicht. Deze vrees geldt sterker voor de injecteurs dan voor de zodebemester, omdat de zodebemester meestal met kleinere

lasten en later (onder drogere omstandigheden) wordt ingezet.

Een zwak punt blijft het rijden met onaangepaste bandenspanning. Veel apparatuur wordt zowel voor transport over de weg als in het veld gebruikt. Men rijdt dan standaard met 3 bar wat een factor 3 à 4 te hoog is voor gebruik onder veldomstandigheden.

2.3 Bodemkundige randvoorwaarden

Welke emissie-arme techniek gebruikt wordt zo bleek uit de enquête, hangt vooral af van de draagkracht van de zode, van de kans op het losraken ervan en van het risico van indrogen van de sleufranden. De draagkracht van de zode is behalve van de soort grond (dichtheid van de grond en het gehalte aan organische stof) vooral afhankelijk van de vochttoestand in en vlak onder de zode op het moment van aanwenden van de techniek. Het risico van indrogen van de sleufranden, wordt vooral bepaald door de textuur van de bovengrond en het vochtleverend vermogen van het profiel. Als norm voor de draagkracht voor berijden wordt een indringingsweerstand van > 0.5 MPa aangehouden (Van Wallenburg en Vleeshouwer, 1987).

De textuur is vooral van belang bij het bepalen van de geschiktheid voor het al dan niet inzetten van injectieapparatuur. Met name speelt dit op de kleigronden. Mest-injectie uitgevoerd op sterk ontwaterde kleigronden, leidt bij droge weersomstandigheden tot verstoring van de vochtvoorziening van de zode waardoor de wanden van de injectiesleuven indrogen, wat tot aanzienlijk produktieverlies kan leiden.

Het al dan niet losraken van de zode door gebruik van bepaalde emissie-arme apparatuur is mede bepalend voor de geschiktheid. In minder sterk ontwaterde veengebieden komen plaatselijk ondiep in het profiel soms houtresten voor die achter de injectietanden kunnen blijven haken en daardoor de zode beschadigen.

Op de minst draagkrachtige gronden is inwerken van mest onmogelijk en komen alleen nog technieken in aanmerking die de mest oppervlakkig verspreiden. Onderscheid moet worden gemaakt in gronden waarop nog wel met een kleine tank mest kan worden uitgereden en gronden waarop alleen met aanvoerslangen (pendel- en haspeltechnieken) mest toegediend kan worden. Geen rekening is gehouden met de vraag of de haspel in natte lentes überhaupt wel uitgebracht kan worden als men niet over een verhard pad beschikt. Evenmin is rekening gehouden met de vraag of de verkaveling (kavelbreedte) zich wel leent voor het gebruik van bijvoorbeeld de haspeltechniek in verband met ongewenste eutrofiëring van het oppervlaktewater.

3 ONTWATERINGSTOESTAND ALS BASIS VOOR GESCHIKTHEID

De Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 250 000 (Steur et al., 1985) geeft niet alleen informatie over de textuur van de grond, maar zegt in algemene bewoordingen ook iets over de diepte van de grondwaterstand en daarmee indirect over de berijdbaarheid van de grond. Deze informatie is te vinden in de toelichting bij deze bodemkaart. In de toelichting wordt ook voor elke kaarteenheden aangegeven uit welke subgroepen van de bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50 000 de eenheid is opgebouwd en welk grondgebruik (bos, bouwland grasland) er op voorkomt. Bij elke hoofdklasse staan de onderscheiden kenmerken (bijv. textuur, dikte humeuze laag) in de kop van de tabellarische legenda vermeld. Wanneer een dergelijk kenmerk voor een bepaalde eenheid geldt, dan is dit aangegeven met een gekleurd blokje op de regel waarop die eenheid is vermeld.

Op de bodemkaart 1 : 250 000 worden 5 gradaties in grondwater onderscheiden. Een groot aantal kaarteenheden komt op meer dan een gradatie voor. Vanwege het grote gewicht van de ontwateringstoestand op de geschiktheidsbeoordeling, was het wenselijk dit nader te precizeren. Daarbij is ook gebruik gemaakt van meer gedetailleerde en meer recente informatie dan beschikbaar op de bodemkaart. Een tweede belangrijk criterium voor de vaststelling van de meest geschikte emissie-arme techniek is de textuur van de grond. Van de gegevens met betrekking tot textuur die op de bodemkaart staan aangegeven is vooral gelet op de korrelgroottesamenstelling van de bovengrond. Daarnaast zijn ook gegevens met betrekking tot de profielopbouw benut.

De bodemgeschiktheidskaart voor emissie-arme mesttoedieningstechnieken geeft een globaal overzicht van de technische mogelijkheden voor het toepassen van deze technieken in de zandgebieden van Nederland. De procedures die gevolgd zijn bij het vervaardigen van deze kaart, worden hierna beschreven. De geografische basis voor de geschiktheidskaart wordt gevormd door de bodemkaart van Nederland schaal 1 : 250 000. Voor alle 265 bodemeenheden van de kaart is de geschiktheid voor emissie-arme mesttoediening beoordeeld op grond van een aantal bodemeigenschappen zoals draagkracht, textuur, profielopbouw en droogtegevoeligheid. Deze bodemeigenschappen worden niet alle als zodanig gegeven in de toelichting bij de bodemkaart maar kunnen worden afgeleid uit de beschreven kenmerken. Daarna zijn er interpretatiesleutels opgesteld om elke combinatie van bodem- met ontwateringskenmerken te kunnen vertalen naar bodemgeschiktheid voor emissie-arme mesttoediening.

3.1 Grondwaterinformatie

Het belangrijkste criterium voor de geschiktheidsbeoordeling voor toepassing van emissie-arme technieken zo bleek uit de enquête is de draagkracht van de grond. De draagkracht van de grond is sterk gecorreleerd met de ontwateringstoestand. De 1 : 50 000 bodemkaart (bijna voltooid) geeft voor elke kaarteenheden in romeinse

cijfers informatie over de ontwateringstoestand in de vorm van zogenaamde grondwatertrappen (Gt's). Deze Gt's geven behalve informatie over de Gemiddeld Laagste zomer Grondwaterstand (GLG) ook informatie over de Gemiddeld Hoogste winter Grondwaterstand (GHG) en daarmee indirect over de draagkracht in het voorjaar op basis van deze GHG. Tabel 1 geeft een overzicht van de op de 1 : 50 000 bodemkaart voorkomende Gt's met het bijbehorende traject waarvoor de Gt geldt. Tevens zijn in de tabel opgenomen de 5 gradaties van gemiddeld hoogste grondwaterstanden samengesteld uit de Gt's zoals die op de bodemkaart 1 : 250 000 voorkomen.

