

32/446 (295) 2^e ex

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

**Stikstofuitspoeling bij toepassing van dierlijke mest in de akkerbouw
op kleigronden**

Veldonderzoek in de periode 1988-1991

**W.A. de Boer
R.P.J. Kockelkoren**

Rapport 295

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1993



- 8 MAART 1994

ls n 5956337

REFERAAT

Boer, W.A. de en R.P.J. Kockelkoren 1993. *Stikstofuitspoeling bij toepassing van dierlijke mest in de akkerbouw op kleigronden; veldonderzoek in de periode 1988-1991*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 295; 69 blz.; 6 fig.; 23 tab.; 7 ref.; 8 bijl.

Op de Regionale Onderzoeks Centra "De Kandelaar" in Oostelijk Flevoland en de "Prof. van Bemmelenhoeve" in de Wieringermeerpolder is in de periode 1988-1991 door het Staring Centrum onderzoek verricht naar stikstofverliezen naar grond- en oppervlaktewater die optreden bij de benutting van Dierlijke Organische Mest (DOM) in de akkerbouw. De volgende aspecten die invloed hebben op de stikstofverliezen werden onderzocht: gebruik van verschillende hoeveelheden kipdrijfmest en/of kunstmest en het gebruik van groenbemesting en/of stro inwerken. Uit de metingen is op beide proefbedrijven geen invloed van de organische mestgift of kunstmestgift op het N_{min} gehalte in de bodem of het nitraatgehalte in het bodemvocht gevonden. Bij het alleen toepassen van stoppelploegen werd een hoger N_{min} gehalte in de bodem aangetroffen dan bij het gebruik van een groenbemester. Een intensievere grondbemonstering leverde voor het N_{min} gehalte in de bodem een standaardafwijking op van 15,4% tussen 15 locaties op een veldje van 45 m². Het bepalen van nitraatgehalten in het bodemvocht via poreuze cups bleek op deze scheurende kleigronden geen goede meetmethode te zijn vanwege de grote heterogeniteit in de bodem. Vervolgonderzoek kan wellicht duidelijker de invloed van de verschillende aspecten op de stikstofuitspoeling aangeven.

Trefwoorden: akkerbouw, dierlijke mest, kleigronden, nitraatuitspoeling, veldmetingen

ISSN 0927-4499

©1993 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)
Postbus 125, 6700 AC Wageningen
Tel.: 08370-74200; telefax: 08370-24812

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).

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 veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO-Staring Centrum.

Project 155.11

[RK/12-93]

INHOUD

WOORD VOORAF	9	
SAMENVATTING	11	
1	INLEIDING	13
2	PROEFOPZET EN BESCHRIJVING VAN DE PROEFVELDEN	15
2.1	Bemesting en gewassen	15
2.2	Prof. van Bemmelenhoeve	17
2.2.1	Ligging en aanpak	17
2.2.2	Bodemopbouw	18
2.2.3	Bodemchemische karakteristieken	19
2.3	De Kandelaar	19
2.3.1	Ligging en aanpak	19
2.3.2	Bodemopbouw	20
2.3.3	Bodemchemische karakteristieken	21
3	MATERIALEN EN METHODE	23
3.1	Meteorologische gegevens	23
3.2	Grondwaterstanden	23
3.3	Drainafvoer	24
3.4	Bodembemonstering	24
3.5	Bodemvochtbemonstering	25
4	RESULTATEN EN DISCUSSIE	27
4.1	Hydrologie	27
4.1.1	Prof. van Bemmelenhoeve	27
4.1.2	De Kandelaar	27
4.2	Stikstofaanvoer door bemesting	32
4.3	Stikstofafvoer door gewasopname	32
4.4	Stikstof in de bodem	33
4.4.1	Stikstof-totaal	33
4.4.2	Minerale stikstof op de Prof. van Bemmelenhoeve	35
4.4.3	Minerale stikstof op De Kandelaar	37
4.5	Stikstof in het bodemvocht	42
4.6	Stikstof in het drainwater	44
5	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	47
LITERATUUR	49	

FIGUREN

1	Voorbeeld van een karakteristiek bodemprofiel van het proefveld op de Prof. van Bemmelenhoeve	18
2	Neerslag en grondwaterstand op de Prof. van Bemmelenhoeve gedurende de winter van 1988/1989	28
3	Neerslag en grondwaterstand op de Prof. van Bemmelenhoeve gedurende de winter van 1989/1990	29
4	Neerslag en grondwaterstand op De Kandelaar gedurende het jaar 1989	30
5	Neerslag, grondwaterstand en cumulatieve drainwaterafvoer op De Kandelaar gedurende de winter van 1989/1990	31
6	Cumulatieve nitraat-afvoer via een drain op De Kandelaar gedurende de winter van 1989/1990	45

TABELLEN

1	Combinaties van drijfmestgiften, kunstmesttrappen en groenbemestingsvarianten, toegepast in het onderzoek naar stikstofuitspoeling	17
2	Bodemopbouw van het proefveld op de Prof. van Bemmelenhoeve	19
3	Chemische bodemeigenschappen van het proefveld op de Prof. van Bemmelenhoeve	19
4	Bodemopbouw van het proefveld op De Kandelaar	20
5	Chemische bodemeigenschappen van het proefveld op De Kandelaar	21
6	Locatie en diepte van de grondwaterbuizen op beide percelen	24
7	Samenstelling en hoeveelheden dierlijke mest, toegediend op beide percelen	32
8	Kunstmestgiften, toegediend op beide percelen	32
9	Stikstofopname door gewas	33
10	N_{tot} gehalten in de verschillende bodemlagen op de Prof. van Bemmelenhoeve	34
11	N_{tot} gehalten in de verschillende bodemlagen op De Kandelaar	34
12	Gemiddelde N_{min} gehalten verdeeld over de verschillende lagen en bemestingsniveaus voor de Prof. van Bemmelenhoeve	35
13	N_{min} gehalten in het bodemprofiel 0-100 cm op de Prof. van Bemmelenhoeve op verschillende tijdstippen bij een gift van 30 ton KDM/ha	35
14	N_{min} gehalten in het bodemprofiel 0-100 cm op de Prof. van Bemmelenhoeve op verschillende tijdstippen bij een gift van 15 ton KDM/ha	36
15	N_{min} gehalten in het bodemprofiel 0-100 cm op de Prof. van Bemmelenhoeve op verschillende tijdstippen. Een dierlijke mestgift vond niet plaats	36
16	Gemiddelde N_{min} gehalten verdeeld over de verschillende lagen en bemestingsniveaus voor De Kandelaar	37
17	N_{min} gehalten in het bodemprofiel 0-115 cm op De Kandelaar op verschillende tijdstippen bij een gift van 30 ton KDM/ha	38
18	N_{min} gehalten in het bodemprofiel 0-115 cm op De Kandelaar op verschillende tijdstippen bij een gift van 15 ton KDM/ha	38
19	N_{min} gehalten in het bodemprofiel 0-115 cm op De Kandelaar op verschillende tijdstippen. Een dierlijke mestgift vond niet plaats	39

20	Statistische verwerking van de N_{\min} gehalten in het bodemprofiel van de veldjes 10, 62 en 178 op De Kandelaar	40
21	N_{\min} gehalte in de bodem van veldje 10, gemeten op 15 verschillende punten en op 7 dieptes	41
22	Nitraat gehalten gemeten in het bodemvocht op circa 1 m-mv onder verschillende veldjes van de Prof. van Bemmelenhoeve	42
23	Nitraat gehalten gemeten in het bodemvocht op circa 1 m-mv onder verschillende veldjes van De Kandelaar	43

BIJLAGEN	50
-----------------	-----------

1A	Ligging Regionale Onderzoeks Centrum Prof. van Bemmelenhoeve
1B	Ligging Regionale Onderzoeks Centrum De Kandelaar
2A	Overzicht activiteiten op de Prof. van Bemmelenhoeve in chronologische volgorde
2B	Overzicht activiteiten op De Kandelaar in chronologische volgorde
3A	Situatieschets van perceel 60 op de Prof. van Bemmelenhoeve
3B	Situatieschets van perceel 3 op De Kandelaar
4A	Proefveldschema op de Prof. van Bemmelenhoeve
4B	Proefveldschema op De Kandelaar
5	Schematische weergave van installatie-apparatuur voor bodemvocht-onderzoek
6	Weergave van de 15 monsternamenpunten op veldje 10 van De Kandelaar
7	Resultaten van de N_{tot} en de N_{\min} berekeningen op beide proefbedrijven
8	Cumulatieve nitraatafvoer via de drains op De Kandelaar

WOORD VOORAF

Het in dit rapport beschreven onderzoek is door DLO-Staring Centrum uitgevoerd in de jaren 1988-1991 en werd deels gefinancierd in het kader van het Raamplan voor Onderzoek inzake de Mest- en Ammoniakproblematiek en deels door de EG in het kader van het 4th Environmental Research Programme.

Een groot aantal mensen is betrokken geweest bij de uitvoering van het onderzoek. Met name zijn dit Arie Heesen, Leen Honkoop, Herman Breunissen, Willy de Groot, Leonne Jeurissen, Hans Janssen (Staring Centrum), Harry Booltink (Landbouwuniversiteit) en Peter Finke (voorheen Landbouwuniversiteit, thans Staring Centrum). Bij deze willen de auteurs hen hartelijk bedanken.

Daarnaast is een deel van de benodigde gegevens verzameld en beschikbaar gesteld door medewerkers van het Proefstation voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond te Lelystad. Het bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek heeft de grondmonsters geanalyseerd.

Bij de uitvoering van het onderzoek is verder de medewerking van de bedrijfsleiders en onderzoekers op de proefboerderijen zeer op prijs gesteld.

SAMENVATTING

In het kader van het door de FOMA (Financierings Overleg Mest- en Ammoniakonderzoek) mede gefinancierde project "Vermindering van nitraatuitspoeling bij landbouwgronden en modellering van het gedrag van stikstof in de bodem" is door het Staring Centrum veldonderzoek gedaan naar de milieu-effecten die optreden bij de benutting van Dierlijke Organische Mest (DOM) in de akkerbouw.

Een deel van het veldonderzoek is uitgevoerd op de Regionale Onderzoeks Centra (ROC's) "De Kandelaar" in Oostelijk Flevoland en de "Prof. van Bemmelenhoeve" in de Wieringermeerpolder. Het ging hier om akkerbouw op respectievelijk een zware en een lichte kleigrond waarbij gekeken werd naar de stikstofverliezen naar grond- en oppervlaktewater. Dit rapport beschrijft dit veldonderzoek dat gedurende de periode 1988-1991 uitgevoerd is.

Het doel van het onderzoek was om de invloed van een aantal factoren op de stikstofverliezen te onderzoeken zoals het bemesten met verschillende hoeveelheden kipdrijfmest, het gebruik van groenbemesting en/of stro inwerken en het gebruik van verschillende hoeveelheden kunstmest.

Het veldonderzoek omvatte het meten van:

- De vochttoestand in de bodem door middel van het plaatsen van grondwaterstandsbuizen;
- N_{tot} en N_{min} gehalten in de bodem door het nemen van bodemmonsters;
- Nitraatgehalten in het bodemvocht door het nemen van bodemvochtmonsters door middel van cups;
- Nitraatafvoer uit de drains door het meten van draindebieten en nitraatconcentraties in het drainwater (is alleen op De Kandelaar gebeurd).

Voor het bepalen van de stikstofaanvoer via bemesting en de stikstofafvoer via gewasopname is gebruik gemaakt van gegevens van het PAGV. Daarnaast zijn via het PAGV ook bodemchemische gegevens verkregen, zoals het organische-stofgehalte en een deel van de N-mineraal gehalten in de bodem.

Op de Prof. van Bemmelenhoeve zijn in de laag 0-100 cm -mv. grote stikstofvoorraden bepaald van ruim 10 000 kg N_{tot} /ha ongeacht het bemestingsniveau. Op De Kandelaar bedroeg deze voorraad zelfs meer dan 30 000 kg N_{tot} /ha.

Uit het vergelijken van de meetgegevens bleek dat deze N_{tot} voorraad op beide proefbedrijven gerelateerd was aan het organische-stofgehalte in de bodem, d.w.z. de bodemlaag met het hoogste organische-stofgehalte bevatte ook de hoogste voorraad N_{tot} . Op de Prof. van Bemmelenhoeve bevatte de laag 0-30 cm -mv. het hoogste organische-stofgehalte (2,2%) en in deze laag bedroeg het N_{tot} gehalte 1570 kg/ha per laagje van 10 cm. Op de Kandelaar was het organische-stofgehalte van de laag 70-80 cm -mv. het hoogst (12,8%) en bedroeg het N_{tot} gehalte in deze laag 4000 kg/ha.

Zowel op de Prof. van Bemmelenhoeve als op De Kandelaar is uit de metingen geen invloed van de organische mestgift of kunstmestgift op het N_{\min} gehalte in de bodem of het nitraatgehalte in het bodemvocht gevonden.

Uit metingen op de Prof. van Bemmelenhoeve bleek dat bij het toepassen van stoppelploegen een hoger N_{\min} gehalte in de bodem aangetroffen werd dan bij het gebruik van een groenbemester. Ook het nitraatgehalte in het bodemvocht is bij het toepassen van stoppelploegen hoog. Aangezien het hier maar om twee veldjes gaat waar alleen stoppelploegen is toegepast zal dit verder onderzocht moeten worden.

Op beide proefbedrijven is geen relatie gevonden tussen het toepassen van een bepaalde groenbemester en het N_{\min} gehalte in de bodem.

Een intensieve bodembemonstering op veldje 10 van De Kandelaar leverde voor het N_{\min} gehalte een variatiecoëfficiënt op van 15,4% tussen 15 locaties in dat veldje van 45 m². Deze grote variatiecoëfficiënt wordt mede veroorzaakt door de grote bodemheterogeniteit (scheurende kleigrond).

Op de Kandelaar bedroeg de gemeten nitraatafvoer via de drains gedurende het uitspoelingsseizoen '89/'90 circa 10 kg NO₃-N/ha. Dit was ongeveer 5% van de hoeveelheid N_{ox} die in het najaar van 1989 in vorm van kippedrijfmest toegediend werd. Een relatie tussen de nitraatconcentraties in het drainwater en de veldbehandeling kon niet bepaald worden omdat de onderzochte drain zich onder meerdere veldjes bevond met elk verschillende behandelingen.

De methode om nitraatgehalten in het bodemvocht via poreuze cups te bepalen, was op deze kleigronden niet toepasbaar vanwege de grote heterogeniteit van de bodem.

1 INLEIDING

De intensivering van de landbouw die de afgelopen decennia heeft plaatsgevonden heeft in toenemende mate geleid tot aantasting van de milieukwaliteit, zoals verzuring door ammoniakemissie en eutrofiëring van grond- en oppervlaktewater door af- en uitspoeling van nutriënten, met name nitraat en fosfaat. Teneinde de milieubelasting vanuit de landbouw te beperken zijn vanaf 1987 wettelijke maatregelen genomen, met name gericht op het gebruik van dierlijke mest. De belangrijkste aspecten daarvan zijn een uitrijverbod voor een bepaalde periode, een inwerkverplichting voor dierlijke mest op bouwland, invoering van ammoniakemissie-arme mesttoediening op grasland en een aan fosfaat gerelateerde maximale mestgift, die in fasen moet leiden tot een bemestingsniveau waarbij er niet meer fosfaat wordt gegeven dan het gewas kan opnemen.

Door het aanscherpen van de regels in de loop van de tijd zal het overschot aan dierlijke mest, bij het niet terugdringen van de veestapel, toenemen. Vooralsnog is het overheidsbeleid gericht op de aanpak van het overschot aan dierlijke mest langs drie wegen:

- verlaging van het mineralengehalte in het veevoer en verbetering van de voederconversie, teneinde het mineralen gehalte in de mest te verlagen;
- centrale mestverwerking, waardoor de mest in een makkelijk hanteerbare vorm wordt gebracht;
- verhoging van de afzet van dierlijke mest in de akkerbouw.

In het kader van het Raamplan voor Onderzoek inzake de Mest- en Ammoniak-problematiek (FOMA) vond onder andere onderzoek plaats naar de mogelijkheden voor benutting van Dierlijke Organische Mest (DOM) in de akkerbouw. Hierbij kwamen aspecten aan de orde als toedieningstechniek, toedieningstijdstip, effecten van dierlijke mest op de gewaskwaliteit en -opbrengst, risico van verspreiding van ziekten en plagen en de effecten op het milieu.

In de periode 1986-1987 zijn door het Proefstation voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV) op zes regionale proefboerderijen in totaal 11 veeljarige proeven opgezet waar onderzoek werd verricht naar de toepassing van dierlijke mest in de akkerbouw (Hengsdijk, 1992). Het doel van deze proeven was vooral het nagaan van de invloed van een aantal maatregelen op de gewasontwikkeling en -opbrengst. Daartoe zijn de volgende aspecten onderzocht: bemestingstijdstip, jaarlijkse of tweejaarlijkse toediening van de maximaal toegestane hoeveelheid, eventuele combinaties met groenbemesting en/of stro inwerken en tenslotte combinaties van dierlijke mest met kunstmest. De proeven werden in 6 verschillende regio's uitgevoerd, elk met een andere grondsoort en het specifieke bouwplan dat in dat gebied gebruikelijk was. De proeven hadden een complexe opzet omdat ze inspeelden op de mogelijkheden en beperkingen in de diverse regio's.

Dit verslag heeft betrekking op het onderzoek naar stikstofverliezen naar grond- en oppervlaktewater en werd uitgevoerd op twee van de zes proefbedrijven namelijk "De Kandelaar" in Oostelijk Flevoland en de "Prof. van Bemmelenhoeve" in de Wieringermeerpolder. Het ging hier respectievelijk om een zware en een lichte kleigrond.

Hiervoor was gekozen enerzijds omdat het merendeel van het akkerbouwareaal (uitgezonderd snijmais) op kleigronden te vinden is en anderzijds omdat er nog relatief weinig gedetailleerd onderzoek was verricht naar stikstofverliezen door uitspoeling uit kleigronden. Qua proefopzet waren beide proefvelden vergelijkbaar.

Naast het kwantificeren van de stikstofbelasting van grond- en oppervlaktewater was een belangrijk doel van dit onderzoek ook het verzamelen van gegevens voor de toetsing van bestaande waterhuishouding- en stikstofmodellen.

In overleg met het PAGV is het onderzoek uitgevoerd door het Staring Centrum (SC) en de vakgroep Bodemkunde en Geologie van de Landbouwniversiteit (LUW).

De belangrijkste aandachtspunten in het veldonderzoek waren:

- vochthuishouding, waterstroming en ruimtelijke variabiliteit (LUW);
- stikstofverliezen naar grond- en oppervlaktewater (SC).

Dit verslag behandelt het deel van het onderzoek dat verricht is door het Staring Centrum.

Achtereenvolgens zullen in dit rapport de proefopzet, de proefvelden (hoofdstuk 2) en de werkwijze bij het verzamelen van gegevens worden beschreven (hoofdstuk 3). Hierna wordt ingegaan op de resultaten en discussie, waarbij achtereenvolgens de hydrologie en de stikstofstromen besproken worden (hoofdstuk 4). Besloten wordt in hoofdstuk 5 met enkele conclusies en aanbevelingen voor verder onderzoek.

2 PROEFOPZET EN BESCHRIJVING VAN DE PROEFVELDEN

Het onderzoek werd uitgevoerd op de Regionale Onderzoeks-Centra (ROC's) de Prof. van Bemmelenhoeve (BEM 747) in de Wieringermeerpolder en De Kandelaar (KL 704) in Oostelijk Flevoland (zie bijlage 1A en 1B). Op de percelen waar het onderzoek heeft plaats gevonden zijn een groot aantal proefveldjes met verschillende behandelingen aangelegd. Te onderscheiden zijn verschillende drijfmestniveaus, verschillende kunstmest-N giften (N-trappen) en objecten die verschillen in bewerkingen: wel of geen stro achterlaten en wel of geen groenbemester zaaien. Een uitgebreide beschrijving van de proefopzet wordt gegeven door Hengsdijk (1992).