Tabel 1 Codering grondwatertrappen

GT	GHG	GLG	Gradaties in GHG op 1 : 250 000 kaart
I	<25	<50	zeer ondiep (extr. nat)
II	<25	50- 80	idem
IIIa	<25	80-120	ondiep = nat
Va	<25	>120	idem
III*	25- 40	<120	matig diep = vochtig
V*	25- 40	>120	idem
IV	40- 80	80-120	vrij diep = droog
VI	40- 80	>120	idem
VII	80-140	>120	zeer diep = zeer droog
VII*	>140	>180	idem

De informatie die in de bodemkaart ligt opgesloten, is van zeer verschillende ouderdom. Vooral de informatie met betrekking tot de ontwateringstoestand is als gevolg van later uitgevoerde ontwateringswerken niet meer up to date. Dit geeft problemen bij de geschiktheidsbeoordeling, omdat een van de belangrijkste criteria voor draagkracht juist bepaald wordt door o.a. de diepte van de grondwaterstand in de periode van half februari tot 1 april.

Om uit dit dilemma te komen is door SC-DLO een selectie gemaakt uit de grondwaterstandsgegevens van IGG-TNO, met het doel deze te gebruiken voor controle om eventuele systematische verschillen te kwantificeren. Deze selectie omvat de gegevens van 4300 grondwaterstandsbuizen uit het Noordelijk, Oostelijk, Centraal en Zuidelijk zandgebied; (respectievelijk de CBS regio's 8, 9, 10 en 11) zoals die door het Centraal Bureau voor de Statistiek worden onderscheiden.

3.2 Procedure voor bijstelling grondwatertrappen

De procedure om tot een correctie te komen is als volgt uitgevoerd. Alle meetreeksen uit de zandgebieden zijn eerst gescreend op volledigheid en op eventuele buisverplaatsing. Via een overlay met de bodemkaart 1 : 50 000 is per meetpunt de bodemeenheid en de grondwatertrap bepaald. Op deze manier kunnen tevens vrij eenvoudig de buizen op zand worden gescheiden van de buizen die op andere grondsoorten staan.

Uit de deelverzameling zandbuizen is vervolgens met behulp van kaartinformatie ontleend aan de Landelijke Grondgebruiksdatabank Nederland, afgekort LGN (Thunnissen en Olthof, 1991) een scheiding gemaakt in buizen die in grasland liggen en overige buizen. De selectie berust op de zogenaamde pixelmethode. Hiervoor is een programma gebruikt, dat in een vierkant van 3*3 pixels (75m*75m) rond elke peilbuis, alleen die buizen selecteert, waarvan tenminste 5 van de 9 pixels het label gras dragen. Van deze (1100) waarschijnlijk in gras liggende buizen is vervolgens de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) berekend uit het gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden per jaar (HG3) in de periode '80/'81 - '88/'89

Vergelijking van de mediaanwaarde van de zo berekende GHG met de uit de Gt af te leiden mediaanwaarde van de GHG van het kaartvlak waarin de betreffende buis ligt, geeft in een aantal gevallen een beduidend verschil in gemiddelde hoogste grondwaterstand te zien. Deze verschillen kunnen voor een deel worden toegeschreven aan de algehele grondwaterstands dalingen van de laatste decennia veroorzaakt door pompstations, ruilverkavelingswerken etc.). Voor een ander deel moet de verklaring gezocht worden in de door ons gevolgde procedure om de Gt van alle buizen in een grasland omgeving te vergelijken met de Gt van het kaartvlak waartoe de buis is gerekend.

Aan de benadering via de bodemkaart 1 : 50 000 kleefte nl. het bezwaar, dat slechts van een zeer beperkt aantal buizen bekend is of de ligging ervan representatief geacht kan worden voor het vlak waarin de buis ligt. Het is bekend dat veel buizen zijn geplaatst in de naaste omgeving van boerenerven of dicht bij sloten of dammen. De buizen kunnen daardoor in hun GHG afwijken van de GHG van het vlak waarbij de buis is ingedeeld. Ook zijn de IGG-TNO buizen dan de buizen in gebruik bij het DLO-Staring Centrum langer waardoor schijnspiegels niet worden gemeten en de GHG lager uitvalt. Als derde onzekere factor mag niet onvermeld blijven dat kaartvlakken behept zijn met een zekere mate van onzuiverheid dat inherent is aan de gebruikte kaartschaal. Bovendien is ook de berekende GHG op basis van een periode van tenminste 8 aaneengesloten meetjaren nog gevoelig voor klimaatschommelingen in de beschouwde periode (mondelinge mededeling A.F. van Holst).

Het feit echter dat in een aantal gevallen sprake is van een berekende GHG die duidelijk dieper is dan op basis van de Gt-kaart verwacht zou worden, geeft aan dat er sinds de afsluiting van de veldopname veranderingen hebben plaatsgevonden in het grondwaterregiem. Dit spreekt temeer wanneer men weet dat juist de periode waarover de herberekening van de GHG heeft plaatsgevonden (1981-1990) natter is geweest dan de voorafgaande periode (tabel 2). Dit wijst erop dat men er rekening mee moet houden dat grote delen van het zandgebied die nog als "nat" op de kaart staan aangegeven inmiddels tot de goed ontwaterde zandgronden moeten worden gerekend.

Om exact te bepalen hoeveel droger de zandgronden werkelijk zijn geworden, vereist een onderzoek naar de representativiteit van elke buis apart en dat was in het korte tijdsbestek van deze studie niet mogelijk.

Uit de bewerking van de grondwaterstandsgegevens (TNO buizen n=1100) en (Kroonbuizen n=130) komt een trend naar voren (tabel 3).