Achtereenvolgens zal in dit hoofdstuk de algemene proefopzet worden beschreven t.a.v. bemesting en teelt van gewassen, waarna wordt ingegaan op de specifieke aspecten van de beide proefboerderijen zoals bodemopbouw en -eigenschappen.

2.1 Bemesting en gewassen

In bijlage 2A en 2B staan de activiteiten, die op de proefbedrijven hebben plaatsgevonden, in chronologische volgorde vermeld.

Op beide proefboerderijen werd als dierlijke mest kippedrijfmest (KDM) gebruikt. Kippedrijfmest bevat relatief veel voedingsstoffen en organische stof per ton mest en wordt als de waardevolste drijfmestsoort gezien. In de proeven werd de mest eens in de twee jaar, in het najaar voorafgaand aan aardappelen en suikerbieten, uitgereden over de stoppel van een graan. Hierdoor werd schade aan de structuur van de bodem zoveel mogelijk voorkomen.

De werking van stikstof is bij een herfstgift lager dan bij een voorjaarsgift met financieel verlies en negatieve milieu-effecten als mogelijk gevolg. Met de huidige techniek is het echter niet goed mogelijk om zonder de bodemstructuur te beschadigen in het voorjaar tijdig mest uit te rijden op kleigronden.

De hoogte van de dierlijke mestgiften zijn door de mestwetgeving gebaseerd op het fosfaatgehalte in de mest. Tijdens de eerste fase van het mestbeleid (1987-1990) was een jaarlijkse maximale gift van $125 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ toegestaan, of wanneer eens per twee jaar mest wordt toegediend maximaal $250 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$. In de tweede en huidige fase (1991-1994) bedraagt de jaarlijkse maximale gift ook $125 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$, maar is de gift van $250 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ eens in de twee jaar niet meer toegestaan (Hengsdijk, 1992). In de proeven werden drie niveaus van drijfmestgiften aangehouden: 0, 125 en $250 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ of uitgedrukt in ton KDM/ha: 0, 15 en 30 ton. Op het object zonder drijfmest werd kunstmest-P en K gegeven volgens het bemestingsadvies en zo nodig werd ook op de andere objecten de kalibemesting aangevuld. Zodoende werd voorkomen dat ongewenste neveneffecten ten gevolge van fosfaat- of kaligebrek konden optreden.

Op beide proefpercelen werden vier kunstmest-stikstoftrappen gebruikt. De kunstmest-N gift lag niet vooraf vast. Ieder jaar werd met behulp van bodemonderzoek in het voorjaar een bemestingsadvies opgesteld, op basis waarvan de N-trappen werden vastgesteld:

N0 = 0 kg.ha⁻¹ N
N1 = N-adviesbemesting - 50%
N2 = N-adviesbemesting
N3 = N-adviesbemesting + 50%

De vierjarige vruchtwisseling op beide proefpercelen liep gedurende de onderzoeksperiode parallel. Achtereenvolgens werden de volgende gewassen geteeld: wintertarwe (1987), suikerbieten (1988), gerst (1989), aardappelen (1990) en weer wintertarwe (1991).

Om het risico van stikstofverliezen via uitspoeling te beperken kan gelijk met de teelt (gras) of na de oogst van het hoofdgewas (gele mosterd) een groenbemester verbouwd worden, waardoor de in het profiel achtergebleven en/of met dierlijke mest toegediende minerale stikstof kan worden vastgelegd. Een groenbemester die na de oogst gezaaid wordt is alleen effectief wanneer deze vroegtijdig (augustus/begin september) wordt gezaaid. Derhalve is op deze proefvelden alleen na de granen gele mosterd als groenbemester verbouwd. De groenbesters werden in de winter ondergeploegd.

Ook het niet afvoeren van stro is een mogelijkheid voor het beperken van stikstofverliezen. De aanwezige (of met mest aangevoerde) minerale stikstof kan tijdelijk worden vastgelegd doordat bij de afbraak van het C-rijke stro de minerale stikstof immobiliseert in organische stofverbindingen met een lagere C/N-verhouding. In tabel 1 worden de verschillende combinaties van drijfmestgiften, stikstoftrappen en groenbemestingsvarianten samengevat.

Tabel 1 *Combinaties van drijfmestgiften, kunstmest-trappen en groenbemestingsvarianten, toegepast in het onderzoek naar stikstofuitspoeling (stpl = alleen stoppelploegen, ggb = grasgroenbemester, gb = stoppelploegen en groenbemester, stro = achterlaten van stro; N0 = bemesting 0 kg.ha⁻¹ N, N1 = N-adviesbemesting - 50%, N2 = N-adviesbemesting, N3 = N-adviesbemesting + 50%).*

KDM ton/ha	kunstmest N-trap	bewerking	veldnr (Bem 747)	veldnr (K1 704)
0	N0	ggb	186	72
	N1	ggb	192	71
	N2	ggb	82	65
	N2	stro/ggb	-	113
15	N2	ggb	183	64
	N2	stpl	143	-
	N2	gb	101	76
	N2	stro	-	163
30	N0	ggb	83	68
	N1	ggb	187	67
	N2	ggb	188	61
	N3	ggb	84,128,181	10,62,178
	N3	stpl	140	-
	N3	stro	-	165
	N3	gb	103	73

2.2 Prof. van Bemmelenhoeve

2.2.1 Ligging en aanpak

Het beschreven onderzoek op de Prof. van Bemmelenhoeve vond plaats op kavel 60, een driehoekig perceel van ca. 10 ha, gelegen 52°27'10" NB, 5°02'30" OL op 4.5 m beneden NAP.

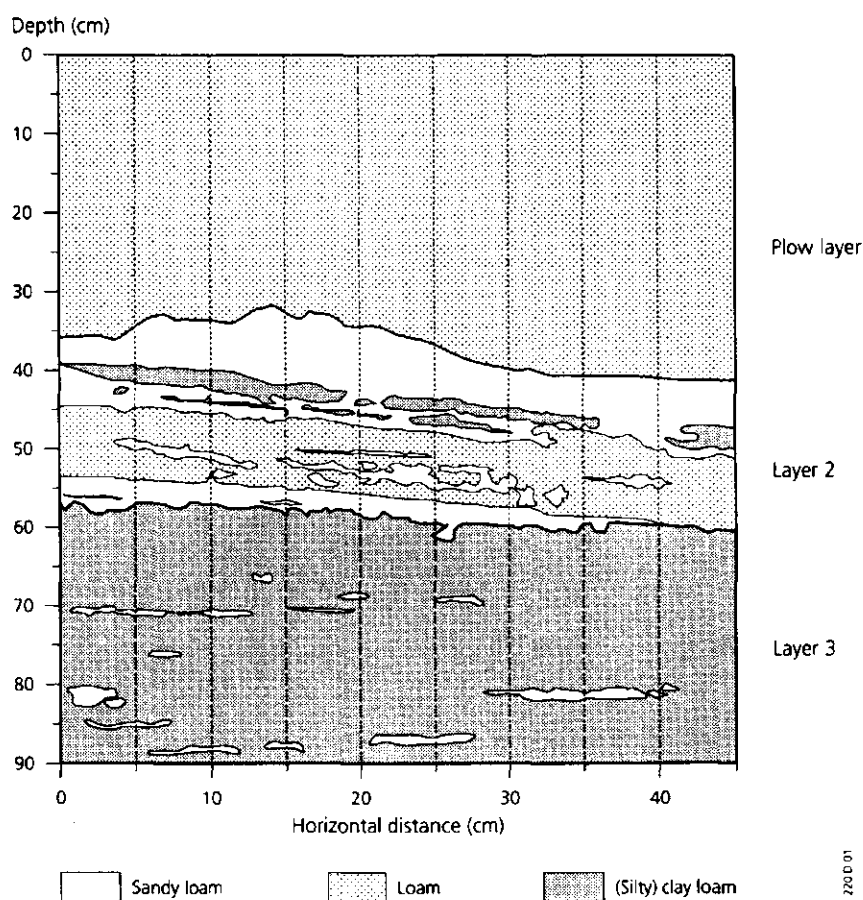
In bijlage 3A is een situatieschets van het perceel met daarop de ligging van het eigenlijke proefveld weergegeven. De plattegrond van het proefveld met daarin aangegeven de proefveldjes (plots) met de verschillende drijfmestgiften, stikstoftrappen en groenbemestingsvarianten wordt in bijlage 4A gegeven. Alle behandelingen zijn in viervoud aangelegd.

Omdat het in de praktijk niet mogelijk was uitspoelingsonderzoek te verrichten op alle proefveldjes is een keuze gemaakt. Hierbij zijn zo veel mogelijk verschillende mestgiften gekozen, veelal bij één groenbemestingsvariant. Om een indicatie te krijgen van de verschillen in uitspoeling tussen de groenbemestingsvarianten, zijn van een aantal combinaties van drijfmest- en kunstmestgiften ook andere groenbemestings-varianten

gekozen. In bijlage 4A zijn de 14 veldjes gearceerd weergegeven.

2.2.2 Bodemopbouw

Sinds de drooglegging van de Wieringermeer in 1930 heeft behalve rijping van de bovengrond nog geen bodemvorming plaatsgevonden. De textuur varieert van zand tot lemige klei. Het bodemprofiel is sterk gelaagd. De aard van deze gelaagdheid verschilt van plaats tot plaats en met de diepte, en varieert van een paar dunne (1 mm - 1 cm) kleiige laagjes in een zandige matrix tot een paar zandige laagjes in een kleiige matrix. In de zandige matrix worden hier en daar brokjes veen aangetroffen. Tabel 2 geeft de bodemopbouw van het proefveld op de Prof. van Bemmelenhoeve en figuur 1 geeft een voorbeeld van een dergelijk profiel weer.



Figuur 1 Voorbeeld van een karakteristiek bodemprofiel van het proefveld op de Prof. van Bemmelenhoeve (Finke, 1992).

Tabel 2 De bodemopbouw van het proefveld op de Prof. van Bemmelenhoeve (Finke, 1992).

Laagdikte (cm -mv)	Beschrijving	Horizont	Textuur indien ge- mengd	Bulkdichtheid (kg.dm ³)	K-sat (cm.dag ⁻¹)
0 - ±35	bouwvoor	Ap	leem tot kleilig leem	1,4	265
±35 - ±60	zandige leemlaag met kleifige leemlenzen	C1	zandig leem tot leem	1,3	23
±60 - ±90	siltige kleilge leemlaag met zandige leemlenzen	C2	leem, kleilig leem, siltig kleilig leem	1,1	21

De maaiveldshoogte van het perceel bedraagt circa -4.5 m t.o.v. NAP. Het perceel is in 1987 opnieuw gedraineerd. De afwatering is éénzijdig; de helling van de drainbuizen bedraagt ca. 1‰ en de uitmonding bevindt zich op 1.40 m -maaiveld. De onderlinge afstand tussen de buizen bedraagt 22 meter (zie ook bijlage 3A).

2.2.3 Bodemchemische karakteristieken

Bij de aanleg van het proefveld is door het PAGV de bodem bemonsterd voor de bepaling van de bodemvruchtbaarheidstoestand teneinde eventuele tekorten aan nutriënten vast te kunnen stellen en zo nodig deze, via bemesting, te kunnen aanvullen. De analysesresultaten zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3 Bodemchemische eigenschappen (gemiddelden) van het proefveld op de Prof. van Bemmelenhoeve (PAGV, Ielystad).

Laag cm -mv.	pH-KCl	Organische stof %	Pw als P ₂ O ₅ mg.dm ⁻³	K als K ₂ O mg.kg ⁻¹	Mg als MgO mg.kg ⁻¹	Cl als Cl ⁻ mg.kg ⁻¹	Na als Na ₂ O mg.kg ⁻¹
0-30	7,5	2,2	22	130	52	20	70
30-60	7,6	1,5	7	90	41	30	40
60-90	7,5	1,0	3	60	40	20	50

2.3 De Kandelaar

2.3.1 Ligging en aanpak

Het onderzoek op De Kandelaar vond plaats op kavel 3, een rechthoekig perceel van ca. 5 ha, gelegen 52°27'10" NB, 5°37'00" OL, op 3,6 m beneden NAP.

In bijlage 3B is een situatieschets van het perceel met daarop de ligging van het eigenlijke proefveld weergegeven. De plattegrond van het proefveld met daarin

aangegeven de plots met de verschillende drijfmestgiften, stikstoftrappen en groenbemestingsvarianten wordt in bijlage 4B gegeven. Alle behandelingen zijn in drievoud aangelegd.

Omdat het in de praktijk niet mogelijk was uitspoelingsonderzoek te verrichten op alle proefveldjes is een keuze gemaakt. Hierbij zijn zoveel mogelijk verschillende mestgiften gekozen, veelal bij één groenbemestingsvariant. Om een indicatie te krijgen van de verschillen in uitspoeling tussen de groenbemestingsvarianten, zijn van een aantal combinaties van drijfmest- en kunstmestgiften ook andere groenbemestings-varianten gekozen. In bijlage 4B zijn de 15 veldjes gearceerd weergegeven.

2.3.2 Bodemopbouw

Het materiaal van de bouwvoor is kalkrijk en voor het grootste deel afgezet in de "Zuiderzee-periode". Gezien de zwaarte van de bouwvoor is slechts een gering deel van het materiaal afkomstig uit de "IJsselmeer-periode". Beneden de bouwvoor bevindt zich kalkrijke lichte klei uit de "Zuiderzee-periode", die op ca. 70 cm overgaat in kalkrijke klei (Almere-afzetting), waarvan het organische-stofgehalte met de diepte toeneemt. De kleiige lagen zijn in het Holocéen afgezet en beneden ca. 1 meter diepte wordt de zandlaag uit het Pleistoceen aangetroffen.

Het organische-stofgehalte verschilt sterk van laag tot laag; zo wordt het hoogste organische-stofgehalte gevonden in de Almere-afzetting tussen ca. 70 en 100 cm -mv.. Het onderliggende Pleistocene zand is zeer arm aan organische stof. De bewortelbare diepte van het profiel is geschat op 70-110 cm -mv. (Eilander *et al.*, 1982).

In deze scheurende zware kleigrond bevinden zich permanente macroporiën (scheuren) in de laag van 35 tot 95 cm (De Boer *et al.*, 1991). Deze scheuren zorgen voor een variatie in de bulkdichtheid met het seizoen. In het profiel zijn de verschillende horizonten duidelijk te onderscheiden. Enkele karakteristieken van de horizonten zijn weergegeven in tabel 4, waarbij de gegeven bulkdichtheden gemiddelde waarden zijn.

Tabel 4 De bodemopbouw van het proefveld op De Kandelaar (naar: Boutilink & Bouma, 1991).

Horizont	Diepte cm -mv.	Textuur	Lutum %	Bulkdichtheid kg.dm ⁻³
A _p	0-30	klei	42	1,4
IIC	30-70	kleilig leem	40	1,3
IIIC	70-100	siltige klei- leem	30	1,0
IVBC _o	>100	klei-arm zand	<5	1,7

De uitmonding van de drains bevindt zich op 1.10 m -mv. De onderlinge afstand tussen de buizen bedraagt 48 m en het verval in de drains bedraagt ongeveer 2‰. De afwatering van het proefperceel is tweezijdig (zie ook bijlage 3B).

Informatie over grondwaterstroming, cq. optreden van kwel of wegzijging, kan verkregen worden door het karakteriseren van de ondergrond. Dit gebeurt door de aanwezig

watervoerende pakketten en de matig en slecht doorlatende lagen in kaart te brengen. Blad XVII-2 van de kwelkaart Oostelijk Flevoland van de Wetenschappelijke Atlas van Nederland laat zien dat op en rond De Kandelaar gemiddeld geen kwel of wegzijging optreedt.

2.3.3 Bodemchemische karakteristieken

Voor aanleg van het proefveld is door het PAGV het perceel bemonsterd voor de bepaling van de bodemvruchtbaarheidstoestand teneinde eventuele tekorten aan nutriënten vast te kunnen stellen en zo nodig deze te kunnen aanvullen. De resultaten zijn weergegeven in tabel 5.

Tabel 5 *Chemische bodemeigenschappen (gemiddelden) van het proefveld op De Kandelaar (PAGV, Ielystad)*

Laag	pH-KCl	Organische stof	Pw als P ₂ O ₅	K als K ₂ O	Mg als MgO	Cl als Cl	Na als Na ₂ O
cm -mv.		%	mg.dm ⁻³	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹
0-30	7,4	3,6	42	370	193	20	100
30-60	7,3	4,7	11	270	356	20	60
60-90	7,2	12,8	2	250	620	40	60

3 MATERIALEN EN METHODE

Om uitspraken te kunnen doen over de verliezen aan stikstof uit de bodem via uitspoeling, dient een groot aantal gegevens te worden verzameld.

Waterstroming is een belangrijke drijvende kracht voor de stikstofuitspoeling en het is voor de kwantificering van het watertransport van belang om gegevens te verzamelen van alle variabelen die dit watertransport bepalen dan wel de waterfluxen direct te meten. Daarnaast dienen stikstofconcentraties te worden gemeten in bodem, (bodem)water, gewassen en in de mest.

De stikstofconcentraties in de gewassen en de drijfmest zijn door het PAGV geleverd. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe alle andere gegevens werden verzameld.

3.1 Meteorologische gegevens

De meteorologische gegevens zijn afkomstig van de meteostations op beide proefbedrijven. Hier werden luchttemperatuur, neerslag (op dagbasis), verschillende stralingsparameters, windrichting en windsnelheid geregistreerd. In dit verslag wordt alleen de gemeten neerslag gegeven.

3.2 Grondwaterstanden

De hoogte van de grondwaterstand geeft een eerste indicatie van de vochttoestand van de grond. De metingen vonden vooral plaats in het neerslagoverschotseizoen (oktober-april) waarbij gestreefd werd om iedere week een meting te doen. Daarnaast zijn een aantal metingen in het zomerseizoen verricht om een indruk te krijgen van de diepste grondwaterstand.

De drains op het proefperceel van de **Prof. van Bemmelenhoeve** liggen op een afstand van 22 m van elkaar (zie bijlage 3A). Om de afvoer via drains en om een mogelijke opbolling van de grondwaterspiegel tussen de drains vast te kunnen stellen, is een raai van 4 buizen dwars op deze drains geplaatst (buis 2 t/m 5). Om informatie te krijgen over afvoer naar de sloten zijn nog 2 grondwaterstandsbuizen (buis 6 en 7) geplaatst evenwijdig aan de drainbuizen. Tabel 6 geeft een overzicht. Buis 1 is tijdens het onderzoek komen te vervallen.

De drains op het proefperceel van **De Kandelaar** liggen op een afstand van 48 m van elkaar (zie bijlage 3B). Om de afvoer via drains en om een mogelijke opbolling van de grondwaterspiegel tussen de drains vast te kunnen stellen, is een raai van 5 buizen dwars op deze drains geplaatst. Om informatie te krijgen over afvoer naar de sloten zijn nog 2 grondwaterstandsbuizen geplaatst evenwijdig aan de drainbuizen (zie ook tabel 6).

Tabel 6: Locatie en diepte van de grondwaterbuizen op beide percelen.