Tabel 2 *Neerslag (N), potentiële verdamping (Ep) en neerslagoverschot (N-Ep) (mm) van de maanden januari tot en met april voor verschillende perioden van 4 KNMI meteorostations (A.F. van Holst ongepubliceerde gegevens).*

Periode		Twente	De Bilt	Waalwijk	Eindhoven
1951-1980	N	209	227	210	214
	Ep	101	106	105	113
	N-Ep	107	121	104	99
1961-1990	N	225	245	224	230
	Ep	100	104	105	113
	N-Ep	126	141	120	117
1981-1990	N	249	270	244	254
	Ep	100	105	106	115
	N-Ep	149	166	137	140

Tabel 3 *De berekende mediaanwaarden van de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG in cm - mv) voor het Gt-vlak op de kaart, voor buizen uit het IGG-TNO databestand en voor kroonbuizen. Er is gecorrigeerd voor die kaartvlakken waar het verschil tussen de mediaan van het vlak en die van de buizen groter is dan 15 cm.*

Gt-vlak op kaart	Mediaan GHG van Gt-vlak	Mediaan GHG van buizen	Mediaan kroonbuizen	Correctie van Gt-vlak
I	5	17	-	geen
II	15	22	19	geen
II*	33	40	42	geen
III	25	50	36	III*
III*	33	69	69	IV
IV	55	64	70	geen
V	25	49	47	V*
V*	33	66	42	VI
VI	70	83	70	geen
VII	110	121	113	geen
VII*	150	153	-	geen

- = geen waarde beschikbaar

Om te bepalen of een correctie op de Gt wenselijk is, zijn alle verschilwaarden eerst arbitrair met 15 cm verminderd. De achterliggende idee is dat het merendeel van de buizen in plaats van midden in een perceel vaak ten gerieve van de buisopnemer op of nabij het erf van de boer is geplaatst. Boerderijen liggen zeker in de natte graslandgebieden van oudsher op de hogere delen in het landschap. Dit hoogteverschil met de omgeving bedraagt naar schatting gemiddeld ongeveer 15 tot 20 cm. Voor die Gt's waar een groter verschil dan 15 cm werd gevonden is ten behoeve van de geschiktheidsbeoordeling een correctie in de grondwatertrap aangebracht, zoals in tabel 3 is aangegeven. De correctie komt er op neer dat de oude Gt's III en V van een ster worden voorzien en dat de huidige Gt III* en V* worden doorgeschoven

naar Gt's IV respectievelijk VI. De grote standaardafwijking rond de mediaanwaarden wijst er echter op dat plaatselijk zowel drogere maar ook nattere (dus nog onbeïnvloede Gt's) kunnen voorkomen.

3.3 Gebruik van grondwaterklassen

Om de eenheden van de bodemkaart te kunnen vertalen naar geschiktheid voor gebruik van emissie-arme mesttoedieningstechnieken is als eerste selectie criterium de diepte van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) genomen. De GHG geeft over een periode van tenminste 8 aaneengesloten jaren het gemiddelde van de drie hoogste gemeten grondwaterstanden weer bij een opnamefrequentie van 2 keer per maand. De hoogste grondwaterstanden doen zich onder Nederlandse omstandigheden meestal voor in het vroege voorjaar als na de winterregens of de dooi de bodemvochtvoorraad is aangevuld, en de gewasverdamping nog verwaarloosbaar klein is. Dat is dus bij benadering de periode van ongeveer half februari tot half maart.

De GHG-klasse geeft daarmee een handvat om een eerste scheiding aan te brengen in de mesttoedieningstechnieken die op de verschillende gronden mogelijk zijn. Omdat de kaarteenheden echter meestal een complex vormen van 2 of 3 grondwaterklassen, zijn verschillende uitgangspunten mogelijk. Men kan zich bij de beoordeling bijvoorbeeld baseren op de natste, de middelste of op de droogste GHG-situatie. Elke keuze leidt tot een andere geschiktheidskaart.

In deze studie is uitgegaan van de meest voorkomende ontwateringstoestand. Daarvoor is eerst met behulp van een Genstatprogramma van alle kaarteenheden van de bodemkaart 1 : 50 000 uit de CBS- gebieden 8, 9, 10 en 11 de procentuele verdeling van de oppervlakte over de verschillende grondwatertrappen berekend. Vervolgens zijn de Gt's op dezelfde wijze gecombineerd als op de bodemkaart 1 : 250 000. Na de samenvoeging tot gradaties zijn de kaarteenheden op Gt III/V gecorrigeerd en getransformeerd in Gt III*/ V* en de kaarteenheden op Gt III*/V* tot Gt IV/VI. Daarna is bepaald welke gradatie de grootste kaartoppervlakte vertegenwoordigde en op deze gradatie is uiteindelijk de geschiktheidsbeoordeling gebaseerd.

4 BODEMGESCHIKTHEIDSBEPALING

Voor de beoordeling of gronden zich lenen voor het inzetten van emissie-arme apparatuur is de kans op zodebeschadiging (direct of later) van doorslaggevende betekenis geweest. Zodebeschadiging kan optreden als gevolg van:

- te geringe draagkracht;
- te geringe plooibaarheid (textuurkwestie);
- te klein vochtleverend vermogen.

Onvoldoende draagkracht leidt direct tot zodebeschadiging door insporing, terwijl de beide andere beperkingen zich meestal later in het seizoen manifesteren. Emissie-arme toediening van mest vereist behalve een draagkrachtige grond ook een zekere plooibaarheid van de grond voor een soepele sluiting van de injectiesleuf. Een open sleuf of losse kluitstructuur houden een verhoogd verdrogingsrisico later in het seizoen in. Een risico op droogteschade na injectie treedt op bij gronden met een gering vochtleverend vermogen.

De ideale grondsoort voor injectie is een draagkrachtige en plooibare grond met een hoog vochtleverend vermogen. Volgens de klassieke landevaluatie zou elk van deze 3 landhoedanigheden voor elke bodemeenheid apart moeten worden beoordeeld om daarna in een tweede slag deze beoordelingscijfers te combineren tot een geschiktheidscijfer voor emissie-arme mesttoediening. De drie genoemde landhoedanigheden zijn echter ten dele elkaar overlappend en deels sluiten ze elkaar uit.

De volgende geschiktheidsklassen zijn onderscheiden: (tabel 4)

- Klasse 1 : ruim geschikt; alle technieken incl. mestinjectie toepasbaar;
- Klasse 2 : licht beperkt; de meeste technieken toepasbaar, te weten zodebemesting, bovengrondse toediening en verregening van verdunde mest, echter niet mestinjectie;
- Klasse 1a/2a: ruim geschikt tot licht beperkt (zie klassen 1 en 2), mits toegepast onder vochtige bodemcondities;
- Klasse 3 : beperkt; alleen bovengrondse toediening en verregening van verdunde mest toepasbaar;
- Klasse 4 : sterk beperkt; alleen verregeningssystemen voor verdunde mest toepasbaar.

4.1 Interpretatiesleutel

Het bleek mogelijk de kaartenheden op basis van ontwatering, textuur van de bovengrond, organische stofgehalte, en profielopbouw onder te brengen in een sleutel met 9 bodemgroepen waarbinnen de geschiktheid varieerde met de grondwaterklasse (tabel 4).

Hoewel de vraagstelling zich toespitst op de mogelijkheden van emissie-arme

mesttoediening op zandgrond, zijn ook klei- en veengronden in de beschouwing betrokken, omdat binnen de zandgebieden 8, 9, 10 en 11, zoals die door het CBS worden onderscheiden, ook enclaves voorkomen met klei- en veengronden.

Voor de vaststelling van de sleutel ten behoeve van de geschiktheidsbeoordeling is voortgebouwd op werk van Domhof 1982, Ensing 1981 en Van Wallenburg en Van der Sluijs, 1973).

Tabel 4 Interpretatiesleutel voor bodemgeschiktheidsklassen voor emissie-arme mesttoediening voor 1 april

Omschrijving	extra nat Gt I/II	nat Gt III/V	vochtig Gt II*-V*	droog Gt IV+VI	zeer droog GT VII+VII*
Zandgronden					
< 30 cm humeus leemarm en zwak lemig	2	1	1	2	1a/2a
matig dik en dik humeus lemig zand	3	2	1	1	2
Klei/leem					
zavels 8-25 homog./aflopend en lossgronden	3	3	2	1	2
overige zavels oplopend of met zwarte tussenlaag	3	2	1	2	3
zavel en klei 8-35% lutum zand met kleidek	4	3	2	2	3
rest zavel+klei incl. > 35% tertiaire klei	4	3	3	3	3
Veengronden					
moerig goed veraard dek zavel/kleidek	4	3	2	-	-
moerig slecht veraard dek + assoc. met goed	4	3	3	-	-
bovengrond van zand/zonder eerdlaag	3	2	1	-	-

Associaties van twee enkelvoudige eenheden krijgen als geschiktheid het rekenkundig gemiddelde van de samenstellende eenheden, of als dit geen geheel getal oplevert de laagste geschiktheidsklasse waaruit de eenheid is opgebouwd.

De kaarteenheden worden ingedeeld in 3 hoofdgroepen: zandgronden, klei/leemgronden en veengronden, die weer verder zijn onderverdeeld in 9 bodemgroepen. Binnen een gegeven groep kunnen nog grote verschillen in geschiktheidsklasse optreden als gevolg van verschil in grondwaterklasse. Er is gaande van extreem nat naar zeer droog bij de meeste gronden sprake van een zeker optimum voor emissie-arme mesttoediening. Voor leemarme en zwak lemige zandgronden ligt dat optimum wat meer naar de natte voor de meer humeuze en lemige gronden wat meer naar de drogere varianten.

Binnen de zandgronden is een tweedeling doorgevoerd op grond van verschil in vochtleverend vermogen. Dit aspect blijkt vooral op de lichtere gronden (zwak humeus leemarm en zwak lemig) belangrijk te zijn. De ervaring is namelijk, dat gronden met een goed vochtleverend vermogen na injectie minder last hebben van verdroging dan gronden met een gering vochtleverend vermogen. Omdat het vochtleverend vermogen een functie is van hoeveelheid beschikbaar water en bewortelbare diepte zijn alle lemige zandgronden (1 : 50 000 kaart, code = 23) met een cultuurdek dikker dan 30 cm tot de goed vochthoudende zandgronden gerekend. Tevens zijn hiertoe gerekend alle beekerdgronden ongeacht de dikte van het humeuze dek.

Alle overige zandgronden (1 : 50 000 kaart, code = 21 en 30) worden gerekend tot de lichtere zandgronden met een zeker risico op droogteschade na injectie. Bij slechte ontwatering geeft deze tweedeling tevens een zeer globale indicatie voor de berijdbaarheid. Goed vochthoudende gronden zijn gemiddeld humeuzer, fijnzandiger en lemiger en daardoor bij dezelfde ontwateringsdiepte gevoeliger voor zodebeschadiging door insporing dan de eerder genoemde lichtere zandgronden.

Bij beide typen zandgronden wordt de geschiktheid voor emissie-arme mesttoediening alleen bij natte kaarteenheden ongunstig beïnvloed door een gebrek aan draagkracht terwijl bij een diepere grondwaterstand juist het droogterisico beperkend wordt.

Het gebrek aan draagkracht gaat zeer sterk meetellen bij veen- en kleigronden. Ook de opdrachtige zavelgronden vereisen een vrij diepe ontwatering voor een voldoende draagkracht.

De bouwvoorzwaarte speelt bij de kleigronden een sterk differentiërende rol. Naarmate kleigronden zwaarder worden (toenemen in lutumgehalte) wordt het traject van geschikte dagen waarbinnen injectie mogelijk is kleiner. Vooral de kalkloze zware kleigronden geven in dit opzicht problemen. Veengronden zijn bij vergelijkbare grondwaterstand qua geschiktheid gelijk te stellen met zavel- en kleigronden. De veengronden binnen het zandgebied zijn echter over het algemeen zeer slecht ontwaterd en komen daardoor categorisch in de klasse 4.

Het voorkomen van stobben op moerige gronden in het zandgebied is minder relevant dan enkele jaren geleden omdat de moderne zode-injecteur en zodebemester aanzienlijk minder diepgang hebben dan de oude mestinjecteur en de kans op een aanvaring met stobben dienovereenkomstig is verminderd.