Buis nr.	Prof. van Bemmelenhoeve			De Kandelaar		
	afstand vanaf pad (m)	afstand vanaf drain (m)	filter- diepte tot (m -mv.)	Afstand vanaf pad (m)	Afstand vanaf drain (m)	filter- diepte tot (m -mv.)
1	-	-	-	20	1	1,80
2	21	1	1,80	20	3	1,80
3	21	2	1,80	20	6	1,80
4	21	5	1,80	20	12	1,80
5	21	11	1,80	20	24	1,80
6	105	11	1,80	105	24	1,80
7	186	11	1,80	143	24	1,80

3.3 Drainafvoer

Uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater vindt voornamelijk plaats via drainafvoer. Op het proefperceel van De Kandelaar werd continu het drainebiet bepaald en werden debiet-proportioneel watermonsters genomen, na elke 0.51 mm (3.44 m³) afvoer met een ISCO-bemonsteringsapparaat. Op deze wijze werd een beeld verkregen van de water-afvoer en het nitraattransport via de drains. De afvoer van stoffen kon echter niet worden gerelateerd aan de bemestingsproeven omdat de drains onder meerdere proefveldjes doorlopen.

Op de Prof. van Bemmelenhoeve is de drainafvoer niet gemeten.

3.4 Bodembemonstering

Enkele malen per jaar werden de N_{\min} gehalten in de bodem bepaald op alle veldjes vermeld in bijlage 4. Op elk veldje werden op acht willekeurige plaatsen en in de verschillende lagen met een edelmanboor grondmonsters genomen. Telkens werd van de acht monsters van dezelfde diepte een mengmonster gemaakt. Het veldvochtige monster werd direkt in een luchtdicht afsluitbaar zakje gedaan en gekoeld bewaard (4°C) tot aan de analyse. Het N_{\min} gehalte werd bepaald door het bedrijfslaboratorium voor grond- en gewas-onderzoek te Oosterbeek en uitgedrukt in mg N/kg droge grond. De gebruikte analysemethode was afwijkend van de reguliere methode (van het bedrijfslaboratorium) waarbij op basis van een volume hoeveelheid monster en gebruik makend van een gemiddelde bulk-dichtheid het N_{\min} gehalte uitgedrukt wordt in kg N/l extractievloeistof. Doordat de bulkdichtheden met de diepte sterk varieerden, werd het N_{\min} gehalte bepaald en berekend op basis van een gewichtshoeveelheid monster. De resultaten na analyse, uitgedrukt in mg N/kg droge grond, zijn vermenigvuldigd met de bulkdichtheid per laag en de laagdikte en dit leverde een N_{\min} gehalte in kg N/ha op:

$$N_{\min} (\text{kgN/ha}) = N_{\min} (\text{mgN/kg droge grond}) * bd * d$$

waarbij: bd = bulkdichtheid grond (kg/dm^3)

d = dikte laag (dm)

Op de Prof. van Bemmelenhoeve vond bemonstering van het bodemprofiel plaats over de laag 0-100 cm -mv. en op De Kandelaar werd over de laag 0-115 cm -mv. bemonsterd.

3.5 Bodemvochtbemonstering

Het bodemvocht werd onttrokken met behulp van poreuze keramische cups. Op een plot werden 4 poreuze cups op dezelfde diepte (1 m -mv.) geplaatst en via dunne slangetjes werden deze vervolgens met behulp van onderdruk bemonsterd. De bemonsteringen vonden plaats na elke 50 mm neerslagoverschot. Van de 4 monsters werd vervolgens een mengmonster gemaakt. De poreuze cups zijn met een pvc-buis schuin geplaatst (bijlage 5) om snel en preferent vochttransport van bovenaf langs de buis te voorkomen. De 4 buizen kwamen in een putje op een diepte van 40 à 50 cm -mv. uit, zodat normale grondbewerkingen als ploegen ongehinderd plaats konden vinden. Direct na monsternamen in het veld werden de monsters uit de glazen monsterfles gefiltreerd over 45 μm , in polyetheen potjes gedaan en gekoeld bij 4°C.

Analyse van $\text{NO}_3\text{-N}$ en $\text{NH}_4\text{-N}$ gebeurde met de Flow Injektie methode. Het monster wordt in het analyse apparaat gezamenlijk met de reagentia gebracht. Het geheel doorloopt met zeer constante flow een aantal loops waarna nog een reagens wordt toegevoegd en vervolgens wordt via spektrofotometrie de mate van kleuring gemeten. Het voordeel is de korte analysetijd en het grote aantal analyses per uur.

4 RESULTATEN EN DISCUSSIE

4.1 Hydrologie

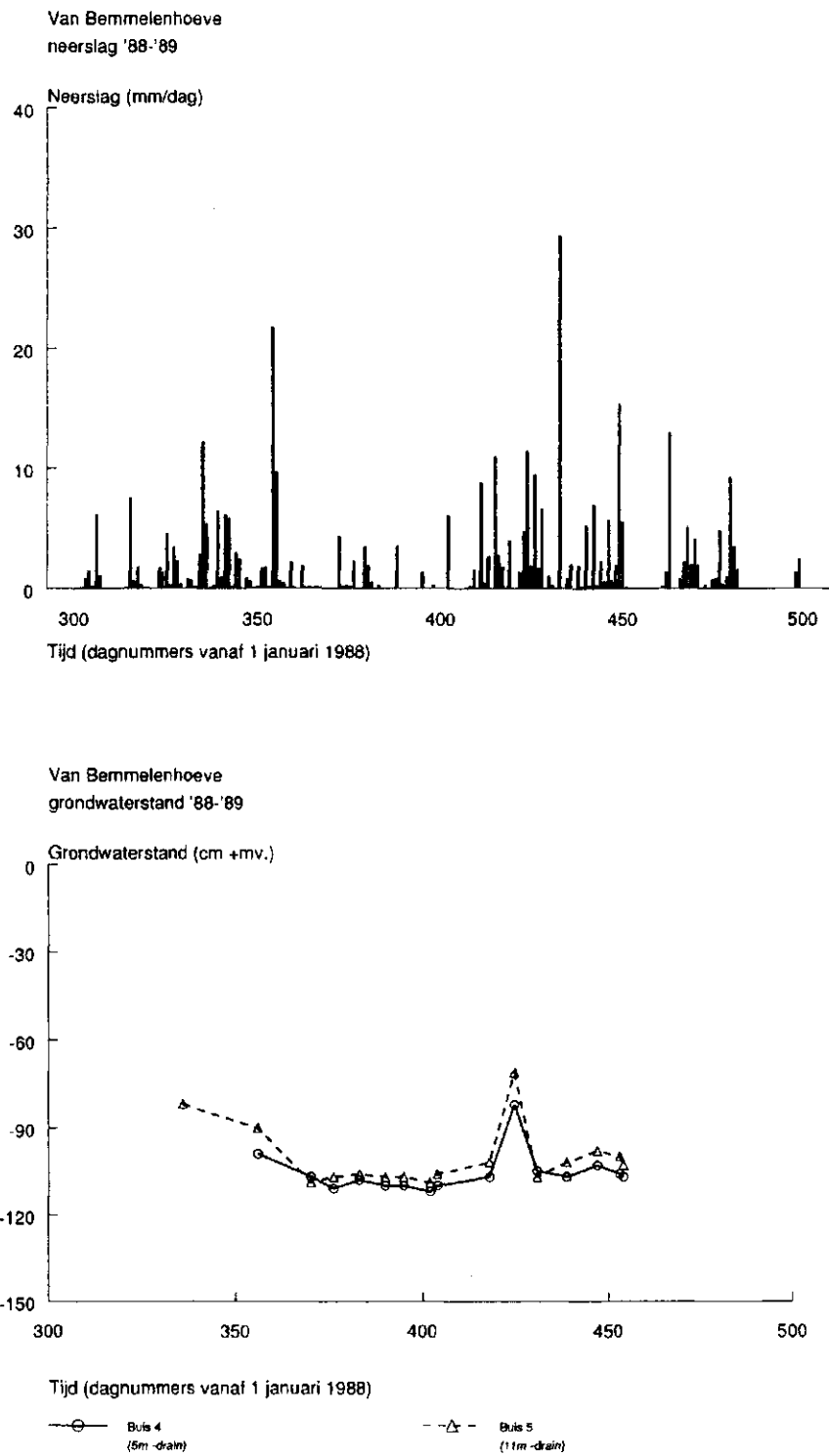
4.1.1 Prof. van Bemmelenhoeve

De gemeten neerslag en grondwaterstanden op de Prof. van Bemmelenhoeve zijn in figuur 2 en 3 weergegeven voor de winterperioden '88/'89 en '89/'90. De gemiddelde grondwaterstand bevond zich op circa 1m -mv. Naarmate de afstand van de grondwaterstandsbuis tot de drain toenam resulteerde dit in een grotere fluctuatie van het grondwaterstandsverloop in die betreffende buis. Uit deze grafieken blijkt dat het grondwaterstandsverloop sterk gekoppeld is aan de neerslagintensiteit.

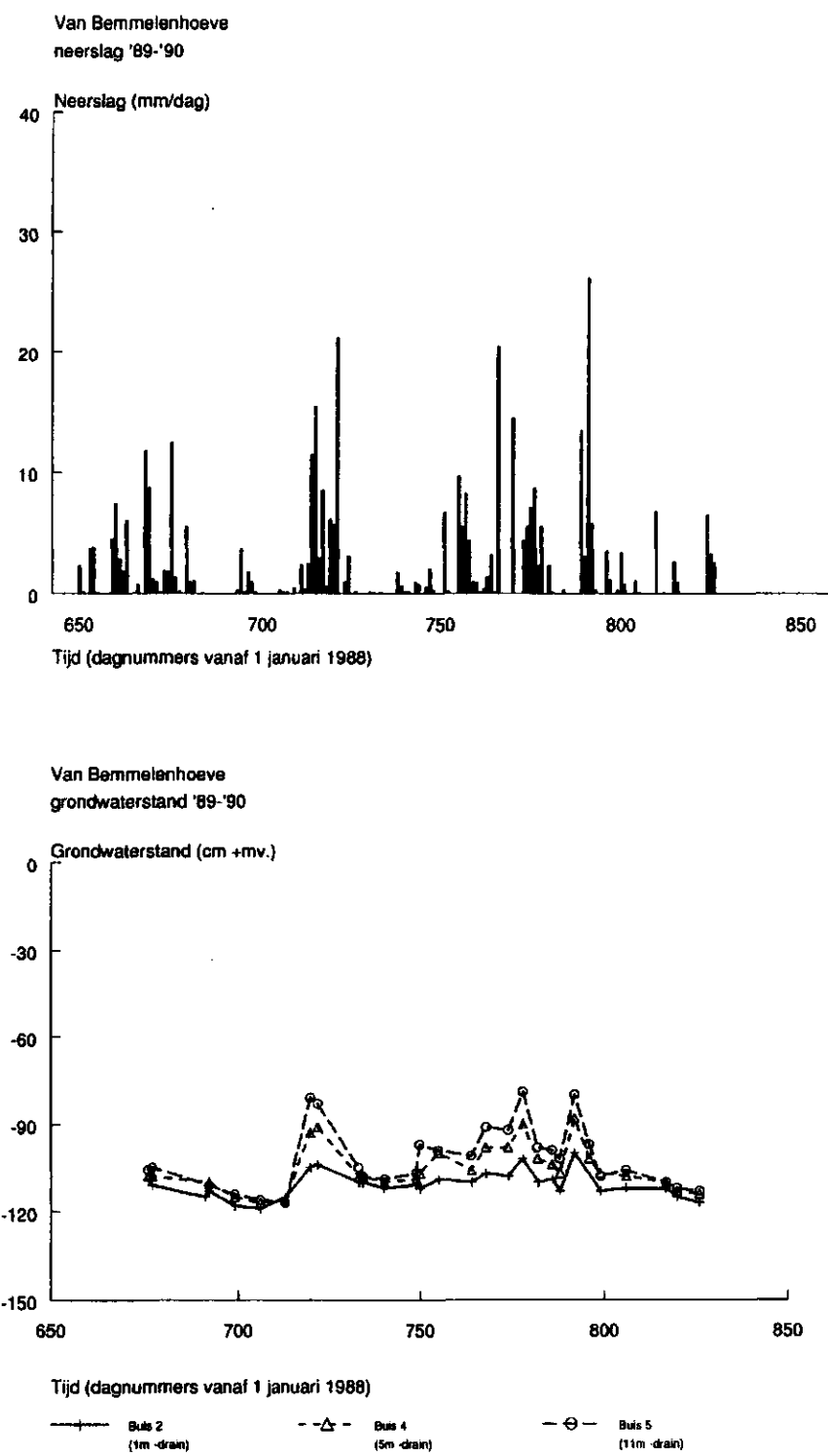
4.1.2 De Kandelaar

Figuur 4 geeft het neerslag- en grondwaterstandsverloop weer voor het jaar 1989. De gemiddelde grondwaterstand bevond zich op circa 1.20 m -mv. In tegenstelling tot de Prof. van Bemmelenhoeve werd op De Kandelaar geen opbolling van het grondwater tussen de drains gemeten. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de aanwezigheid van talrijke scheuren in de kleigrond van De Kandelaar.

In figuur 5 zijn de resultaten voor het uitspoelingsseizoen '89/'90 weergegeven, aangevuld met een grafiek die de cumulatieve drainafvoer in het voorjaar van 1990 beschrijft. Het blijkt ook hier dat de grondwaterstand sterk reageert op het neerslagoverschot. De drain begon af te voeren zodra de grondwaterstand boven de draindiepte van circa 1.10 m -mv. steeg.

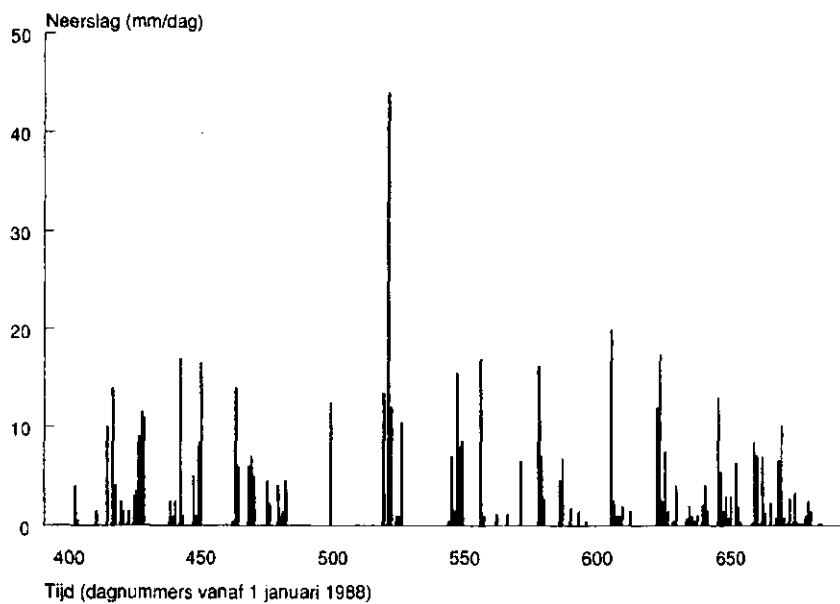


Figuur 2 Neerslag en grondwaterstand op de Prof. van Bemmelenhoeve gedurende de winter van 1988/1989. Grondwaterstandsbuis 4 bevond zich op 5 meter van de drain en buis 5 op 11 meter van de drain.

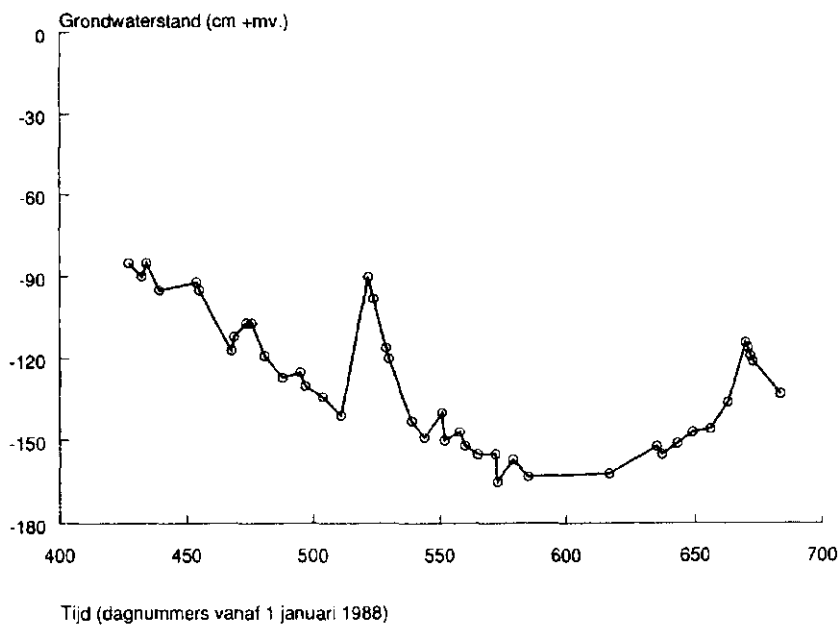


Figuur 3 Neerslag en grondwaterstand op de Prof. van Bemmelenhoeve gedurende de winter van 1989/1990. De grondwaterstandsbuizen 2, 4 en 5 bevonden zich respectievelijk op 1, 5 en 11 meter van de drain.

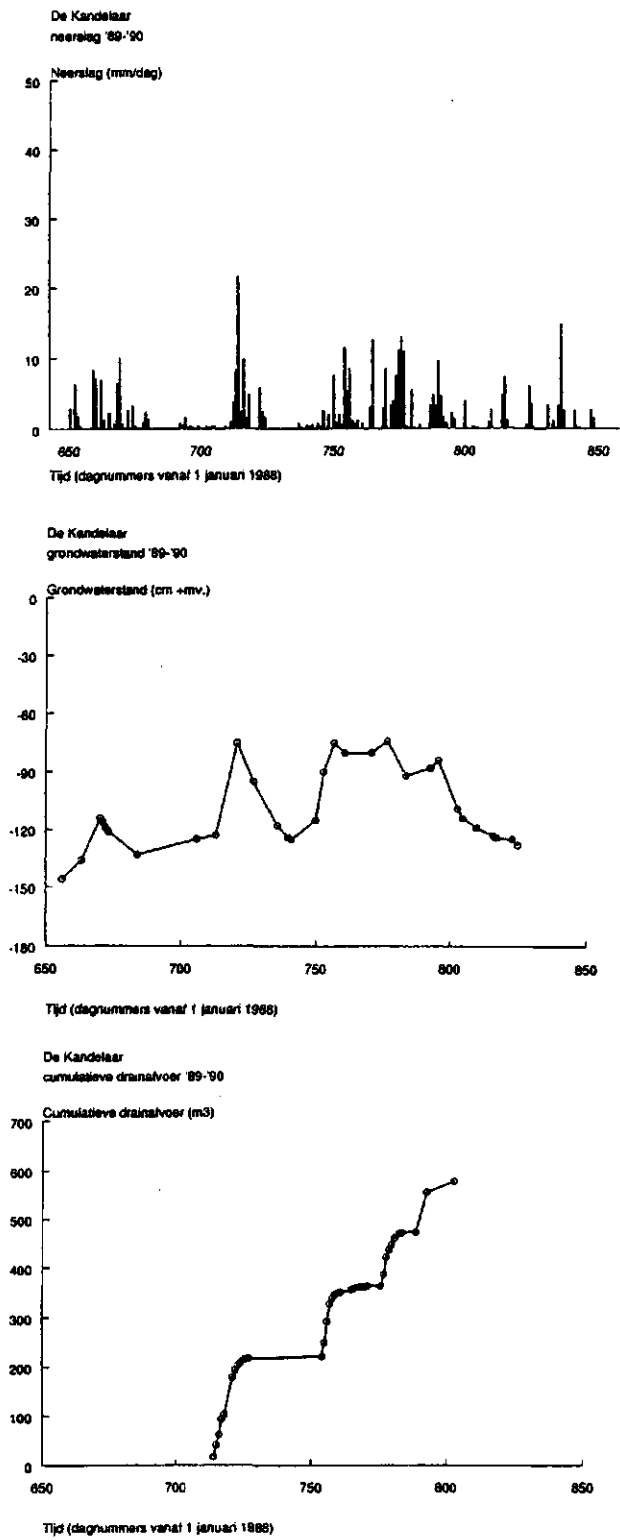
De Kandelaar
neerslag '89



De Kandelaar
grondwaterstand '89



Figuur 4 Neerslag en grondwaterstand op De Kandelaar gedurende het jaar 1989.