4.2 Automated Land Evaluation System (ALES)

De sleutel is vervolgens ingebouwd in het Automated Land Evaluation System ALES (Rossiter, 1990), waarna ALES is gebruikt om aan elke eenheid van de bodemkaart een geschiktheidsklasse toe te kennen. Het ALES system neemt zijn beslissingen op grond van criteria voorgeschreven door de sleutel. Eerst worden alle kaarteenheden op basis van de sleutel voorlopig ingedeeld in een geschiktheidsklasse. Behalve door draagkracht en bouwvoorwaarde (textuur) wordt de klassificatie middels ALES ook bepaald door het voorkomen van ondergrondse obstakels, de aard van het veen en of er sprake is van bijvoorbeeld hellingbeperkingen of microreliëf. Als de klassificatie door ALES is uitgevoerd wordt nog eens aan de hand van de beschrijving behorend bij de Bodemkaart 1 : 250 000 elke kaarteenheid getoetst of deze eventueel bijstelling behoeft. Hierna zijn alle eenheden weer ingevoerd in het GIS om de bodemgeschiktheidskaart en tabellen met oppervlakten te kunnen produceren.

5 BODEMGESCHIKTHEID VOOR EMISSIE-ARME TECHNIEKEN IN DE ZANDGEBIEDEN

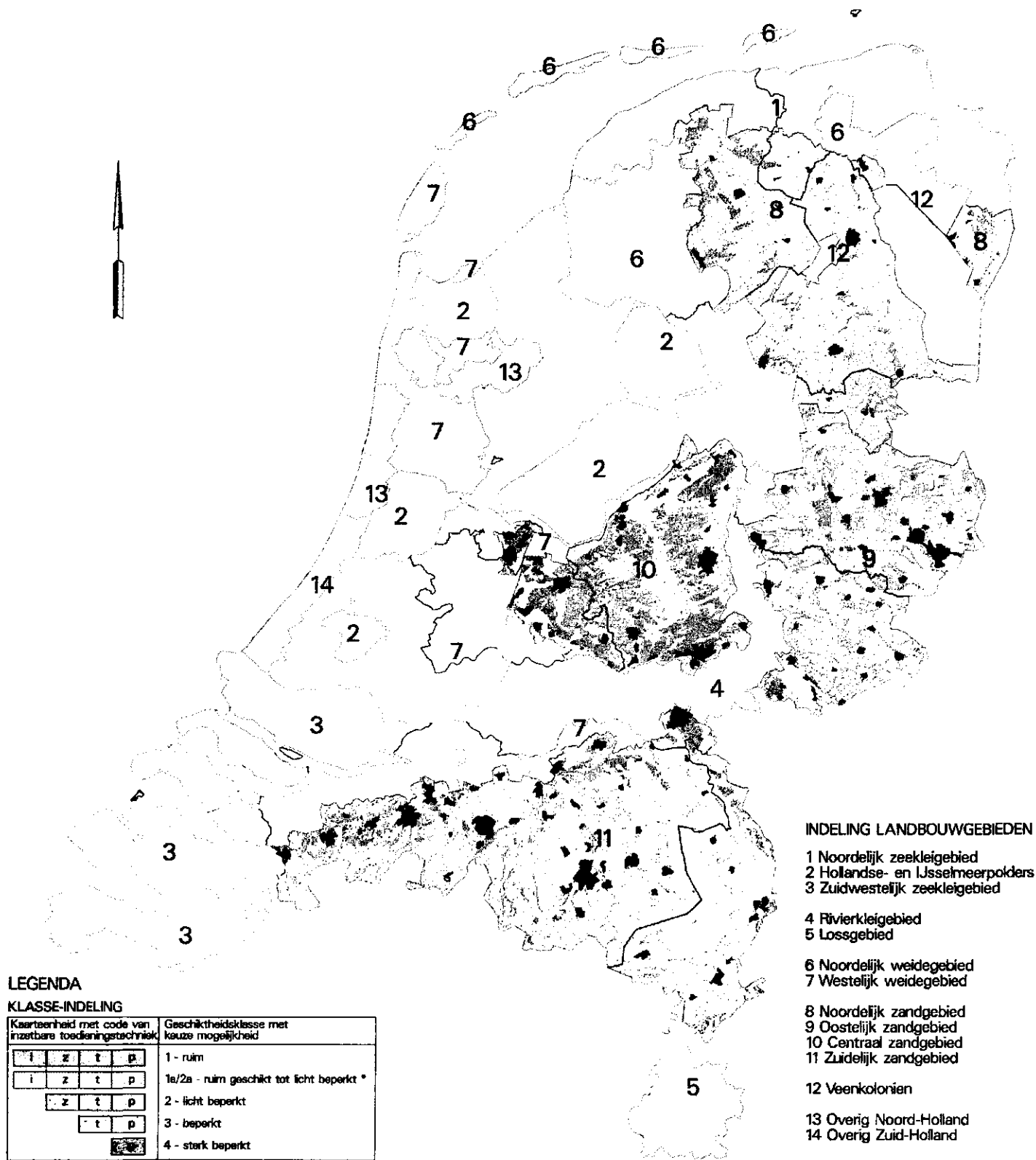
5.1 Bodemgeschiktheid per groep grondsoorten

Op de bodemgeschiktheidskaart voor emissie-arme technieken, (zie fig.) zijn uiteindelijk 5 geschiktheidsklassen onderscheiden. Elk van de klassen omvat een of meer mest-toedieningstechniek(en). Indeling van een grond in een bepaalde klasse betekent niet dat onder gunstige omstandigheden op dezelfde grond niet een techniek uit een hogere klasse ingezet zou kunnen worden. Het betekent alleen dat onder gemiddelde Nederlandse omstandigheden de grond zich in het vroege voorjaar het best leent voor de technieken die door de betreffende klasse worden omvat.