Figuur 5 *Neerslag, grondwaterstand en cumulatieve drainwaterafvoer op De Kandelaar gedurende de winter van 1989/1990.*

4.2 Stikstofaanvoer door bemesting

De samenstelling van de kippedrijfmest (KDM) en de hoeveelheden die om de twee jaar zijn gebruikt op de beide proefbedrijven staan weergegeven in tabel 7. De verschillende veldjes waar deze dierlijke mest is opgebracht, staan vermeld in bijlage 4.

Tabel 7 Samenstelling en hoeveelheden dierlijke mest (KDM), toegediend op de percelen van de Prof. van Bemmelenhoeve en De Kandelaar (naar: Hengsdijk, 1992).

Toedienings- tijdstop	Hoeveelheid KDM (ton KDM/ha)	Samenstelling (kg/ha)			
		Van Bemmelenhoeve		De Kandelaar	
		N _{tot}	P ₂ O ₅	N _{tot}	P ₂ O ₅
najaar 1987	15	83	30	157	83
„	30	222	75	320	169
najaar 1989	15	146	104	146	104
„	30	293	210	291	208

Uit tabel 7 blijkt dat de opgebrachte P₂O₅-hoeveelheden afwijken van de verwachte niveaus van 125 en 250 kg P₂O₅/ha. Dit wordt verklaard door de sterk wisselende P₂O₅-concentraties in de drijfmest.

De toedieningstijdstippen van en de hoeveelheden kunstmest-N staan vermeld in tabel 8. Voor verdere uitleg over de N-trappen zie paragraaf 2.2.

Tabel 8 De kunstmestgiften, toegediend op de percelen van de Prof. van Bemmelenhoeve en De Kandelaar. N0 = bemesting 0 kg.ha⁻¹ N, N1 = N-adviesbemesting - 50%, N2 = N-adviesbemesting, N3 = N-adviesbemesting + 50% (naar: Hengsdijk, 1992).

Toedieningstijdstip	Kunstmestgiften (kg N/ha), (N-trappen: N0,N1,N2,N3)	
	Van Bemmelenhoeve	Kandelaar
22-3-1988	0,100,150,150	
15-4-1988		0,75,150,225
1-6-1988	0,0,50,150	
29-3-1989	35,35,35,35	
31-3-1989		70,70,70,70
13-3-1990	0,75,150,225	
5-4-1990		0,75,150,225

4.3 Stikstofafvoer door gewasopname

Een schatting van de stikstofafvoer door de oogst van gewassen wordt in tabel 9 gegeven. Deze cijfers zijn berekend aan de hand van opbrengstgegevens en stikstof-totaal gehalten in de betreffende gewassen (PAGV, lelystad).

Tussen de stikstofafvoer op beide proefpercelen zijn duidelijke verschillen gevonden, hetgeen vooral veroorzaakt werd door opbrengstverschillen en niet zo zeer door concentratieverschillen van stikstof in het gewas. Het bemestingsniveau heeft geen duidelijke invloed op de stikstofopname door het gewas.

Tabel 9 De gemeten stikstofopname door het gewas op De Kandelaar (KL 704) en de Prof. van Bemmelenhoeve (BEM 747), (PAGV, Lelystad).

Jaar en gewas	Proefbedrijf	Hoeveelheid KDM (ton/ha)	Gewasopname (kg N _{tot} /ha)		
			Korrel	Stro	Knol
1989 (Gerst)	KL 704	0	107	24	-
		15	104	27	-
		30	106	26	-
	BEM 747	0	65	49	-
		15	66	46	-
		30	68	51	-
1990 (Aardappelen)	KL 704	0	-	-	195
		15	-	-	197
		30	-	-	211
	BEM 747	0	-	-	n.b.
		15	-	-	n.b.
		30	-	-	n.b.

n.b. = niet bekend

4.4 Stikstof in de bodem

4.4.1 Stikstof-totaal

Voor de Prof. van Bemmelenhoeve worden in tabel 10 de stikstof-totaal gehalten weergegeven, verdeeld naar bodemlaag en bemestingsniveau. De gemeten waarden en de berekeningen staan in bijlage 7.

Tabel 10 *N-totaal gehalten (kg N/ha) in de verschillende lagen, gemiddeld over een aantal veldjes en verdeeld over de drie bemestingsniveaus op de Prof. van Bemmelenhoeve. De bemonstering vond plaats op 6/2/1989, anderhalf jaar na de KDM-gift.*

Laag (cm-mv)	N-totaal (kg N/ha)		
	0 ton KDM/ha (3 veldjes)	15 ton KDM/ha (3 veldjes)	30 ton KDM/ha (8 veldjes)
0 - 30	4690	4690	4680
30 - 45	1390	1420	1280
45 - 60	1170	1130	1200
60 - 75	1330	1290	1280
75 - 100	2100	2130	2060
0 - 100	10680	10660	10500

De hoogste N_{tot} gehalten bevonden zich in de laag 0-30 cm, de laag met het hoogste organische-stofgehalte (zie tabel 3). Een relatie tussen het N_{tot} gehalte en bemestingsniveau kan niet zonder meer gelegd worden omdat de factoren stikstofgift en groenbemesting binnen een bemestingsvariant niet constant zijn.

In tabel 11 (en in bijlage 7) worden de resultaten van De Kandelaar gegeven.

Tabel 11 *N-totaal gehalten (kg N/ha) in de verschillende lagen, gemiddeld over een aantal veldjes en verdeeld over de drie bemestingsniveaus op De Kandelaar. De bemonstering vond plaats op 9/3/1989, anderhalf jaar na de KDM-gift.*

Laag (cm-mv)	N-totaal (kg N/ha)		
	0 KDM/ha (4 veldjes)	15 KDM/ha (3 veldjes)	30 KDM/ha (8 veldjes)
0 - 35	8590	8510	8400
35 - 70	11250	11190	11180
70 - 80	4070	3950	4000
80 - 95	5530	5220	5720
95 - 115	1040	910	890
0 - 115	30480	29780	30190

De hoogste N_{tot} gehalten (omgerekend naar een laagdikte van 10 cm) bevonden zich in de laag 70-80 cm, hetgeen correleerde met het hoge organische-stofgehalte van deze laag (zie tabel 5). Ook voor De Kandelaar geldt dat een verband tussen het N_{tot} gehalte in de bodem en het bemestingsniveau niet gelegd kan worden omdat de factoren stikstof- en groenbemesting binnen een bemestingsvariant niet gelijk zijn.

4.4.2 Minerale stikstof op de Prof. van Bemmelenhoeve

Vanaf oktober 1988 zijn 6 bemonsteringen uitgevoerd voor het bepalen van het N_{\min} gehalte in de bodem. De resultaten van de analyses staan vermeld in de tabellen 12 (gehalte per laag), 13 (gehalte bij 30 ton KDM/ha), 14 (bij 15 ton KDM/ha) en 15 (geen KDM-gift).

Tabel 12 *N-mineraal gehalten (kg N/ha) in de verschillende lagen, gemiddeld over een aantal veldjes en verdeeld over de drie bemestingsniveaus op de Prof. van Bemmelenhoeve. De bemonstering vond plaats op 6/2/1989, anderhalf jaar na de KDM-gift.*

Laag (cm -mv)	N-mineraal (kg N/ha)		
	0 ton KDM/ha (3 veldjes)	15 ton KDM/ha (3 veldjes)	30 ton KDM/ha (8 veldjes)
0-30	13,4	16,6	17,5
30-45	8,3	11,0	11,2
45-60	7,3	7,2	9,2
60-75	5,1	5,4	6,0
75-100	4,2	4,0	5,4
0-100	38,3	44,2	49,3

De hoogste N_{\min} gehalten bevonden zich in de laag 30-45 cm. Hoewel er op het eerste gezicht een verband lijkt te bestaan tussen het bemestingsniveau en N_{\min} gehalte kan dit toch niet gelegd worden, omdat de stikstofgift en het gebruik van groenbemesting variëren. Door de gegevens uit tabel 12 te vergelijken met tabel 10 blijkt dat het N_{\min} gehalte minder dan één procent uitmaakt van het N_{tot} gehalte.

Tabel 13 *N-mineraal gehalten (kg N_{\min} /ha) in het bodemprofiel 0-100 cm van de verschillende veldjes op de Prof. van Bemmelenhoeve op verschillende tijdstippen. De diertlijke bemesting bedroeg 30 ton KDM/ha (stpl = alleen stoppelploegen, ggb = grasgroenbemester, gb = stoppelploegen en groenbemester; N0 = bemesting 0 kg.ha⁻¹ N, N1 = N-adviesbemesting - 50%, N2 = N-adviesbemesting, N3 = N-adviesbemesting + 50%).*

Veld:	83	84	103	128	140	181	187	188
N-trap:	N0	N3	N3	N3	N3	N3	N1	N2
Bewerking:	ggb	ggb	gb	ggb	stpl	ggb	ggb	ggb
okt '88	50	55	75	50	25	20	25	40
feb '89	40	50	85	60	50	50	30	30
aug '89	80	85	55	65	70	70	120	80
nov '89	90	80	90	75	185	85	110	85
apr '90	170	425	255	295	515	265	295	255
mrt '91	140	210	n.b.	215	n.b.	210	n.b.	n.b.

n.b. = niet bekend

Tabel 14 *N-mineraal gehalten in kg N_{\min} /ha in profiel 0-100 cm van de verschillende veldjes op de Prof. van Bemmelenhoeve op de verschillende tijdstippen. De dierlijke bemesting bedroeg 15 ton KDM/ha. De hoeveelheid kunstmest-N bedroeg 150 kg N/ha (stikstoftrap N2) (stpl = alleen stoppelploegen, ggb = grasgroenbemester, gb = stoppelploegen en groenbemester).*

Veld:	101	143	183
Bewerking:	gb	stpl	ggb
okt '88	50	20	50
feb '89	35	55	45
aug '89	65	75	90
nov '89	65	170	50
apr '90	160	350	220
mrt '91	n.b.	n.b.	n.b.

n.b. = niet bekend

Tabel 15 *N-mineraal gehalten in kg N_{\min} /ha in profiel 0-100 cm van de verschillende veldjes op de Prof. van Bemmelenhoeve op de verschillende tijdstippen. Dierlijke bemesting vond niet plaats. (ggb = grasgroenbemester, gb = stoppelploegen en groenbemester; N0 = bemesting 0 kg.ha⁻¹ N, N1 = N-adviesbemesting - 50%, N2 = N-adviesbemesting).*

Veld:	82	186	192
N-trap:	N2	N0	N1
Bewerking:	ggb	ggb	ggb
okt '88	45	20	40
feb '89	50	25	40
aug '89	65	90	75
nov '89	60	130	75
apr '90	215	240	205
mrt '91	95	185	n.b.

n.b. = niet bekend

Om de invloed van de factoren organische bemesting, stikstofbemesting en groenbemesting op het N_{\min} gehalte in de bodem aan te kunnen geven moeten deze factoren apart bekeken worden. Informatie over de reproduceerbaarheid wordt verkregen door middel van het vergelijken van veldjes die dezelfde behandeling hebben ondergaan.

De veldjes 84, 128 en 181 (tabel 13) zijn, wat behandeling betreft, gelijk. Echter de N_{\min} gehalten tussen deze drie veldjes kunnen nogal variëren. Het maximale verschil tussen veldje 84 en 181 bedroeg in april 1990 bijvoorbeeld 160 kg N_{\min} /ha. Hieruit blijkt dat nog andere (bodem)factoren van invloed zijn op het N_{\min} gehalte in de bodem en dat het trekken van conclusies uit deze gegevens met de nodige voorzichtigheid moet gebeuren.

De veldjes 82, 183 en 188 verschillen alleen in het gebruik van kippedrijfmest. De

stikstofgift en het gebruik van de groenbemester zijn gelijk. Een duidelijk verband tussen het bemestingsniveau en het N_{\min} gehalte in de bodem is niet aanwezig, hoewel de gegevens uit november '89 en april '90 er op lijken te wijzen dat een hogere mestgift tot een hoger N_{\min} gehalte in de bodem leidt. Het aantal proefveldjes is in dit geval echter te klein om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen.

De veldjes 101, 143 en 183 (tabel 14) verschillen alleen in het gebruik van een groenbemester. Het bemestingsniveau en de stikstofgift zijn gelijk. Uit deze resultaten blijkt dat bij het gebruik van een groenbemester (zowel gele mosterd als gras) het N_{\min} gehalte in de bodem lager is dan in het geval alleen stoppelploegen toegepast wordt.

De invloed van een groenbemester kan ook afgeleid worden uit de veldjes 84, 103, 128, 140 en 181 (tabel 13). Het bemestingsniveau en de stikstofgift zijn wederom gelijk. Ook nu blijkt dat in het geval alleen stoppelploegen toegepast wordt het N_{\min} gehalte in de bodem het hoogste is. Tussen het gebruik van de verschillende soorten groenbesters (gras of gele mosterd) is geen verschil gemeten.

De veldjes 83, 181, 187 en 188 (tabel 13) verschillen alleen in het gebruik van stikstof. Het bemestingsniveau en het gebruik van een groenbemester zijn gelijk. Uit de gegevens komt geen verband tussen stikstofgift en N_{\min} gehalte in de bodem naar voren. Ook de veldjes 82, 186 en 192 (tabel 15) verschillen alleen in het gebruik van kunstmest. Ook hier werd geen relatie gevonden.

4.4.3 Minerale stikstof op De Kandelaar

Het stikstof-mineraal gehalte in de bodem is op De Kandelaar 7 keer gemeten. De resultaten van de N_{\min} bepalingen staan beschreven in de tabellen 16, 17, 18 en 19.

Tabel 16 Gemiddelde N-mineraal gehalten verdeeld over de verschillende lagen en bemestingsniveaus voor De Kandelaar. De bemonstering vond plaats op 9/3/1989, anderhalf jaar na de KDM-gift.

Laag (cm -mv)	N-mineraal (kg N/ha)		
	0 ton KDM/ha (4 veldjes)	15 ton KDM/ha (3 veldjes)	30 ton KDM/ha (8 veldjes)
0-35	30,1	30,8	27,4
35-70	50,1	56,0	45,9
70-80	9,1	10,3	9,6
80-95	4,2	6,7	5,1
95-115	0,9	1,5	1,6
0-115	94,4	105,3	89,6

De hoogste N_{\min} gehalten bevonden zich in de laag 35-70 cm. Door tabel 14 en 19 te vergelijken blijkt dat het N_{\min} gehalte minder dan een procent

deel uitmaakt van het N_{tot} gehalte.

Tabel 17 *N-mineraal in kg N_{min} /ha in profiel 0-115 cm van de verschillende veldjes op De Kandelaar op de verschillende tijdstippen.*

De dierlijke bemesting bedroeg 30 ton KDM/ha (ggb = grasgroenbemester, gb = stoppelploegen en groenbemester, stro = achterlaten van stro; N0 = bemesting 0 kg.ha⁻¹ N, N1 = N-adviesbemesting - 50%, N2 = N-adviesbemesting, N3 = N-adviesbemesting + 50%).

Veld:	10	61	62	67	68	73	165	178
N-trap:	N3	N2	N3	N1	N0	N3	N3	N3
Bewerking:	ggb	ggb	ggb	ggb	ggb	gb	stro	ggb
nov '88	55	30	30	20	30	55	40	30
mrt '89	95	95	95	75	65	65	125	100
mei '89	225	200	230	195	220	225	230	200
aug '89	135	105	100	85	110	110	130	125
nov '89	150	115	135	75	135	125	205	75
mrt '90	545	410	340	240	225	520	375	275
mrt '91	175	n.b.	165	n.b.	125	n.b.	n.b.	200

n.b. = niet bekend

Tabel 18 *N-mineraal in kg N_{min} /ha in profiel 0-115 cm van de verschillende veldjes op de Kandelaar op de verschillende tijdstippen. De dierlijke bemesting bedroeg 15 ton KDM/ha.*

De hoeveelheid kunstmest-N bedroeg 150 kg N/ha (stikstoftrap N2) (ggb = grasgroenbemester, gb = stoppelploegen en groenbemester, stro = achterlaten van stro).

Veld:	64	76	163
Bewerking:	ggb	gb	stro
nov '88	30	30	20
mrt '89	110	95	115
mei '89	240	235	245
aug '89	95	115	125
nov '89	215	90	110
mrt '90	290	215	260
mrt '91	n.b.	n.b.	n.b.

n.b. = niet bekend

Tabel 19 N-mineraal in kg N_{min} /ha in profiel 0-115 cm van de verschillende veldjes op de Kandelaar op de verschillende tijdstippen. Dierlijke bemesting heeft niet plaatsgevonden (ggb = grasgroenbemester, gb = stoppelploegen en groenbemester, stro = achterlaten van stro; N0 = bemesting 0 kg.ha⁻¹ N, N1 = N-adviesbemesting - 50%, N2 = N-adviesbemesting, N3 = N-adviesbemesting + 50%).

Veld:	65	71	72	113
N-trap:	N2	N1	N0	N2
Bewerking:	ggb	ggb	ggb	stro ggb
nov '88	25	20	25	30
mrt '89	80	95	85	120
mei '89	225	155	205	230
aug '89	85	95	90	100
nov '89	65	105	35	75
mrt '90	225	150	235	240
mrt '91	130	n.b.	125	n.b.

n.b. = niet bekend

In 1988 werden suikerbieten verbouwd en kon door de late oogst geen groenbemester gezaaid worden. Van suikerbieten is bekend dat ze zeer efficiënt zijn in de nutriëntenopname en daarom was het residu N_{min} na de oogst in het bodemprofiel tamelijk laag: 20-55 kg/ha (tabel 17,18 en 19). Na de oogst werd het suikerbietenloof ondergeploegd. Dankzij de hoge temperaturen in het winterseizoen 1988/'89 vond er een snelle mineralisatie van dit loof plaats, resulterend in hoge N_{min} gehalten in het profiel in maart 1989. In deze maand was vooral in de laag 35-70 cm -mv het N_{min} gehalte hoog. Beneden deze laag nam het N_{min} gehalte snel af met de diepte (zie tabel 16).

Om de invloed van de factoren organische bemesting, stikstofbemesting en groenbemesting op het N_{min} gehalte in de bodem aan te kunnen geven moeten deze factoren apart bekeken worden. Informatie over de reproduceerbaarheid wordt verkregen door middel van het vergelijken van veldjes die dezelfde behandeling hebben ondergaan.

De veldjes 10, 62 en 178 (tabel 17) hebben dezelfde behandeling ondergaan. In maart '89 waren de N_{min} gehalten in de bodem gelijk, maar een jaar later, in maart '90, verschilden de gehalten in het uiterste geval wel een factor 2. Dit wijst er op dat, naast het toepassen van kippedrijfmest, kunstmest en het gebruik van groenbemesters, nog andere factoren van invloed zijn op het N_{min} gehalte in de bodem. Net zoals voor de Prof. van Bemmelenhoeve, geldt dus ook voor De Kandelaar dat uitspraken over de invloed van kippedrijfmest, kunstmest of groenbemesting op het N_{min} gehalte in de bodem niet eenvoudig gedaan kunnen worden. Tabel 20 geeft de statistische verwerking van de gegevens van de veldjes 10, 62 en 178 uit tabel 17. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval geeft het interval aan waarbinnen 95% van alle waarnemingen zich bevinden en wordt berekend met de formule: gemiddelde waarde ± 2 *standaardafwijking. Dit

betrouwbaarheidsinterval geeft dus de mate van spreiding aan van alle gemeten waarden. Door nu de waarden van de andere veldjes van tabel 17 te vergelijken met deze betrouwbaarheidsintervallen blijkt dat de spreiding tussen gelijke veldjes zo groot is dat er uit de meetgegevens niet eenvoudig conclusies getrokken kunnen worden over de verschillen in N_{\min} gehalten tussen de verschillende veldjes.

Tabel 20 *N-mineraal in kg N_{\min} /ha in profiel 0-115 cm en de statistische uitwerking van de gelijke veldjes 10, 62 en 178 op De Kandelaar op de verschillende tijdstippen.*

Tijdstip	Nmin gehalte (kg N_{\min} /ha)				Variatie-coëfficiënt (%)	95%-btbhi N_{\min} gehalten (kg N_{\min} /ha)
	Veldje 10	Veldje 62	Veldje 178	Gemiddelde		
nov '88	55	30	30	38	38	9 - 67
mrt '89	95	95	100	97	3	91 - 103
mei '89	225	230	200	218	7	186 - 250
aug '89	135	100	125	120	15	84 - 156
nov '89	150	135	75	120	33	40 - 200
mrt '90	545	340	275	387	36	105 - 669
mrt '91	175	165	200	180	10	144 - 216

De veldjes 61, 64 en 65 verschillen alleen in het gebruik van de kippedrijfmest. Een verband tussen het bemestingsniveau en het N_{\min} gehalte in de bodem treedt niet op.

De veldjes 64, 76 en 163 (tabel 18) verschillen alleen in het toepassen van een groenbemester. Dit geldt ook voor de veldjes 10, 62, 73, 165 en 178 (tabel 17). Uit deze gegevens komt geen duidelijk verband tussen het gebruik van een bepaalde groenbemesting en het N_{\min} gehalte in de bodem naar voren.

De invloed van de stikstofgift op het N_{\min} gehalte in de bodem kan door het vergelijken van de veldjes 65, 71 en 72 bekeken worden. Uit de gegevens (tabel 19) komt geen duidelijk verband naar voren. Ook uit de gegevens van de veldjes 10, 61, 62, 67, 68 en 178 (tabel 17) komt geen verband tussen stikstofgift en N_{\min} gehalte naar voren.

De variatie van N_{\min} gehalten binnen een veld is in het vervolgproject "Kwantificering Nitraatuitspoeling" onderzocht. Veldje 10 is in augustus 1991 op 15 plekken bemonsterd op 7 verschillende dieptes. Deze 15 plekken zijn in een schema in bijlage 6 weergegeven. Tabel 21 geeft de analyse-resultaten en de uitkomsten van de statistische verwerking. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de gemiddelde waarde geeft het interval aan waarbinnen de gemiddelde waarde zich met 95% zekerheid bevindt. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de waarden geeft het interval aan waarbinnen 95% van de gemeten waarden zich bevinden en is berekend met de formule gemiddelde waarde ± 2 *standaardafwijking. Dit laatste betrouwbaarheidsinterval geeft dus de mate van spreiding aan van alle gemeten waarden.

Tabel 21 Stikstof-mineraal gehalte in de bodem (kg N_{\min} /ha) van veldje 10 op De Kandelaar, gemeten op 15 verschillende punten en op 7 dieptes en de daarbij behorende statistische bewerkingen. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de gemiddelde waarde is berekend m.b.v. de Student's t-verdeling.

punten	N_{\min} gehalte (kg/ha) op verschillende dieptes (cm)							Totaal
	20	35	50	70	80	95	115	
A	23,5	12,4	18,1	34,0	13,9	7,6	6,8	116,3
B	18,8	13,6	16,6	27,9	18,2	14,9	4,8	114,8
C	25,8	13,0	15,6	34,3	14,0	7,4	4,8	114,9
D	23,5	11,1	15,3	29,2	8,5	7,6	5,1	100,4
E	24,1	14,7	14,5	35,7	9,0	9,7	4,4	112,2
F	23,0	13,0	10,5	28,9	12,2	9,9	4,8	102,2
G	33,9	12,2	15,8	31,3	12,6	16,4	13,3	135,4
H	27,7	21,4	21,7	35,7	16,4	17,1	13,6	153,7
I	17,9	15,5	23,7	40,1	19,7	16,9	10,5	144,4
J	26,6	19,7	21,4	41,8	19,0	11,7	9,5	149,8
K	26,9	18,7	20,1	35,4	15,7	14,4	9,9	141,1
L	31,1	17,0	24,0	41,1	9,2	5,8	6,1	134,3
M	26,0	14,1	15,3	29,9	16,0	8,6	7,1	117,1
N	20,4	13,6	14,3	21,1	8,2	12,6	7,1	97,4
O	14,0	13,6	15,8	43,9	7,8	8,8	0,0	103,9
Gem.	24,2	14,9	17,5	34,0	13,4	11,3	7,2	122,5
St. afw.	5,1	3,0	3,9	6,2	4,1	3,8	3,6	18,9
Var. coëf. (%)	21	20	22	18	31	34	50	15
95%-btbhi voor gem.	21,3 - 27,1	13,2 - 16,6	15,3 - 19,7	30,5 - 37,5	11,1 - 15,7	9,1 - 13,5	5,1 - 9,3	111,7 - 133,3
95%-btbhi voor alle waarden	14,0 - 34,4	8,9 - 20,9	9,7 - 25,3	21,6 - 46,4	5,2 - 21,6	3,7 - 18,9	0,0 - 14,4	84,7 - 160,3

Het gemiddelde N_{\min} gehalte over het hele profiel van de 15 punten op veldje 10 bedroeg 122,5 kg N_{\min} /ha met een standaardafwijking van 18,9 kg/ha en een variatiecoëfficiënt van 15,4%. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval waarbinnen 95% van alle waarden zich bevinden is voor de totale laag gelijk aan <84,7 - 160,3>. Dit geeft aan dat de variatie in totaalgehalten binnen één veldje groot kan zijn, zodat voor een betrouwbare meting van het N_{\min} gehalte op één veldje het maken van een mengmonster noodzakelijk is. Redenen voor deze grote variatie in gehalten kunnen zijn de grote bodemheterogeniteit (scheurende kleigrond) en locale verschillen in organische-stofgehalten op één veldje.

4.5 Stikstof in het bodemvocht

Op de **Prof. van Bemmelenhoeve** zijn monsters voor het bepalen van het stikstofgehalte in het bodemvocht vanaf najaar 1988 genomen. In het uitspoelingsseizoen '88/'89, na de oogst van de suikerbieten, zijn geen meetbare nitraatconcentraties gemeten. De nitraatconcentraties in het bodemvocht stegen gedurende het uitspoelingsseizoen '89/'90 na de teelt van gerst van gemiddeld 0.6 mg NO₃-N/l in december 1989 tot gemiddeld 7 mg NO₃-N/l in maart 1990 (tabel 22). De bemonstering aan het eind van het uitspoelingsseizoen '90/'91 na de teelt van aardappelen resulteerde in een gemiddelde concentratie van 22 mg NO₃-N/l met een maximale concentratie van 33 mg NO₃-N/l.

Dat de nitraatconcentratie in het seizoen '89/'90 pas zo laat toenam wordt mogelijk veroorzaakt doordat het profiel in het najaar van 1989 ver uitgedroogd was en dat de neerslag in januari '90 pas voor uitspoeling zorgde.

Tabel 22 Nitraat gehalten (NO₃-N/l) gemeten in het bodemvocht op circa 1 m-mv onder verschillende veldjes van de Prof. van Bemmelenhoeve. De kunstmestgiften zijn weergegeven als N-trappen (N0,N1,N2,N3). De volgende bewerkingen zijn in de tabel opgenomen: ggb=gras als groenbemester, gb=gele mosterd als groenbemester, stpl= alleen stoppelploegen.

KDM ton/ha	kunstmest N-trap	bewer- king	veldnr	NO ₃ -N concentratie (mg/l) op tijdstip (+dagnr):				
				13/12/89 (713)	6/2/90 (768)	6/3/90 (796)	27/3/90 (817)	2/4/91 (1188)
0	N0	ggb	186	0,2	1,7	3,0	1,9	5,3
	N1	ggb	192	0,1	5,5	5,2	2,3	
	N2	ggb	82		5,0	11,3	8,5	20,6
15	N2	ggb	183	0,5	1,8	3,1	1,2	
	N2	stpl	143	0,3	13,5	12,7	10,2	
	N2	gb	101		0,8	1,7	2,0	
30	N0	ggb	83	0,5	4,0	5,7	0,8	
	N1	ggb	187	0,2	4,0	4,0	5,2	
	N2	ggb	188	0,2	2,2	2,4	1,7	
	N3	ggb	84	0,2	6,0	15,0	3,2	30,3
	N3	ggb	128	0,4	0,6	1,9	1,0	
	N3	ggb	181	1,2	3,5	9,4	4,9	33,0
	N3	gb	103	3,1	13,6	29,1	12,0	
N3	stpl	140			17,1	11,5		

Op gelijke wijze als met de N_{min} gehalten in de grond gebeurd is in paragraaf 4.4.2, kan ook in dit geval getracht worden om de invloed van de afzonderlijke factoren organische mestgift, kunstmestgift en groenbemesting op het NO₃-N gehalte in het bodemvocht te bepalen.

De veldjes 84, 128 en 181 waren wat behandeling betrof gelijk. De gemeten nitraatconcentraties in het bodemvocht verschillen in een aantal gevallen echter sterk (variatiecoëfficiënt meer dan 100%). Het nitraatgehalte in het bodemvocht wordt dus niet alleen bepaald door organische mestgift, kunstmestgift en het gebruik van een groenbemester. Ook andere factoren (zoals bodemheterogeniteit) spelen hierbij een rol. Daarom kan in deze situatie geen conclusie getrokken worden over de invloed van een veldbehandeling op de nitraatuitspoeling.

Tabel 23 geeft een overzicht van de nitraat-gehalten in het bodemvocht gemeten op het proefbedrijf De Kandelaar.

Tabel 23 Nitraat gehalten ($\text{NO}_3\text{-N/l}$) gemeten in het bodemvocht op circa 1 m-mv onder verschillende veldjes op De Kandelaar. De kunstmestgiften zijn weergegeven als N-trappen (N0, N1, N2, N3). De volgende bewerkingen zijn in de tabel opgenomen: ggb=gras als groenbemester, gb=gele mosterd als groenbemester, stpl= alleen stoppelploegen.

KDM ton/ha	kunstmest N-trap	Bewer- king	veldnr	$\text{NO}_3\text{-N}$ concentratie (mg/l) op tijdstip (+dagnr):				
				9/1/90 (741)	15/2/90 (777)	13/3/90 (803)	20/3/90 (810)	12/3/91 (1168)
0	N0	ggb	72					10,0
	N1	ggb	71	0,0	0,6	1,1	0,1	
	N2	ggb	65	0,0	0,1	0,1	0,0	2,7
15	N2	ggb	64			0,6	0,3	
	N2	gb	76			0,6	0,3	
30	N0	ggb	68	0,0	0,0	0,2	0,1	1,0
	N1	ggb	67	0,9	1,0	8,6	4,9	
	N2	ggb	61	0,7	0,5	5,0	3,2	
	N3	ggb	10	0,4	2,4	6,7	3,4	28,0
	N3	ggb	62	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
	N3	gb	73	0,0	0,0	0,1	0,1	

De eerste bodemvochtmonsters werden in het najaar van 1988 genomen. In het eerste winterseizoen, na de oogst van de suikerbieten, werd geen nitraatuitspoeling van betekenis gemeten ($< 0.1 \text{ mg NO}_3\text{-N/l}$).

In het winterseizoen '89/'90 is na een droge zomer de vochttopvulling van het profiel pas laat op gang gekomen. Mede daardoor waren pas in november de eerste bodemvochtbemonsteringen mogelijk. Tot dat moment was de grondwaterstand niet hoger dan 110 cm -mv. gestegen. Het gehalte aan nitraat in het bodemvocht liep pas in maart op, gemiddeld tot 2 mg/l bodemvocht met uitschieters tot 8 mg/l. Dit zijn lage concentraties in verhouding met de hoge N_{min} gehalten in de bodem die op een aantal veldjes gemeten werden. De hoogste waarden in het bodemvocht werden gemeten op veldjes met 30 ton/ha aan drijfmest. Echter een verband leggen tussen bemestingshoeveelheden en nitraatgehalten in het bodemvocht is niet mogelijk, enerzijds omdat er te weinig gemeten is en anderszijds omdat factoren zoals kunstmestgift en groenbemesting nog een rol meespelen.

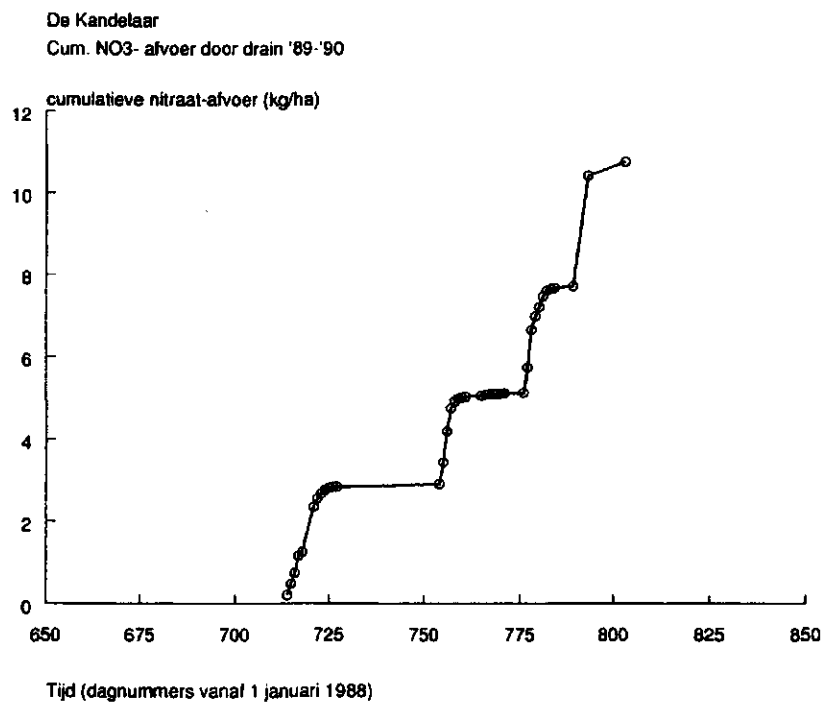
De locatie van de ontrekkingscups in de bodem bepaalt sterk welk bodemvocht bemonsterd wordt. Cups die zich in de buurt van macroporiën of scheuren bevinden onttrekken water uit preferente stromingsbanen en met een andere chemische samenstelling dan cups die geen contact hebben met water dat zich via snel transport verplaatst. Deze laatstgenoemde cups onttrekken het bodemvocht uit de bodemmatrix (Booltink, 1993).

Aangezien er in de periode tussen april 1988 en april 1990 geen N-gift in de vorm van stikstoftrappen heeft plaatsgevonden, kunnen de veldjes 10, 61, 62, 67 en 68 in feite als gelijke veldjes beschouwd worden. De verschillen in nitraatgehalten in het bodemvocht zijn door de bodemheterogeniteit echter zo groot (variatiecoëfficiënten >100%) dat het onmogelijk is om conclusies te trekken betreffende de invloed van organische mest, kunstmest en groenbemesting op het nitraatgehalte in het bodemvocht. Door de variaties te vergelijken komt tevens naar voren dat de spreiding in N_{\min} gehalten in de bodem kleiner is dan de spreiding in nitraatgehalten in het bodemvocht.

4.6 Stikstof in het drainwater

Op de Prof. van Bemmelenhoeve is in de loop van het uitspoelingsseizoen '89/'90 zo'n tien keer de nitraatconcentratie in het drainwater gemeten. De gehalten varieerden tussen de 0.5 en 3 mg NO_3^-/l met een gemiddelde van 1 mg NO_3^-/l . Omdat er echter geen debietproportionele bemonstering van het drainwater uitgevoerd is, was het niet mogelijk om de nitraatafvoer via de drains te kwantificeren.

Op de Kandelaar is de nitraatafvoer via drains in samenwerking met de LUW debietproportioneel bemonsterd (Booltink, 1991). Gedurende de uitspoelingsperiode 1989/1990 resulteerde dit in een nitraatafvoer van circa 10 kg/ha (figuur 6). Door de organische mestgift van augustus 1989 werd, gemiddeld genomen over alle veldjes, ongeveer 180 kg N_{ov}/ha toegediend, zodat circa 5% van de toegediende totale hoeveelheid stikstof (op alle veldjes) uitspoelt via de drains. De gemeten concentraties en debieten staan in bijlage 8 gegeven.



Figuur 6 Cumulative nitraat-afvoer via de drain op De Kandelaar gedurende de winter van 1989/1990.

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De stikstof-totaal voorraad op beide proefbedrijven was gerelateerd aan het organische stofgehalte in de bodem, d.w.z. de bodemlaag met het hoogste organische-stofgehalte bevatte ook de hoogste voorraad N_{tot} .

Zowel op de Prof. van Bemmelenhoeve als op De Kandelaar is uit de metingen geen invloed van de organische mestgift of kunstmestgift op het N_{min} gehalte in de bodem of het nitraatgehalte in het bodemvocht vastgesteld.

Uit metingen op de Prof. van Bemmelenhoeve bleek dat bij het alleen toepassen van stoppelploegen een hoger N_{min} gehalte in de bodem aangetroffen werd dan bij het gebruik van een groenbemester. Ook het nitraatgehalte in het bodemvocht is bij het toepassen van stoppelploegen hoog. Aangezien het hier maar om twee veldjes gaat waar alleen stoppelploegen is toegepast, zal dit verder onderzocht moeten worden.

Op beide proefbedrijven is geen relatie vastgesteld tussen het toepassen van gele mosterd of gras als groenbemester en het N_{min} gehalte in de bodem.

Een intensieve bodembemonstering op veldje 10 van De Kandelaar leverde voor het N_{min} gehalte een standaardafwijking op van 15,4% tussen 15 locaties binnen dat veldje van 45 m². Deze grote standaardafwijking wordt mede veroorzaakt door de grote bodemheterogeniteit (scheurende kleigrond).

Op De Kandelaar bedroeg de gemeten nitraatafvoer via de drains gedurende het uitspoelingsseizoen '89/'90 circa 10 kg NO₃-N/ha. Dit was ongeveer 5% van de hoeveelheid N_{tot} die gemiddeld over alle veldjes, in het najaar van 1989 in vorm van kippedrijfmest toegediend was. Een relatie tussen de nitraatconcentraties in het drainwater en de veldbehandeling kon niet bepaald worden omdat de onderzochte drain zich onder meerdere veldjes bevond met elk verschillende behandelingen.

De methode om nitraatgehalten in het bodemvocht via poreuze cups te bepalen, is op deze kleigronden geen geschikte onderzoeksmethode vanwege de grote heterogeniteit van de bodem.

LITERATUUR

BOER, W.A. DE, H.W.G. BOOLTINK, E.J. JANSEN en J.F. KRAGT, 1991. "Measurements of nitrate concentrations in structured soils". In: Nitrate in Soils, Soil and Groundwater Research Report II (EUR 13501 EN) of the Commission of the European Communities, Luxembourg. p.513-518.

BOOLTINK, H.W.G.; 1991. Simulating bypass flow in a structured heavy clay soil: an exploratory study. In: Nitrate in Soils, Soil and Groundwater Research Report II (EUR 13501 EN) of the Commission of the European Communities, Luxembourg. p.128-140.

BOOLTINK, H.W.G. en J. BOUMA; 1991. Physical and morphological characterization of bypass flow in a well-structured clay soil. In: Nitrate in Soils, Soil and Groundwater Research Report II (EUR 13501 EN) of the Commission of the European Communities, Luxembourg. p.101-115.