In geschiktheidsklasse 1 zijn ondergebracht de goed ontwaterde humeuze zandgronden en de goed ontwaterde zaveln met een homogeen of aflopend profiel, gronden die zich onder normale omstandigheden lenen voor alle vormen van emissie-arme mesttoediening. Deze gronden zijn vrij van ondiepe obstakels als stenen, stobben en grindrijke of grofzandige lagen en paren een grote draagkracht aan een groot herstellend vermogen. Vanwege dit laatste aspect wordt onderscheid gemaakt in opdrachtige en niet opdrachtige gronden. Opdrachtige gronden zijn gronden met een hoog vochtleverend vermogen als gevolg van speciale profielopbouw. Vooral gronden die met de diepte minder zwaar worden, (zgn. aflopende profielen) gelden als zeer opdrachtig. Deze gronden zijn daardoor weliswaar wat langer gevoelig voor insporing maar hebben veel minder last van indrogende sleufwanden waardoor ze per saldo hoger gewaardeerd worden dan de niet opdrachtige gronden. Tot deze klasse zijn ook gerekend de profielen met een homogene profielopbouw. Voor droogtegevoelige zwak lemige gronden is een tussenklasse ingevoegd waarmee gronden worden aangeduid die in normale en drogere jaren gevoelig zijn voor verdroging tenzij wordt berekend. In natte jaren behoort de groep zonder meer tot klasse 2. Deze klasse 1a/2a (geschikt tot licht beperkt) is een klasse met de restrictie dat emissie-arme mesttoediening hierop alleen kan plaatsvinden onder vochtige bodemcondities omdat anders het risico op droogteschade te groot is. Dat wil dus zeggen dat op percelen die in deze klasse vallen alleen in het vroege voorjaar mest toegediend kan worden met de genoemde technieken tenzij men kan beregenen.

De gronden in klasse 2 hebben een lichte beperking (geen injectie mogelijk). Gemiddeld worden deze gronden gekenmerkt door een wat ondiepere ontwatering dan de gronden van klasse 1 terwijl ze anderzijds door de zwaarte (textuur) van de bovengrond wat gevoeliger zijn voor droogteschade. (Dat zijn bijvoorbeeld de kleigronden die bij injectie kampen met indrogingsverschijnselen en de lichte zandgronden met ondiep grind of grof zand die door een matig vochtleverend vermogen gevoelig zijn voor het loslaten van de zode.)

Op de gronden in klasse 3 is de keuzemogelijkheid voor toedieningstechnieken verder beperkt tot twee techniegroepen. De gronden in deze klasse kampen met een matige draagkracht of een zeker verdrogingsrisico. Hiertoe zijn o.a. gerekend de kleigronden



DLO - STARRING CENTRUM

WAGENINGEN

Samenstelling: Rijk, DLO, Wageningen - alsof Landevaluatiemethoden
Kaartgetekend: C. A. J. de Vries, Juni 1991
ALLE RECHTEN VOORBEHOUDEN

Fig. Bodemgeschiktheid voor ammoniakemissie-arme toedieningstechnieken van dierlijke mest in de zandgebieden van Nederland vóór 1 april, schaal 1 : 1 500 000

met zware kleitussenlaag of -ondergrond, de klei op veengronden, de bezande veengronden en de veengronden met een toemaakdek en de keileemgronden. Gronden met keileem beginnend tussen 40 en 80 cm min maaiveld zijn vaak problematisch door het wisselvochtige karakter. Deze gronden hebben een klein waterbergend vermogen en zijn daardoor in het voorjaar meestal erg nat en extra gevoelig voor berijden. In de zomer drogen deze gronden als ze sterk lemig zijn vaak keihard op wat bij injectie in de voorzomer extra grote kans geeft op zodebeschadiging.

In klasse 4 (sterk beperkt) zijn vanwege slechte draagkracht alleen verregeningstechnieken inzetbaar (mestpendel, haspel). Hierin zijn ondergebracht de slecht ontwaterde zware klei- en veengronden. Hiertoe worden bijvoorbeeld gerekend de gronden die in relatienotagebieden liggen en die in de beschouwde periode extreem gevoelig zijn voor insporing. Op de minst draagkrachtige gronden is inwerken van mest onmogelijk en komen alleen nog technieken in aanmerking die de mest oppervlakkig aanwenden en waarop alleen via aanvoerslangen (pendel- en haspeltechnieken) mest toegediend kan worden. Geen rekening is gehouden met de vraag of de haspel in natte lentes wel uitgebracht kan worden als men niet over een verhard pad beschikt. Evenmin is rekening gehouden met de vraag of de verkaveling (kavelbreedte) zich wel leent voor het gebruik van bijvoorbeeld de haspeltechniek in verband met windgevoeligheid en daarmee samenhangende eventuele eutrofiering van het oppervlaktewater.

In een aparte groep zijn ondergebracht alle gronden die om welke reden dan ook niet geschikt zijn voor enige vorm van emissie-arme mesttoediening. Hierin vallen de gronden die overwegend in bos liggen, de natuurterreinen en de gronden met een overstromingsrisico.

Weersomstandigheden

Bovenstaande geschiktheidsbeoordeling heeft betrekking op een "normaal" jaar. Echter het neerslagoverschot (N-Ep) in het voorjaar bepaalt in zeer sterke mate de inzetbaarheid van emissie-arme apparatuur. Uit tabel 2 blijkt dat de periode januari tot en met april gedurende de laatste 10 jaar natter zijn geweest dan gemiddeld. Ook treden er grote verschillen op tussen de jaren onderling. Zo zijn met name de eerste kwartalen van 1985 en 1986 droog geweest. Februari '87 was normaal maar maart was nat, terwijl februari en maart in 1988 zelfs als extreem nat aangemerkt kunnen worden.

Voorjaar 1990 daarentegen kenmerkte zich door gunstige weersomstandigheden voor emissie-arme mesttoediening terwijl het voorjaar van 1991 als uitermate geschikt aangemerkt moet worden.

De laatste twee jaren zijn uit oogpunt van draagkracht dermate geschikt geweest voor emissie-arme mesttoediening dat het gevaar niet denkbeeldig is dat uit de enquête een te optimistisch beeld naar voren is gekomen wat betreft de inzetbaarheid van emissie-arme mesttoedieningsapparatuur in een normaal voorjaar.

5.2 Bodemgeschiktheid van grondsoorten in gebruik als grasland

De bodemgeschiktheidskaart voor emissie-arme technieken deelt alle bodemgroepen buiten bos en stedelijk gebied in klassen in. In verband met de weidevogel-problematiek bij emissie-arme mesttoediening is het wenselijk een inzicht te krijgen in de bodemgeschiktheid van dat deel van de gronden dat werkelijk als grasland in gebruik is. Daarvoor is informatie over de geografische verbreiding van grasland noodzakelijk. Deze informatie kan worden ontleend aan de Landelijke Grondgebruiks-databank van Nederland (LGN).