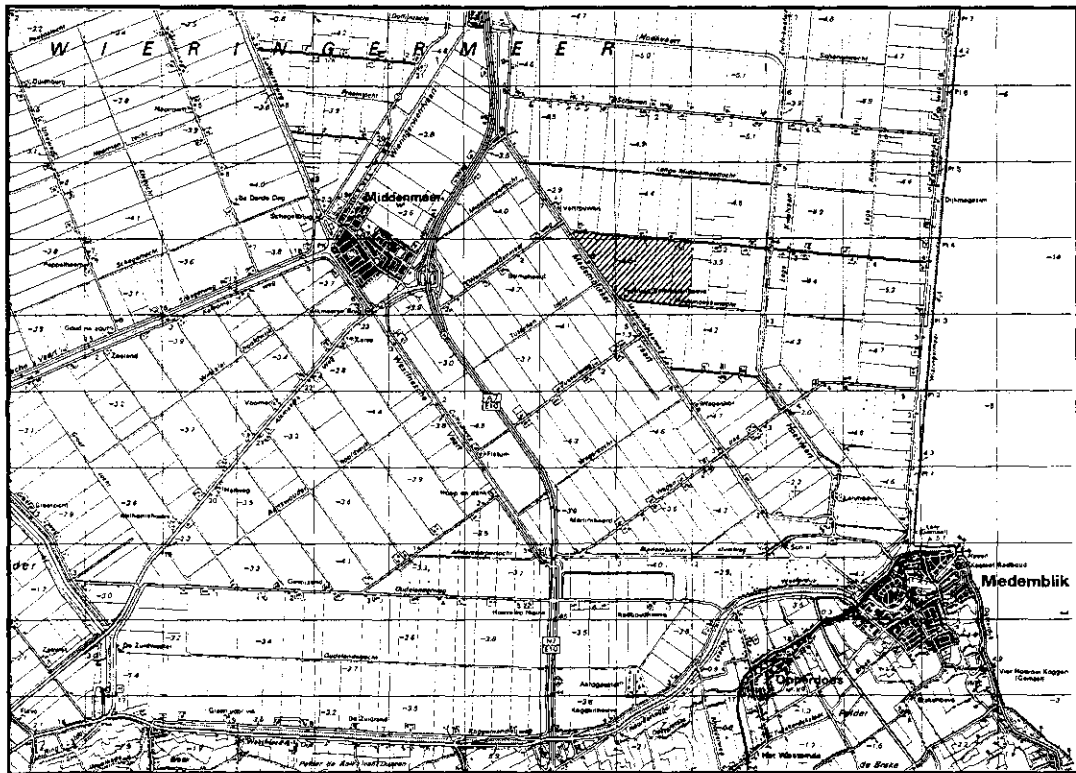
BOOLTINK, H.W.G. ;1993. Morphometric methods for simulation of water flow. Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen, vakgroep Bodemkunde en Geologie.

EILANDER, D.A., J.L. KLOOSTERHUIS, F.H. DE JONG en J. KONING, 1982. Bodemkaart van Nederland; schaal 1:50 000. Toelichting bij de kaartbladen 26 Oost Harderwijk en 27 West Heerde. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 184 p. + 4 kaarten.

FINKE, P.A., 1992. Spatial variability of soil structure and its impact and some associated land qualities. Proefschrift; p.39-53.

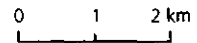
HENGSDIJK, H., 1992. Najaarstoediening van dierlijke mest op kleigronden. Verslag nr. 149. 111 pagina's. PAGV, Ielystad.

BIJLAGE 1A
LIGGING REGIONALE ONDERZOEKSCENTRUM PROF. VAN BEMMELENHOEVE



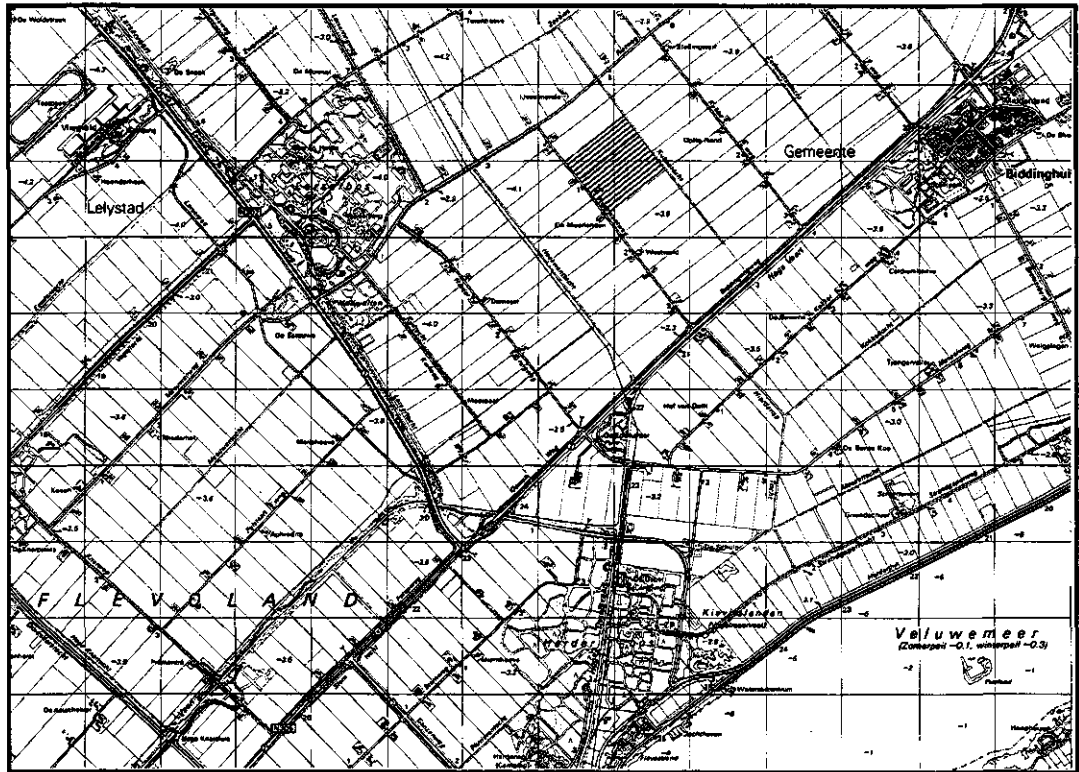
2200 09

Top. krt. schaal 1 : 50 000 blad 14 Oost



BIJLAGE 1B

LIGGING REGIONALE ONDERZOEKSCENTRUM DE KANDELAAR



Top. crt. schaal 1 : 50 000 blad 26 Oost

0 1 2 km

220 D 08

BIJLAGE 2A
 OVERZICHT ACTIVITEITEN OP DE PROF. VAN BEMMELENHOEVE IN
 CHRONOLOGISCHE VOLGORDE

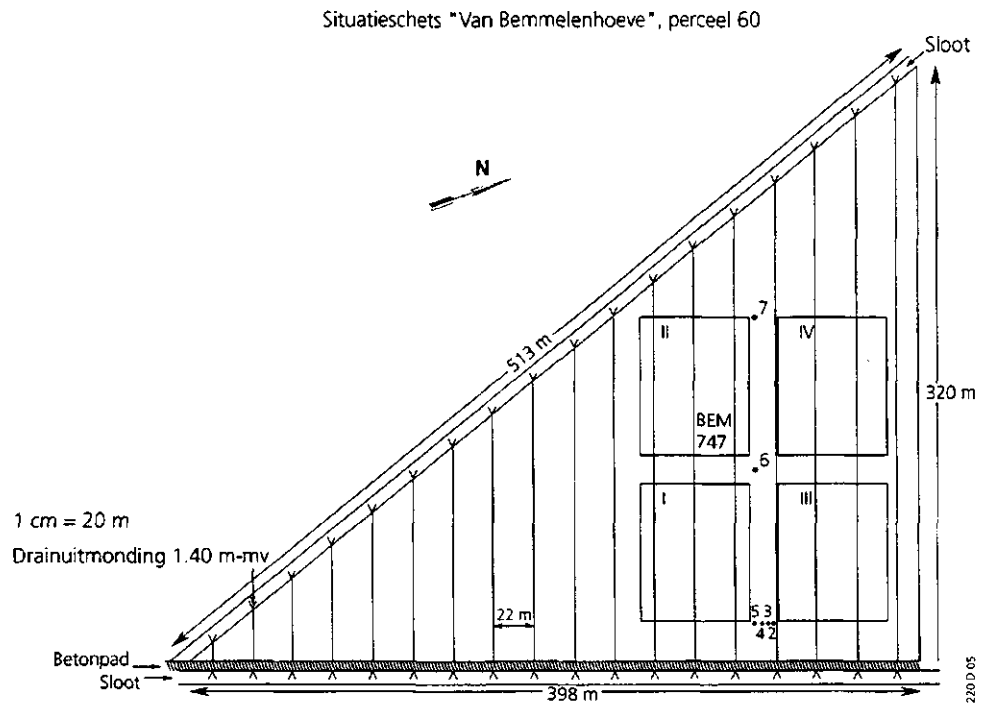
Tijdstip	N _{min} bepaling grondmonster	Gewas	Bemesting
17-09-87			KDM-gift
22-03-88			N-gift (trappen)
14-04-88		zaaien suikerbieten	
17-10-88		oogsten sui- kerbieten	
31-10-88	N _{min}		
06-02-89	N _{min}		
29-03-89			N-gift (35 kg N/ha)
03-04-89		zaaien gerst	
-05-89		zaaien gras	
10-08-89		oogst gewas	
14-08-89	N _{min}		
25-08-89			KDM-gift
29-08-89		zaaien gele mosterd	
06-11-89	N _{min}		
09-11-89		maaien gele mosterd	
13-03-90			N-gift (trappen)
09-04-90	N _{min}		
10-04-90		poten aardappelen	
28-09-90		oogst aardappelen	
-03-91	N _{min}		

BIJLAGE 2B

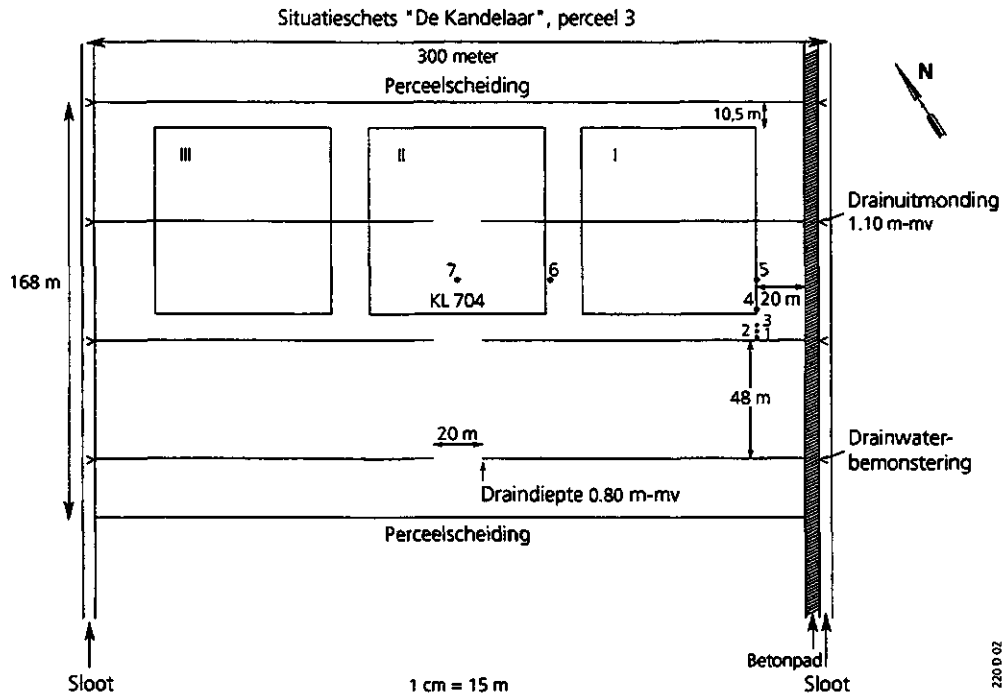
OVERZICHT ACTIVITEITEN OP DE KANDELAAR IN CHRONOLOGISCHE VOLGORDE

Tijdstip	N_{\min} bepaling grondmonster	Gewas	Bemesting
28-09-87			KDM-gift
15-04-88			N-gift (trappen)
16-04-88		zaaien suikerbieten	
24-10-88		oogsten suikerbieten	
03-11-88	N_{\min}		
09-03-89	N_{\min}		
31-03-89		zaaien gerst	N-gift (70 kg N/ha)
12-05-89	N_{\min}		
16-08-89		oogsten gerst	
22-08-89	N_{\min}		
24-08-89			KDM-gift
25-08-89		zaaien gele mosterd	
14-11-89	N_{\min}		
21-11-89		maaien gele mosterd	
24-11-89		onderploegen gele mosterd	
20-03-90	N_{\min}		
05-04-90			N-gift (trappen)
06-04-90		poten aardappelen	
05-09-90		oogsten aardappelen	
31-03-91	N_{\min}		

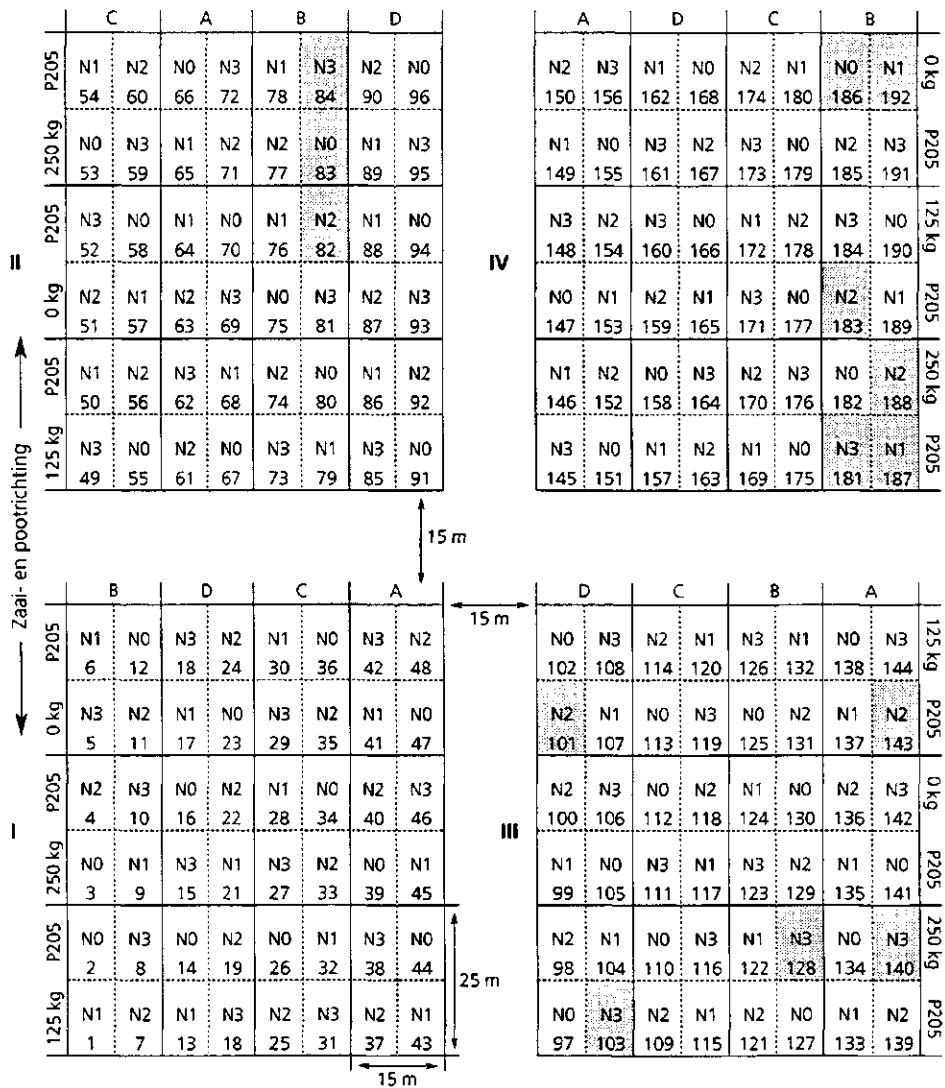
BIJLAGE 3A
SITUATIESCHETS VAN PERCEEL 60 OP DE PROF. VAN BEMMELENHOEVE



BIJLAGE 3B
SITUATIESCHETS VAN PERCEEL 3 OP DE KANDELAAR



BIJLAGE 4A
 PROEFVELDSHEMA OP DE PROF. VAN BEMMELENHOEVE



Objecten:

- A: stoppel → stoppelploegen
- B: stoppel + grasgroenbemester
- C: stoppel + grasgroenbemester + stro
- D: stoppel → stoppelploegen → groenbemester (gele mosterd)

N-trappen:

- N0 = kg N/ha
- N1 = kg N/ha
- N2 = kg N/ha
- N3 = kg N/ha

Kippedrijfmest-niveaus:

- x: 0 kg P205/ha = geen kippedrijfmest (KDM)
- y: 125 kg P205/ha = ca. 15 ton KDM/ha
- z: 250 kg P205/ha = ca. 30 ton KDM/ha

**BIJLAGE 4B
PROEFVELDSHEMA OP DE KANDELAAR**

		B		E		D		A		C		
x		N2	N0	N3	N1	N2	N0	N0	N1	N1	N1	0 P
		126	132	138	144	150	156	162	168	174	180	
-		N1	N3	N0	N2	N3	N1	N3	N2	N3	N0	250 P
		125	131	137	143	149	155	161	167	173	179	
III z		N2	N0	N3	N0	N1	N0	N1	N2	N1	N3	125 P
		124	130	136	142	148	154	160	166	172	178	
-		N3	N1	N1	N2	N3	N2	N0	N3	N0	N2	250 P
		123	129	135	141	147	153	159	165	171	177	
y		N2	N0	N0	N1	N3	N2	N3	N0	N2	N1	125 P
		122	128	134	140	146	152	158	164	170	176	
		N1	N3	N2	N3	N0	N1	N1	N2	N0	N3	
		121	127	133	139	145	151	157	163	169	175	



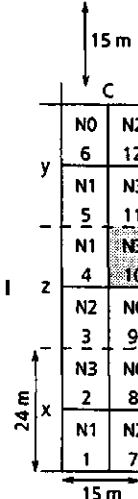
Objecten:
 A: stoppel + stro
 B: stoppel + stro + grasgroenbemester
 C: stoppel + grasgroenbemester
 D: stoppel → stoppelploegen + groenbemester
 E: stoppel + stro stoppelploegen + groenbemester

N-trappen:
 N0 = kg N/ha
 N1 = kg N/ha
 N2 = kg N/ha
 N3 = kg N/ha

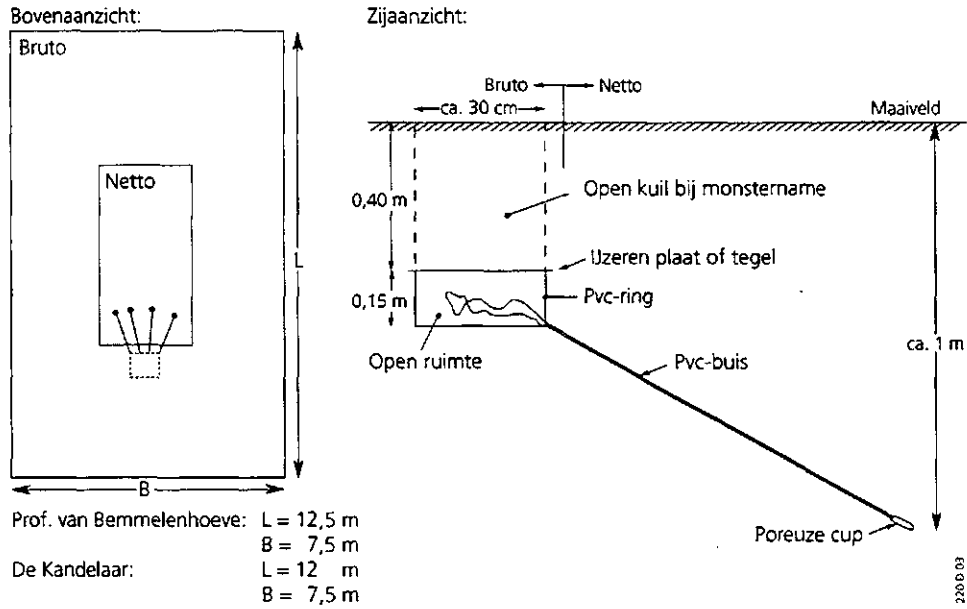
		C		D		A		E		B		
x		N3	N0	N3	N0	N2	N3	N2	N1	N3	N0	0 P
		66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	
-		N2	N1	N1	N2	N0	N1	N3	N0	N2	N1	125 P
		65	71	77	83	89	95	101	107	113	119	
II y		N2	N0	N2	N1	N0	N1	N1	N3	N0	N1	125 P
		64	70	76	82	88	94	100	106	112	118	
-		N1	N3	N0	N3	N2	N3	N2	N0	N3	N2	250 P
		63	69	75	81	87	93	99	105	111	117	
z		N3	N0	N2	N1	N1	N2	N3	N2	N3	N1	250 P
		62	68	74	80	86	92	98	104	110	116	
		N2	N1	N3	N0	N3	N0	N0	N1	N0	N2	
		61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	

KDM-niveaus:
 x: 0 kg P205/ha
 y: 125 kg P205/ha
 z: 250 kg P205/ha

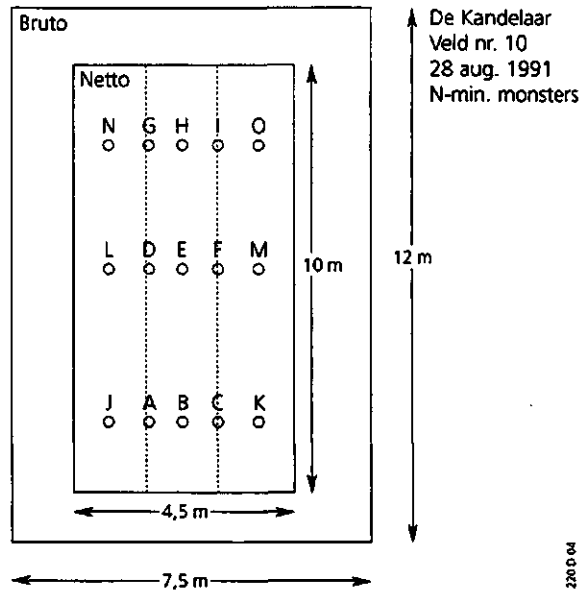
		C		B		E		D		A		
y		N0	N2	N1	N3	N3	N2	N1	N2	N3	N2	0 P
		6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	
-		N1	N3	N0	N2	N0	N1	N0	N3	N1	N0	250 P
		5	11	17	23	29	35	41	47	53	59	
I z		N1	N3	N1	N3	N0	N1	N1	N3	N2	N0	250 P
		4	10	16	22	28	34	40	46	52	58	
-		N2	N0	N0	N2	N3	N2	N2	N0	N1	N3	0 P
		3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	
x		N3	N0	N1	N3	N2	N0	N2	N0	N3	N1	0 P
		2	8	14	20	26	32	38	44	50	56	
		N1	N2	N2	N0	N3	N1	N3	N1	N2	N0	
		1	7	13	19	25	31	37	43	49	55	



BIJLAGE 5
SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN INSTALLATIE-APPARATUUR VOOR
BODEMVOCHTONDERZOEK



BIJLAGE 6
WEERGAVE VAN DE 15 MONSTERNAMEPUNTEN OP VELDJE 10



BILAGE 7
 RESULTATEN VAN DE N-TOTAAL EN DE N-MINERAAL BEREKENINGEN OP BEIDE
 PROEFBEDRIJVEN

N-totaal berekeningen		De Kandeljaar			
0 ton KDM/ha		N-totaal (g N/100 g stooftroge grond)			
Laagdikte (cm)	0-30	30-45	45-60	60-75	75-100 totaal
Veldnr. 82	0.096	0.048	0.056	0.092	0.078
168	0.108	0.08	0.06	0.05	0.069
192	0.122	0.094	0.059	0.074	0.08
N-tot. (germid.)	0.109	0.074	0.058	0.072	0.076
bulkdh. (kg/dm ³)	1.44	1.25	1.34	1.23	1.11
N-totaal (kg N/ha)	4694	1388	1173	1328	2100
					10683

N-totaal berekeningen		De Kandeljaar			
0 ton KDM/ha		N-totaal (g N/100 g stooftroge grond)			
Laagdikte (cm)	0-35	35-70	70-80	80-95	95-115 totaal
Veldnr. 65	0.176	0.238	0.409	0.335	0.039
71	0.173	0.245	0.415	0.45	0.029
72	0.177	0.259	0.398	0.321	0.024
N-tot. (germid.)	0.175	0.247	0.407	0.369	0.031
bulkdh. (kg/dm ³)	1.4	1.3	1	1	1.7
N-totaal (kg N/ha)	8591	11254	4073	5530	1643
					30491

N-totaal berekeningen		De Kandeljaar			
15 ton KDM/ha		N-totaal (g N/100 g stooftroge grond)			
Laagdikte (cm)	0-35	35-70	70-80	80-95	95-115 totaal
Veldnr. 76	0.175	0.247	0.41	0.33	0.029
64	0.172	0.245	0.4	0.379	0.03
163	0.174	0.246	0.374	0.335	0.021
N-tot. (germid.)	0.174	0.246	0.395	0.348	0.027
bulkdh. (kg/dm ³)	1.4	1.3	1	1	1.7
N-totaal (kg N/ha)	8516	11193	3947	5220	907
					29776

N-totaal berekeningen		De Kandeljaar			
15 ton KDM/ha		N-totaal (g N/100 g stooftroge grond)			
Laagdikte (cm)	0-30	30-45	45-60	60-75	75-100 totaal
Veldnr. 183	0.118	0.103	0.063	0.079	0.074
143	0.112	0.076	0.063	0.083	0.08
130	0.096	0.048	0.043	0.047	0.076
N-tot. (germid.)	0.109	0.076	0.056	0.070	0.077
bulkdh. (kg/dm ³)	1.44	1.25	1.34	1.23	1.11
N-totaal (kg N/ha)	4694	1419	1132	1285	2128
					10658

N-totaal berekeningen		De Kandeljaar			
30 ton KDM/ha		N-totaal (g N/100 g stooftroge grond)			
Laagdikte (cm)	0-35	35-70	70-80	80-95	95-115 totaal
Veldnr. 68	0.173	0.236	0.397	0.408	0.026
10	0.163	0.223	0.4	0.4	0.021
61	0.179	0.25	0.434	0.366	0.019
62	0.182	0.259	0.4	0.388	0.026
73	0.177	0.242	0.452	0.341	0.012
67	0.167	0.256	0.4	0.388	0.035
165	0.168	0.256	0.362	0.377	0.029
178	0.163	0.244	0.356	0.381	0.029
N-tot. (germid.)	0.172	0.246	0.400	0.381	0.025
bulkdh. (kg/dm ³)	1.4	1.3	1	1	1.7
N-totaal (kg N/ha)	8403	11182	4001	5717	837
					30141

N-totaal berekeningen		De Kandeljaar			
30 ton KDM/ha		N-totaal (g N/100 g stooftroge grond)			
Laagdikte (cm)	0-30	30-45	45-60	60-75	75-100 totaal
Veldnr. 83	0.106	0.071	0.08	0.095	0.056
84	0.109	0.058	0.053	0.071	0.077
187	0.113	0.088	0.053	0.066	0.092
103	0.108	0.039	0.041	0.039	0.062
128	0.111	0.06	0.053	0.083	0.083
140	0.101	0.078	0.065	0.076	0.092
181	0.102	0.064	0.076	0.056	0.059
188	0.117	0.088	0.055	0.069	0.074
N-tot. (germid.)	0.108	0.068	0.060	0.069	0.074
bulkdh. (kg/dm ³)	1.44	1.25	1.34	1.23	1.11
N-totaal (kg N/ha)	4682	1280	1196	1280	2064
					10501

N-mineraal berekeningen Prof. van Bemmelenhoeve

N-min (kg N/ha) = N-min (mg N/l extract) * 2 * bouwvoor in dm.

okt. '88	laag (cm -mv)
	0-30
	30-60
	60-90

feb. '89	laag (cm -mv)
	0-30
	30-45
	45-60
	60-75
	75-100

Veldnr.	okt. '88		feb. '89		Veldnr.	okt. '88		feb. '89	
	N-min per laag (mg N/l extract)	N-min per veld (kg N/ha)	N-min per laag (mg N/l extract)	N-min per veld (kg N/ha)		N-min per laag (mg N/l extract)	N-min per veld (kg N/ha)	N-min per laag (mg N/l extract)	N-min per veld (kg N/ha)
83	3.6	22	2.5	15	186	1.6	10	2.4	7
	2.2	13	2.8	8		0.6	4	1.7	5
	2.2	13	2.8	8		1.3	8	0.9	3
84	3.6	22	1.8	5	192	3.3	20	1.1	6
	2.7	16	0.8	4		1.9	11	3	18
	2.2	13	2.5	15		1.3	8	2.2	7
103	7.8	47	3.4	10				1.9	6
	2.3	14	3.7	11				1.5	5
	2	12	2.2	7				0.5	3
128	4.2	25	1.4	7				2.5	15
	1.9	11	5.3	32	143			5.3	16
	1.9	11	5	15				3.2	10
	2.3	14	4.8	14				2.1	6
140	0.8	5	3.7	11				2.1	6
	0.8	5	2.2	11				1.8	5
181	2.2	13	3.5	21				0.8	4
	0.6	4	4.2	13				2.5	15
	0.6	4	3.8	11				3	9
187	2	12	2.1	6				3.1	9
	0.9	5	0.9	5				2.5	8
	0.9	5	2.8	17				1.4	7
188	1.9	11	4.2	13				1.8	11
	2	12	3.2	10				2.2	7
	1.9	11	2.4	7				1.7	5
101	3.3	20	1.1	6				2.2	7
	2.5	15	3	18				0.9	3
	1.1	7	4.7	14				0.1	1
143	1.1	7	2.8	8				2.4	14
	0.8	5	1.7	5				3.1	9
	0.8	5	0.7	4				2.5	8
183	3.6	22	1.8	11				1.7	5
	1.9	11	3.2	10				1	5
	2.2	13	1.8	5					
82	2.7	16	1.1	3					
	2.2	13	0.4	2					
	2.2	13	1.9	11					

N-mineraal berekeningen
Prof. van Bemmelenthoeve

laag (cm - mv)	laagd. (dm)	bulkhd. (kg/dm ³)
0-15	1.5	1.44
15-30	1.5	1.44
30-45	1.5	1.25
45-60	1.5	1.34
60-75	1.5	1.23
75-100	2.5	1.11

Veldnr.	aug. '89		nov. '89		N-min per veld (kg N/ha)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per laag (mg N/kg)	N-min per veld (kg N/ha)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per laag (mg N/kg)	bulkhd. (kg/dm ³)
	N-min per laag (mg N/kg)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per laag (mg N/kg)	N-min per laag (kg N/ha)							
83	7	15	15.5	33	18	18	8.3	18	18	8.3	1.44
	8.7	19	8.3	18	10	10	5.5	10	10	5.5	1.44
	6	11	5.3	11	11	11	5.3	11	11	5.3	1.25
	5.5	11	3.8	7	9	9	3.1	9	9	3.1	1.34
	6.6	12	3.1	9	18	18	8.5	18	18	8.5	1.23
84	4.6	13	8.2	17	10.2	22	7.9	22	22	7.9	1.11
	8.2	18	7.9	15	5	10	3.4	6	6	3.4	
	5.4	10	4.7	9	2.7	7	2.7	7	7	2.7	
	4.7	9	7.7	14	3.4	6	4.7	9	9	4.7	
	7.7	14	5.4	15	2.7	7	5.4	15	15	5.4	
103	6.4	14	16.7	36	16.7	36	16.7	36	36	16.7	79
	7.7	17	7.4	16	3.8	7	7.4	16	16	3.8	
	3.7	7	4.7	9	4.7	9	4.7	9	9	4.7	
	2.3	5	3.7	7	3.7	7	3.7	7	7	3.7	
	5.1	9	4.6	13	4.6	13	4.6	13	13	4.6	
	2.1	6	11.5	25	6.3	14	6.3	14	14	6.3	
128	7.3	16	5	9	5	9	5	9	9	5	88
	9.5	21	3.6	6	3.6	6	3.6	6	6	3.6	
	5	9	4.6	13	4.6	13	4.6	13	13	4.6	
	2.6	5	13	28	13	28	13	28	28	13	
	3.2	6	30.6	66	30.6	66	30.6	66	66	30.6	
	3.6	10	31.9	60	31.9	60	31.9	60	60	31.9	
140	6.7	14	8	16	4.3	8	4.3	8	8	4.3	77
	7.9	17	4.3	8	2.8	8	2.8	8	8	2.8	
	3.5	7	17.6	38	17.6	38	17.6	38	38	17.6	
	2.3	5	6.1	11	6.1	11	6.1	11	11	6.1	
	6	11	7	15	7	15	7	15	15	7	
	5.1	14	8.5	18	8.5	18	8.5	18	18	8.5	186
181	6.2	13	6.1	11	6.1	11	6.1	11	11	6.1	
	6.2	13	2.9	6	2.9	6	2.9	6	6	2.9	
	5.8	11	3.3	6	3.3	6	3.3	6	6	3.3	
	3.4	7	15.5	33	15.5	33	15.5	33	33	15.5	
	4.5	8	7.2	14	7.2	14	7.2	14	14	7.2	
	5.2	14	2.4	7	2.4	7	2.4	7	7	2.4	
187	10	22	9.9	24	9.9	24	9.9	24	24	9.9	83
	10.9	24	10.9	24	10.9	24	10.9	24	24	10.9	

Veldnr.	aug. '89		nov. '89		N-min per veld (kg N/ha)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per laag (mg N/kg)	N-min per veld (kg N/ha)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per laag (mg N/kg)
	N-min per laag (mg N/kg)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per laag (mg N/kg)	N-min per laag (kg N/ha)						
187	8.9	17	9.7	18	18	18	8.9	17	9.7	18
(vervolg)	7.4	15	4.3	9	9	9	7.4	15	4.3	9
	8.6	16	5.5	10	10	10	8.6	16	5.5	10
	9.2	26	6	17	17	17	9.2	26	6	17
188	8.6	19	13.9	30	30	30	8.6	19	13.9	30
	9.1	20	7.6	18	18	18	9.1	20	7.6	18
	7.3	14	4.7	9	9	9	7.3	14	4.7	9
	4.2	8	2.8	5	5	5	4.2	8	2.8	5
	5.4	10	3.3	9	9	9	5.4	10	3.3	9
	4.3	12	9.9	21	21	21	4.3	12	9.9	21
	7.4	16	6.5	14	14	14	7.4	16	6.5	14
	8.5	18	3.9	7	7	7	8.5	18	3.9	7
	5.7	11	2	4	4	4	5.7	11	2	4
	2.4	5	2.5	5	5	5	2.4	5	2.5	5
	3.2	6	2.7	7	7	7	3.2	6	2.7	7
	5.8	13	10.3	22	22	22	5.8	13	10.3	22
143	8.1	17	28.4	61	61	61	8.1	17	28.4	61
	4.6	9	29.7	56	56	56	4.6	9	29.7	56
	4.3	9	4.5	8	8	8	4.3	9	4.5	8
	6.3	12	2.2	6	6	6	6.3	12	2.2	6
	6.3	17	6.3	14	14	14	6.3	17	6.3	14
183	7.4	16	5.8	13	13	13	7.4	16	5.8	13
	8.4	18	5.1	10	10	10	8.4	18	5.1	10
	7.4	14	1.8	4	4	4	7.4	14	1.8	4
	5	10	1.8	4	4	4	5	10	1.8	4
	7.6	17	1.8	4	4	4	7.6	17	1.8	4
	6.1	14	8.9	19	19	19	6.1	14	8.9	19
82	6.5	14	5.9	13	13	13	6.5	14	5.9	13
	8.2	18	3.8	7	7	7	8.2	18	3.8	7
	5	9	2.7	5	5	5	5	9	2.7	5
	3.1	6	3.3	7	7	7	3.1	6	3.3	7
	4.4	8	2.7	5	5	5	4.4	8	2.7	5
	3.9	11	3	8	8	8	3.9	11	3	8
186	7.1	15	16.2	35	35	35	7.1	15	16.2	35
	8.6	19	10.5	20	20	20	8.6	19	10.5	20
	5	9	6.2	12	12	12	5	9	6.2	12
	4.7	9	4.6	8	8	8	4.7	9	4.6	8
	5.4	10	3.9	8	8	8	5.4	10	3.9	8
	9.9	27	3.9	8	8	8	9.9	27	3.9	8
192	8.2	18	10.6	23	23	23	8.2	18	10.6	23
	8.3	18	8.1	17	17	17	8.3	18	8.1	17
	6.8	13	6.9	13	13	13	6.8	13	6.9	13
	4.4	9	2.7	5	5	5	4.4	9	2.7	5
	3.4	6	3.7	7	7	7	3.4	6	3.7	7
	3.4	9	2.3	6	6	6	3.4	9	2.3	6

N-mineraal berekeningen
Prof. van Bemmelenhoeve

laag (cm -mv)	laagd. (dm)	buikdh. (kg/dm ³)
0-15	1.5	1.44
15-30	1.5	1.44
30-45	1.5	1.25
45-60	1.5	1.34
60-75	1.5	1.23
75-100	2.5	1.11