5.3 Bepaling graslandareaal en zijn geschiktheid

De twee belangrijkste bronnen voor landsdekkende informatie over het graslandareaal zijn het LGN bestand gebaseerd op satellietopnamen uit 1986 en de CBS gegevens afkomstig van de jaarlijkse mei-inventarisatie (CBS 1987). Er is een groot verschil in de benadering van het graslandareaal zoals dat gebeurt bij het CBS en via de satelliet. Bij de mei-inventarisatie worden alleen gegevens verwerkt van bedrijven met een economische omvang groter dan 10 Standaard Bedrijfs Eenheden (SBE). Een SBE-eenheid kan op verschillende manieren tot stand komen. In de veehouderij is een grootte van 10 SBE ongeveer gelijk te stellen aan een oppervlakte grasland van 2 ha met een bijbehorende doelmatige veebezetting van melk- en jongvee. Oppervlakten grasland >2 ha waarop de economische grens van 10 SBE niet wordt gehaald zijn niet in de CBS gegevens meegenomen. In het LGN-bestand daarentegen is alles wat de kleur van gras heeft als grasland aangemerkt. Behalve het echte grasland dus ook overhoeken, bermen van wegen, sportvelden en natuurterreinen voor zover liggend in gras. Het LGN-grasland areaal is daarmee een soort bruto en het CBS-areaal een netto maat voor de oppervlakte grasland in de vier zandgebieden van Nederland (Tabel 5).

Tabel 5 Graslandareaal per gebied in ha naar gegevens van LGN en CBS

Gebieden	LGN	CBS	CBS/LGN (%)	Landelijk aandeel (%) (CBS)
Noordelijk zand	239 160	176 027	73,6	15,4
Oostelijk zand	180 298	147 476	81,8	12,9
Centraal zand	91 324	65 284	71,5	5,7
Zuidelijk zand	222 221	154 803	69,7	13,6
			Totaal	47,6

Uit tabel 5 blijkt dat 70 à 80 % van het totale grasareaal in de zandgebieden tot bedrijfsgrasland moet worden gerekend.

Van elk gebied is bij het CBS de totale oppervlakte cultuurgrond bekend, evenals de onderverdeling naar akkerbouw, grasland, tuinbouw en braakland. Als basis voor de vergelijking met het LGN bestand zijn gegevens uit 1986 gebruikt. De CBS

gegevens zijn per gemeente geaggregeerd, zodat exacte informatie over de verbreiding van het grasland over de bodemgroepen ontbreekt. Het LGN bestand daarentegen bevat veel gedetailleerdere informatie over de lokatie van het grasland en is daardoor direct bruikbaar om per bodemgroep vast te stellen welk deel ervan onder gras ligt.

De Landelijke Grondgebruiksdatabank van Nederland (LGN) is een gegevensbestand dat vervaardigd is met remote sensing opnamen vanuit een satelliet aangevuld met veldwaarnemingen. De feitelijke database bestaat uit ongeveer 55 miljoen pixels (raster van 25 * 25 meter) dat heel Nederland bedekt. Van elke pixel is het grondgebruik uit 1986 bekend. De database onderscheidt 15 verschillende vormen van grondgebruik binnen Nederland zoals bijvoorbeeld gras, maïs, aardappelen etc. Voor ons doel (een globale benadering van de oppervlakten grasland per geschiktheidsklasse) is dit fijnmazige bestand uit oogpunt van computercapaciteit ingedikt tot een pixelgrootte van 100*100 meter.

Door de afdeling Remote Sensing is een overlay gemaakt van de oppervlakte grasland die digitaal in het LGN-bestand ligt opgeslagen met de eveneens in digitale vorm opgeslagen bodemgeschiktheidskaart. Hiermee is voor het graslandareaal binnen de vier zandgebieden de verdeling over de vier geschiktheidsklassen vastgesteld. Het resultaat is gevisualiseerd in de vorm van een kaartje op schaal 1 : 1 500 000 (fig.). In de tabellen 6 tot en met 9 respectievelijk geldend voor de zandgebieden 8 tot en met 11 wordt per gebied een nauwkeurige opgave verstrekt in ha van de hoeveelheid grasland per geschiktheidsklasse. De rubriek achtergrond in de tabellen heeft betrekking op het kaartoppervlak dat juist buiten het CBS-gebied valt. Deze achtergrond gegevens zijn niet in de beschouwing betrokken.

Tabel 6 Geschiktheid voor mestinjectie van noordelijk zandgebied

Klasse	Punten	Hectares	%	Beschrijving
0	4 309	4 309 000	0,00	achtergrond
1	17 381	17 381 000	7,39	geschikt
2	51 183	51 183 000	21,76	redelijk geschikt
3	43 477	43 477 000	18,49	redelijk geschikt mits goed VL ^{a)}
4	118 581	118 581 000	50,42	matig geschikt
5	4 558	4 558 000	1,94	ongeschikt
Totaal	235 180	235 180 000		

^{a)} VL = Vochtleverend vermogen

Tabel 7 Geschiktheid voor mestinjectie van oostelijk zandgebied

Klasse	Punten	Hectares	%	Beschrijving
0	4 920	4 920 000	0,00	achtergrond
1	35 231	35 231 000	20,02	geschikt
2	102 589	102 589 000	58,30	redelijk geschikt
3	7 605	7 506 000	4,27	redelijk geschikt mits goede VL ^{a)}
4	30 629	30 629 000	17,41	matig geschikt
Totaal	175 955	175 955 000		

Tabel 8 Geschiktheid voor mestinjectie van centraal zandgebied

Klasse	Punten	Hectares	%	Beschrijving
0	11 591	11 591 000	0,00	achtergrond
1	26 100	26 100 000	32,66	geschikt
2	35 657	35 657 000	44,63	redelijk geschikt
3	1 160	1 160 000	1,45	redelijk geschikt mits goede VL ^{a)}
4	16 174	16 174 000	20,24	matig geschikt
5	812	812 000	1,02	ongeschikt
Totaal	79 903	79 903 000		

Tabel 9 Geschiktheid voor mestinjectie van zuidelijk zandgebied

Klasse	Punten	Hectares	%	Beschrijving
0	58 822	58 822 000	0,00	achtergrond
1	14 030	14 040 000	8,53	geschikt
2	95 383	95 383 000	57,99	redelijk geschikt
3	15 501	15 501 000	9,42	redelijk geschikt mits goede VL ^{a)}
4	39 547	39 547 000	24,04	matig geschikt
5	13	13 000	0,01	ongeschikt
Totaal	164 474	164 474 000		