Veldnr.	april '90		april '91		Veldnr.	april '90		april '91	
	N-min per laag (mg N/kg)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per laag (mg N/kg)	N-min per laag (kg N/ha)		N-min per laag (mg N/kg)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per laag (mg N/kg)	N-min per laag (kg N/ha)
187 (vervolg)	23.8	51	20.4	38	187	23.8	51	20.4	38
	25.6	51	20.8	38		25.6	51	20.8	38
	14.8	41	14.8	41		14.8	41	14.8	41
188	27.3	59	26.3	57	188	27.3	59	26.3	57
	19.8	37	15.8	32		19.8	37	15.8	32
	17.2	32	13.1	36		17.2	32	13.1	36
	19.7	43	16.7	36	101	19.7	43	16.7	36
	8.4	16	8.4	16		8.4	16	8.4	16
	10	20	11.1	20		10	20	11.1	20
	9.8	27	9.8	27		9.8	27	9.8	27
143	45.9	99	22.9	49	143	45.9	99	22.9	49
	17.3	32	24.7	50		17.3	32	24.7	50
	27.4	51	27.4	51		27.4	51	27.4	51
	24.4	68	24.4	68		24.4	68	24.4	68
	25	54	18.4	40	183	25	54	18.4	40
	16.9	32	10.6	21		16.9	32	10.6	21
	15.6	29	15.6	29		15.6	29	15.6	29
	16.1	45	16.1	45		16.1	45	16.1	45
	47	102	14.7	32	82	47	102	14.7	32
	6.4	12	6.4	12		6.4	12	6.4	12
	8	16	8	16		8	16	8	16
	12.1	22	12.1	22		12.1	22	12.1	22
	10.7	30	10.7	30		10.7	30	10.7	30
	11.2	24	11.2	24	186	11.2	24	11.2	24
	18	39	14.2	27		18	39	14.2	27
	18.4	37	18.4	37		18.4	37	18.4	37
	24	44	24	44		24	44	24	44
	25.5	71	25.5	71		25.5	71	25.5	71
192	27.9	60	27.9	60	192	27.9	60	27.9	60
	22	48	22	48		22	48	22	48
	15	28	15	28		15	28	15	28
	13.1	26	13.1	26		13.1	26	13.1	26
	9.4	17	9.4	17		9.4	17	9.4	17
	8.3	23	8.3	23		8.3	23	8.3	23
	85	19	85	19		85	19	85	19
	8	6	8	6		8	6	8	6
	7	7	7	7		7	7	7	7
	6	6	6	6		6	6	6	6
	14	14	14	14		14	14	14	14
	102	24	102	24		102	24	102	24
	4.5	8	4.5	8		4.5	8	4.5	8
	3.8	8	3.8	8		3.8	8	3.8	8
	6.7	12	6.7	12		6.7	12	6.7	12
	19.4	54	19.4	54		19.4	54	19.4	54
103	22	48	22	48	103	22	48	22	48
	16.6	36	16.6	36		16.6	36	16.6	36
	9.9	19	9.9	19		9.9	19	9.9	19
	15.9	32	15.9	32		15.9	32	15.9	32
	24	44	24	44		24	44	24	44
	27.6	77	27.6	77		27.6	77	27.6	77
128	33.4	72	33.4	72	128	33.4	72	33.4	72
	46	30	46	30		46	30	46	30
	33	11	33	11		33	11	33	11
	33	10	33	10		33	10	33	10
	43	25	43	25		43	25	43	25
	24.9	69	24.9	69		24.9	69	24.9	69
	54	117	54	117		54	117	54	117
140	42.8	92	42.8	92	140	42.8	92	42.8	92
	25.2	47	25.2	47		25.2	47	25.2	47
	26.6	53	26.6	53		26.6	53	26.6	53
	54.8	101	54.8	101		54.8	101	54.8	101
	37.5	104	37.5	104		37.5	104	37.5	104
181	30.2	65	30.2	65	181	30.2	65	30.2	65
	19.3	42	19.3	42		19.3	42	19.3	42
	18	34	18	34		18	34	18	34
	22.1	44	22.1	44		22.1	44	22.1	44
	23.7	44	23.7	44		23.7	44	23.7	44
	13.9	39	13.9	39		13.9	39	13.9	39
187	34.5	75	34.5	75	187	34.5	75	34.5	75
	16.3	35	16.3	35		16.3	35	16.3	35
	14	30	14	30		14	30	14	30
	6	11	6	11		6	11	6	11
	5	10	5	10		5	10	5	10
	13.3	25	13.3	25		13.3	25	13.3	25
	37.9	105	37.9	105		37.9	105	37.9	105
	16.9	37	16.9	37		16.9	37	16.9	37
	8.3	18	8.3	18		8.3	18	8.3	18
	6.5	12	6.5	12		6.5	12	6.5	12
	7.8	16	7.8	16		7.8	16	7.8	16
	19.9	37	19.9	37		19.9	37	19.9	37
	33.2	92	33.2	92		33.2	92	33.2	92
	37	211	37	211		37	211	37	211
	13.9	28	13.9	28		13.9	28	13.9	28
	10.1	28	10.1	28		10.1	28	10.1	28
	25.3	55	25.3	55		25.3	55	25.3	55
	31.5	68	31.5	68		31.5	68	31.5	68
	4.4	8	4.4	8		4.4	8	4.4	8
	7.9	15	7.9	15		7.9	15	7.9	15
	6.1	11	6.1	11		6.1	11	6.1	11
	11.2	31	11.2	31		11.2	31	11.2	31
	24.2	188	24.2	188		24.2	188	24.2	188
	213	98	213	98		213	98	213	98
	220	30	220	30		220	30	220	30
	13.9	14	13.9	14		13.9	14	13.9	14
	6.4	7	6.4	7		6.4	7	6.4	7
	4.2	8	4.2	8		4.2	8	4.2	8
	5.7	11	5.7	11		5.7	11	5.7	11
	10.1	28	10.1	28		10.1	28	10.1	28
	25.3	55	25.3	55		25.3	55	25.3	55
	31.5	68	31.5	68		31.5	68	31.5	68
	4.4	8	4.4	8		4.4	8	4.4	8
	7.9	15	7.9	15		7.9	15	7.9	15
	6.1	11	6.1	11		6.1	11	6.1	11
	11.2	31	11.2	31		11.2	31	11.2	31
	24.2	188	24.2	188		24.2	188	24.2	188
	213	98	213	98		213	98	213	98
	220	30	220	30		220	30	220	30
	13.9	14	13.9	14		13.9	14	13.9	14
	6.4	7	6.4	7		6.4	7	6.4	7
	4.2	8	4.2	8		4.2	8	4.2	8
	5.7	11	5.7	11		5.7	11	5.7	11
	10.1	28	10.1	28		10.1	28	10.1	28
	25.3	55	25.3	55		25.3	55	25.3	55
	31.5	68	31.5	68		31.5	68	31.5	68
	4.4	8	4.4	8		4.4	8	4.4	8
	7.9	15	7.9	15		7.9	15	7.9	15
	6.1	11	6.1	11		6.1	11	6.1	11
	11.2	31	11.2	31		11.2	31	11.2	31
	24.2	188	24.2	188		24.2	188	24.2	188
	213	98	213	98		213	98	213	98
	220	30	220	30		220	30	220	30
	13.9	14	13.9	14		13.9	14	13.9	14
	6.4	7	6.4	7		6.4	7	6.4	7
	4.2	8	4.2	8		4.2	8	4.2	8
	5.7	11	5.7	11		5.7	11	5.7	11
	10.1	28	10.1	28		10.1	28	10.1	28
	25.3	55	25.3	55		25.3	55	25.3	55
	31.5	68	31.5	68		31.5	68	31.5	68
	4.4	8	4.4	8		4.4	8	4.4	8
	7.9	15	7.9	15		7.9	15	7.9	15
	6.1	11	6.1	11		6.1	11	6.1	11
	11.2	31	11.2	31		11.2	31	11.2	31
	24.2	188	24.2	188		24.2	188	24.2	188
	213	98	213	98		213	98	213	98
	220	30	220	30		220	30	220	30
	13.9	14	13.9	1					

N-mineraal berekeningen
De Kandelaar

N-min (kg N/ha) = N-min (mg N/l extrakt) * 2 * bouwvoor (dm)

nov. '88	laag (cm -mv)
0-30	
30-60	
60-90	

mrt. '89	laag (cm -mv)
0-35	
35-70	
70-80	
80-95	
95-115	

nov. '88		mrt. '89		nov. '88		mrt. '89	
N-min per laag (mg N/l extrakt)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per laag (mg N/l extrakt)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per laag (mg N/l extrakt)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per veld	N-min per veld (kg N/ha)
10	29.4	10	32.9	4.7	46.2		
	3		6.6		8.8		
61	5.4	52.8	4.4	1.9	5.7		
	2		0.1	0.4	0.4	94	
62	5.4	29.4	61	3.9	27.3		
	2		7.5	5.5	11		
	2		1.1	3.3	3.3		
67	7.8	62	1.2	0.3	1.2	95.3	
	6.6		3.9	27.3	27.3		
	0.9	19.8	52.5	7.5	8.8		
68	18		8.8	4.4	3.9		
	5.4		1.3	0.4	1.6	94.1	
	29.4		2.7	18.9	41.3		
73	12	67	41.3	5.9	8.6		
	2		1.6	4.8	4.8		
165	9.6		2.4	0.6	2.4	76	
	16.2		2.6	18.2	18.2		
178	14.4	68	32.9	4.7	9.4		
	14.4		9.4	4.7	3		
	6.6		0.3	1.2	1.2	64.7	
64	18	73	23.1	3.3	30.8		
	8.4		4.4	4.4	8.6		
	5.4		1.1	3.3	3.3		
76	7.8		0.1	0.4	0.4	66.2	
	6.6		6.2	43.4	43.4		
163	6.6	165	8.5	8.5	11.2		
	6.6		5.6	5.6			
	8.4						

nov. '88		mrt. '89	
N-min per laag (mg N/l extrakt)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per laag (mg N/l extrakt)	N-min per laag (kg N/ha)
65	12	2.3	6.9
	1.1	0.7	2.8
	0.9	4	28
71	6.6	7.3	51.1
	1.1	5	10
	0.9	3.2	9.6
72	12	0.6	2.4
	1.1	4.3	30.1
	1.3	8.6	60.2
113	18	4.7	9.4
	3	2.1	6.3
	1.1	0.6	2.4
	0.9	3.7	25.9
		7.2	50.4
		5.2	10.4
		1.7	5.1
		0.4	1.6
163		5.2	36.4
		8.2	57.4
		5.5	11
		2.9	8.7
		0.1	0.4
65		3.4	23.8
		6	42
		4.4	8.8
		1	3
		0.3	1.2
		5.6	39.2
		6.2	43.4
		4.2	8.4
		1.3	3.9
		0.1	0.4
72		3.3	23.1
		6.6	46.2
		1.7	5.1
		0.1	0.4
113		4.9	34.3
		9.8	68.6
		4.9	9.8
		1.6	4.8
		0.4	1.6
			119.1

N-mineraal berekeningen

De Kandelaar

mei '89		aug. '89	
laag (cm -mv)	laagd. (dm)	laag (cm -mv)	laagd. (dm)
0-20	2	0-20	2
20-35	1.5	20-35	1.5
35-70	3.5	35-50	1.5
70-80	1	50-70	2
80-95	1.5	70-80	1
95-115	2	80-95	1.5
	1.7	95-115	2
			1.7

mei '89		aug. '89	
laag (cm -mv)	laagd. (dm)	laag (cm -mv)	laagd. (dm)
0-20	2	0-20	2
20-35	1.5	20-35	1.5
35-70	3.5	35-50	1.5
70-80	1	50-70	2
80-95	1.5	70-80	1
95-115	2	80-95	1.5
	1.7	95-115	2
			1.7

mei '89				aug. '89			
N-min per laag (mg N/kg)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per veld (kg N/ha)	Veldnr.	N-min per laag (mg N/kg)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per veld (kg N/ha)	Veldnr.
10	17.6	49	10	73	22.7	64	18
	20.4	43			16.2	34	
	18.5	84			19.6	89	
	21.8	22			19.3	19	
	12.7	19			13.8	21	
	2.4	8			19.9	56	
61	22.3	62	225	165	14.7	31	227
	13.6	29			22.3	101	
	14.7	67			20.0	20	
	24.5	25			15.3	23	
	12.6	19			16.0	45	
		0			15.7	33	
62	22.5	63	201	178	16.6	76	231
	13.6	29			21.6	22	
	20.7	94			13.9	21	
	19.9	20			1.5	5	
	15.6	23			29.7	83	
		0			18.4	39	
67	16.3	46	68	163	19.0	86	242
	15.0	32			21.9	22	
	18.4	84			8.0	12	
	17.0	17			16.4	46	
	10.6	16			16.4	34	
		0			23.2	106	
		0			24.8	25	
		0			15.2	23	
		0			21.5	60	
68	22.6	63	194	76	12.9	27	234
	12.5	26			23.2	106	
	18.9	86			24.6	25	
	23.2	23			18.4	28	
	15.4	23			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0			26.1	73	
		0			14.8	31	
		0			18.7	85	
		0			19.2	19	
		0			10.4	16	
		0					

De Kandelaar
N-mineraal

nov '89	laag (cm -mv)	laagd. (dm)	laagd. (dm)	bulkdfh. (kg/dm ³)
	0-15	1.5	1.5	1.4
	15-30	1.5	1.5	1.4
	30-45	1.5	1.5	1.3
	45-60	1.5	1.5	1.3
	60-75	1.5	1.5	1.3
	75-95	2	2	1
	95-115	2	2	1.7

mt. '90	laag (cm -mv)	laagd. (dm)	laagd. (dm)	bulkdfh. (kg/dm ³)
	0-15	1.5	1.5	1.4
	15-30	1.5	1.5	1.4
	30-50	2	2	1.3
	50-70	2	2	1.3
	70-80	1	1	1
	80-95	1.5	1.5	1
	95-115	2	2	1.7

nov '89

N-min per laag (mg N/kg)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per veld (kg N/ha)	mt. '90	N-min per laag (mg N/kg)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per veld (kg N/ha)	nov '89	N-min per laag (mg N/kg)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per veld (kg N/ha)
10	14.3	10	22.3	47	47	10	10	10	22.3	47
8.4	18	92	43.8	92	92	18	18	43.8	92	18
7.8	15	182	69.9	182	182	15	15	69.9	182	15
8.7	17	132	50.6	132	132	17	17	50.6	132	17
14.1	27	40	40.2	40	40	27	27	40.2	40	27
19.8	40	35	23.4	35	35	40	40	23.4	35	40
0.9	3	16	4.7	16	16	3	3	4.7	16	3
11.1	23	16	7.7	16	16	23	23	7.7	16	23
8.5	18	49	23.2	49	49	18	18	23.2	49	18
8	16	110	42.3	110	110	16	16	42.3	110	16
9	18	162	62.3	162	162	18	18	62.3	162	18
10	20	38	37.6	38	38	20	20	37.6	38	20
7.9	16	34	22.5	34	34	16	16	22.5	34	16
1.8	6	2	0.5	2	2	6	6	0.5	2	6
10.1	21	20	9.6	20	20	21	21	9.6	20	21
9.6	20	46	21.9	46	46	20	20	21.9	46	20
7.4	14	87	33.5	87	87	14	14	33.5	87	14
13	25	142	54.8	142	142	25	25	54.8	142	25
15.7	31	34	34.1	34	34	31	31	34.1	34	31
7.7	15	10	6.9	10	10	15	15	6.9	10	15
2.3	8	0	0	0	0	8	8	0	0	8
6	13	21	10	21	21	13	13	10	21	13
3.5	7	32	15.2	32	32	7	7	15.2	32	7
4.5	9	42	16.1	42	42	9	9	16.1	42	9
6.8	13	74	28.5	74	74	13	13	28.5	74	13
6.2	12	29	29.1	29	29	12	12	29.1	29	12
6.7	13	22	14.6	22	22	13	13	14.6	22	13
1.8	6	21	6.3	21	21	6	6	6.3	21	6
8.6	18	16	7.7	16	16	18	18	7.7	16	18
8.5	18	32	15.2	32	32	18	18	15.2	32	18
8.2	16	49	19	49	49	16	16	19	49	16
13.1	26	76	29.2	76	76	26	26	29.2	76	26
14.9	29	28	27.7	28	28	29	29	27.7	28	29
12.7	25	20	13.2	20	20	25	25	13.2	20	25
1.4	5	3	1	3	3	5	5	1	3	5

nov '89

N-min per laag (mg N/kg)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per veld (kg N/ha)	mt. '90	N-min per laag (mg N/kg)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per veld (kg N/ha)
73	11.3	24	73	11.3	24	
7.1	15	15	7.1	15	15	
6.6	13	13	6.6	13	13	
1.3	25	25	1.3	25	25	
16.6	32	32	16.6	32	32	
7.7	15	15	7.7	15	15	
0	0	0	0	0	0	
14.9	31	31	14.9	31	31	
18.2	38	38	18.2	38	38	
18.7	36	36	18.7	36	36	
18.6	36	36	18.6	36	36	
19.1	37	37	19.1	37	37	
12.7	25	25	12.7	25	25	
0	0	0	0	0	0	
6.7	14	14	6.7	14	14	
4.5	9	9	4.5	9	9	
4.5	9	9	4.5	9	9	
5.3	10	10	5.3	10	10	
9.3	18	18	9.3	18	18	
5.1	10	10	5.1	10	10	
0.5	2	2	0.5	2	2	
11.9	25	25	11.9	25	25	
13.8	29	29	13.8	29	29	
14.1	27	27	14.1	27	27	
10.5	20	20	10.5	20	20	
28.8	56	56	28.8	56	56	
20.2	40	40	20.2	40	40	
4.5	15	15	4.5	15	15	
5.2	11	11	5.2	11	11	
4.6	10	10	4.6	10	10	
3.9	8	8	3.9	8	8	
5.5	11	11	5.5	11	11	
13.7	27	27	13.7	27	27	
7.6	15	15	7.6	15	15	
2.8	10	10	2.8	10	10	
6.1	13	13	6.1	13	13	
5.5	12	12	5.5	12	12	
6.9	13	13	6.9	13	13	
11.6	23	23	11.6	23	23	
13.7	27	27	13.7	27	27	
10	20	20	10	20	20	
0.9	3	3	0.9	3	3	

mt. '90

N-min per laag (mg N/kg)	N-min per laag (kg N/ha)	N-min per veld (kg N/ha)
73	18.2	38
38.5	81	81
69.4	180	180
54.5	142	142
42.4	42	42
23.2	35	35
0.5	2	2
14.4	30	30
19.5	41	41
34	88	88
44.7	116	116
49.7	50	50
30.6	46	46
0.9	3	3
9.8	21	21
17.9	38	38
22.9	60	60
33.2	86	86
34.5	35	35
21.2	32	32
0.9	3	3
12.3	26	26
16.9	35	35
28.9	75	75
35.3	92	92
30.7	31	31
15	23	23
1.9	6	6
9.5	20	20
16	34	34
17.7	46	46
28.4	74	74
26.1	26	26
8.5	13	13
1.5	5	5
8.6	18	18
13.6	29	29
22.5	59	59
32.8	85	85
32.5	33	33
20.2	30	30
1.9	6	6

BIJLAGE 8
 CUMULATIEVE NITRAATAFVOER VIA DE DRAINS OP DE KANDELAAR

De Kandelaar
Draindebiet en afvoer nitraat via drains

datum	dag nr.	drain-afvoer (m3)	Cumulatieve drainafvoer (m3)	NO3-conc. drain (mg/l)	cumulatieve NO3-afvoer (kg/ha)	
14/12/89	714	17.50	17.50	7.08	0.21	
	715	23.61	41.15	6.95	0.48	
	716	20.91	62.05	7.47	0.74	
	717	31.70	93.76	8	1.16	
	718	9.44	103.20	5.88	1.26	
	721	76.22	179.42	8.62	2.35	
	722	14.16	193.58	8.52	2.55	
	723	9.44	203.03	8.12	2.68	
	724	6.07	209.10	7.59	2.76	
	725	5.40	214.49	6.65	2.82	
	726	2.02	216.52	6.28	2.84	
	27/12/89	727	0.67	217.19	3.65	2.84
	25/1/90	754	4.05	221.24	9.54	2.91
755		28.33	249.57	11.2	3.43	
756		43.17	292.74	10.6	4.20	
757		34.40	327.14	9.5	4.74	
758		11.47	338.60	8.2	4.90	
759		7.42	346.02	6	4.97	
760		3.37	349.40	6	5.01	
761		1.35	350.75	5	5.02	
5/2/90		765	4.72	355.47	3.74	5.05
		766	2.70	358.16	4	5.07
	767	2.02	360.19	4.43	5.08	
	768	1.35	361.54	3.5	5.09	
	769	0.00	361.54	6	5.09	
	770	0.67	362.21	8.54	5.10	
	771	0.67	362.89	9.14	5.11	
	776	0.67	363.56	14.9	5.12	
	777	23.61	387.17	15.6	5.74	
	778	35.75	422.92	15.5	6.66	
	779	14.16	437.08	14.5	7.00	
	780	10.79	447.87	12	7.22	
	781	12.82	460.69	12.2	7.48	
	782	6.75	467.44	12.5	7.62	
	783	3.37	470.81	5.2	7.65	
	24/2/90	784	1.35	472.16	10	7.67
		789	1.35	473.51	22	7.72
11/3/90	793	80.94	554.45	20	10.42	
	803	22.93	577.38	8.8	10.76	