Uit de gegevens komt naar voren dat er binnen het grasland een groot verschil is in mogelijkheden voor emissie-arme toepassing van dierlijke mest tussen het Noordelijke zandgebied (47,6% goed en redelijk geschikt) en de overige zandgebieden. Ongeveer de helft van het Noordelijk zandgebied wordt in beslag genomen door een associatie bestaande uit veldpodzolgronden en moerige gronden (veelal dobben) met een keileemondergrond. Vooral deze dobben worden als zeer hinderlijk voor de exploitatie beschouwd. Het voorkomen van keileem is er oorzaak van dat gronden enerzijds te nat en anderzijds te droog kunnen zijn voor emissie-arme toepassing. In de gebieden 9, 10 en 11 zijn de omstandigheden met 82,6, 78,8 en 75,9% goed en redelijk geschikt respectievelijk, aanzienlijk gunstiger voor emissie-arme toepassing.

In het Oostelijk zandgebied zijn het vooral de tertiaire kleien langs de Duitse grens en de oude en jonge rivierkleigronden in de Lijmers die enige problemen geven bij emissie-arme toepassing. In het Centrale zandgebied zijn het vooral de zeer lichte zandgronden met Gt VII op de Veluwe, de gebroken gronden bij Nijkerk en de veengronden tussen Kampen en Hattem die minder geschikt zijn voor deze milieuvriendelijke wijze van mest toedienen.

In het Zuidelijk zandgebied zijn behalve de rivierleemgronden in Noord Limburg en de zeer lichte vorstvaaggronden langs de Maas en oostelijk van Roermond ook de veld- en haarpodzolen ondiep op grof zand ten zuiden van Bladel en Reusel als minder geschikt beoordeeld voor emissie-arme toepassing.

Een vergelijking van de hierboven beschreven geschiktheid voor de vier zandgebieden met de gegevens van Wadman (1988) en Wopereis en Schuiling (1990) voor de mogelijkheden voor mestinjectie volgens variant 2 (bij goede ontwatering) is te vinden in tabel 10.

Tabel 10 *Percentage goed en redelijk geschikt gebied voor mestinjectie variant 2 (Wopereis en Schuiling, 1990) en emissie-arme mesttoedienings (eat)*

Gebied	Variant 2	eat	Vershil
Noordelijk zand	24,4	47,6	23,2
Oostelijk zand	76,7	82,6	5,9
Centraal zand	77,5	78,8	1,3
Zuidelijk zand	65,9	75,9	10,0

Het verschil tussen beide benaderingen wordt deels veroorzaakt door de invoering van de klasse 1a/2a (tabel 7) en deels door het feit dat nieuwere technieken (zodebemester/zode-injecteur) intussen hun intrede hebben gedaan en in de beoordeling zijn meegenomen.

6 LITERATUUR

CBS, 1987. *Landbouwcijfers*. Voorburg, Centraal Bureau voor de Statistiek.

HUIJSMANS, J.F.M., 1991. *Sleepvoetenmachine voor emissie-arme mesttoediening op bouw- en grasland*. Nota P554. IMAG Wageningen.

HUIJSMANS, J.F.M. en B. SNEL, 1987. "Het verregenen van mengmest"; *Landbouwmecanisatie* 38 (12): 1214-1217.

KOREVAAR, H., en D.J. DEN BOER, 1991. *Practical measures to reduce nutrient losses from grassland systems. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij* 11. DLO rapport Wageningen.

LOO, L. VAN, 1986. "Mestinjectie op grasland". *Bedrijfsontwikkeling* jrg. 17 (4).

ROSSITER, D.G. 1990. "Ales: a framework for land evaluation using a microcomputer". *Soil Use and Manag.* 6: 7-20.

STEUR, G.G.L., F. DE VRIES en C. VAN WALLENBURG, 1985. *Bodemkaart van Nederland: beknopte beschrijving van de kaarteenheden 1 : 250 000*. Wageningen, Stiboka.

THUNNISSEN, H.A.M. en R.K.C. OLTROP, 1991. *Grondgebruik databank van Nederland, vervaardigd met behulp van Landsat thematic mapper opname*. Rapport 168 Staring Centrum Wageningen.

WADMAN, W.P. (Ed), 1988. *Mestinjectie; mogelijkheden, voordelen en problemen*. DLO rapport, Wageningen.

WALLENBURG, C. VAN en J.J. VLEESHOUWER, 1987. *Resultaten van een landelijke inventarisatie van de stevigheid van de bovengrond van grasland*. Rapport 1915 Stichting voor Bodemkartering Wageningen.

WOPEREIS, F.A. en R. SCHUILING, 1990. *Mestinjectiemogelijkheden op grasland in Nederland*. Rapport 81 Staring Centrum Wageningen.

NIET GEPUBLICEERDE BRONNEN

DOMHOF, J., 1982. *Het meten van grondwaterstanden in en de ontwatering van zware kleigronden (komkleigronden) in relatie met de draagkracht*. Interne mededeling nr 61. Stichting voor Bodemkartering Wageningen.

ENSING, P.W.J., 1981. *Voorlopige resultaten van de landelijke inventarisatie van de stevigheid van grasland bij stambuizen*. Interne mededeling nr 56. Stichting voor Bodemkartering Wageningen.

WALLENBURG, C. VAN en P. VAN DER SLUIJS, 1973. *Indringingsweerstand, grondwaterstand en dichtheid van de bovengrond van grasland op veengronden en eerdgronden in Noord-Holland*. Interne mededeling nr. 20. Sichtung voor Bodemkartering Wageningen.



ERRATA bij rapport 159:

Bodemgeschiktheid voor emissie-arme mesttoedieningstechnieken van grasland in zandgebieden, F.A. Wopereis.

In rapport 159 zijn enkele storende fouten geslopen:

- In de inhoudsopgave hoort achter "Samenvatting" een 8 te staan, achter "Inleiding" een 9. De hierbij geleverde samenvatting kan dan op pagina 8 tussengevoegd worden.
- Op blz. 20 in de kop van de tabel moet "Waalwijk" zijn "Winterswijk".
- In de tabellen 6 t/m 9 (blz. 31 en 32) moet het kopje "Punten" vervangen worden door "Hectares" en de huidige 3^e kolom vervalt.