NN31545.1137.

'A 1137 november 1979

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

EEN ONDERZOEK NAAR DE GROOTTE VAN DE SAMENSTELLENDE POSTEN VAN DE STIKSTOFBALANS OP ENKELE GRASLANDPERCELEN VAN DE PROEFBOERDERIJ CRANENDONCK TE MAARHEEZE

I. 1e onderzoeksjaar 1977/1978

ing. H. Fonck

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0035 7802

ISN 109279-03

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING	1
2. BESCHRIJVING PLAATS VAN ONDERZOEK	1
2.1. Algemeen	1
2.2. Topografie, bodem	2
2.3. Waterhuishouding	4
2.4. Bedrijfsvoering	5
3. OPZET EN UITVOERING VAN HET ONDERZOEK	6
3.1. Waterhuishouding	6
3.2. Waterkwaliteit	8
3.3. Bedrijfsvoering	12
4. WIJZE VAN VERWERKEN VAN DE GEGEVENS	13
4.1. Waterbalans	13
4.2. Kwel	14
4.3. Waterhuishouding	17
4.4. Waterkwaliteit	47
4.5. Bedrijfsvoering	50
5. MINERALE STIKSTOFBALANS	51
6. STIKSTOFAANVOER	52
6.1. Neerslag	53
6.2. N-binding	53
6.3. Bemesting	53
6.3.1. Organische mest	53
6.3.2. Kunstmest	61
6.4. De totale stikstoftoevoer	62

blz.

7. STIKSTOF ONTTREKKING 62

7.1. Gewasproductie 63

7.1.1. Consumptie door het vee 63

7.1.2. Maaien 67

8. UITSPOELING 68

9. WORTELMASSA 70

10. VOORLOPIG SALDO 71

11. DE ZOGENAAMDE "MOEILIJKE" POSTEN OP DE STIKSTOFBALANS 71

11.1. Stikstof in omloop (N_o) 72

11.2. Denitrificatie (N_d) 75

11.3. Humificatie (N_h) 75

11.4. Mineralisatie 76

11.5. Humusvorming 77

11.6. Minerale stikstof boven het grondwater 78

12. EINDBALANS 78

13. CONCLUSIE 79

LITERATUUR 82

BIJLAGEN behoort bij blz.

A Neerslag en verdamping over een reeks van jaren 6

B Grondwaterstanden 1e onderzoeksjaar 7

C Bemonsteringsdata en Analyseresultaten 11

D Grasland-gebruikskalender 1977 met gemiddelde veebezetting 50

E Berekening aantal weidedagen 1977 met voorbeeld 66

F Isohypsenkaartje 14

1. INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Als gevolg van het sterk toegenomen en nog steeds toenemende verbruik van stikstof meststof is er een groeiende behoefte aan méér inzicht in de mate van stikstof uitspoeling.

Stikstofuitspoeling is, als onderdeel van de stikstofkringloop, onvermijdelijk. Wanneer evenwel de stikstofuitspoeling buitensporige proporties zou gaan aannemen, dan zou dit in hoge mate ongewenst zijn, zowel uit een oogpunt van efficiente bedrijfsvoering als met het oog op de mogelijkheid dat de uitgespoelde stikstofverbindingen elders bijvoorbeeld in oppervlaktewater of in natuurgebieden, door eutrofiëring tot overmatige belasting van het milieu leiden.

Omdat stikstofuitspoeling in hoge mate afhankelijk is van bodemgebruik, bemesting, bedrijfsvoering, bodemprofiel en waterhuishouding zal in het bijzonder dienen te worden nagegaan welke relaties er eventueel bestaan tussen deze factoren en stikstofuitspoeling. Het doel van dit onderzoek is dan ook de invloed van bovengenoemde factoren op de mate van stikstofuitspoeling op grasland na te gaan.

2. BESCHRIJVING PLAATS VAN ONDERZOEK

2.1. A l g e m e e n

Aangezien voor een dergelijk onderzoek inzage, liefst over een reeks van voorafgaande jaren, nodig is van gegevens omtrent beweiding, bemesting, maaien en dergelijke stond reeds van te voren vast, dat het onderzoek zou moeten worden verricht op een bedrijf met een deugdelijke bedrijfsboekhouding, waarin alle bovengenoemde gegevens

ononderbroken zijn geregistreerd. Als gevolg hiervan was het vrijwel zeker dat het particuliere boerenbedrijf aan deze eis niet zou kunnen voldoen en een geschikt object zou dienen te worden gezocht in de sector van de proefboerderijen.

Daardoor zou aan de eis omtrent de verstrekking van alle gewenste bedrijfsgegevens kunnen worden voldaan, waar tegenover stond dat door de veel beperkter keus het vinden van een geschikt object op bodemkundige en landbouwkundige gronden wel eens moeilijkheden zou kunnen opleveren.

Gemeend is, dat een aantrekkelijk onderzoeksobject is gevonden op de proefboerderij Cranendonck te Maarheeze (N.Br.), een regionaal onderzoeks centrum voor de rundveehouderij van verschillende landbouworganisaties.

2.2. T o p o g r a f i e, b o d e m (zie overzichtskaartje Fig. 1)

De proefboerderij heeft 52 ha cultuurgrond in gebruik, hoofdzakelijk in erfpacht van de gemeente Maarheeze. 18 ha ligt aansluitend aan de bedrijfsgebouwen, de overige 34 ha ligt in verschillende complexen verspreid in de overwegend bosrijke omgeving.

Ongeveer 50% van de bedrijfsoppervlakte bestaat uit droogtegevoelige, hogere zandgrond met ± 4% humus, de overige grond is eveneens licht humeus, maar iets lager gelegen en daardoor wat minder droogtegevoelig. Alle percelen rondom de bedrijfsgebouwen bestaan uit grasland waarvan 10 ha wordt beregend. Van de verspreide percelen bestaat 21 ha uit grasland, terwijl 13 ha wordt gebruikt voor de teelt van snijmais. Een jaarlijks uit te geven bezoekersgids geeft inlichtingen omtrent de doelstellingen en de opzet van aan de gang zijnde of uit te voeren proeven.

Uit de percelen, die voor onderzoek in aanmerking kwamen, zijn aanvankelijk een drietal complexen uitgezocht, die in ieder geval aan de eis dienden te voldoen, dat ze waren voorzien van een reeds enige jaren bestaande grasmat, omdat recente scheuring de stikstofhuishouding teveel beïnvloedt.

Deze complexen bestonden aanvankelijk uit (zie fig. 1):

A. Enige percelen met natuurlijke waterhuishouding, dit wil zeggen

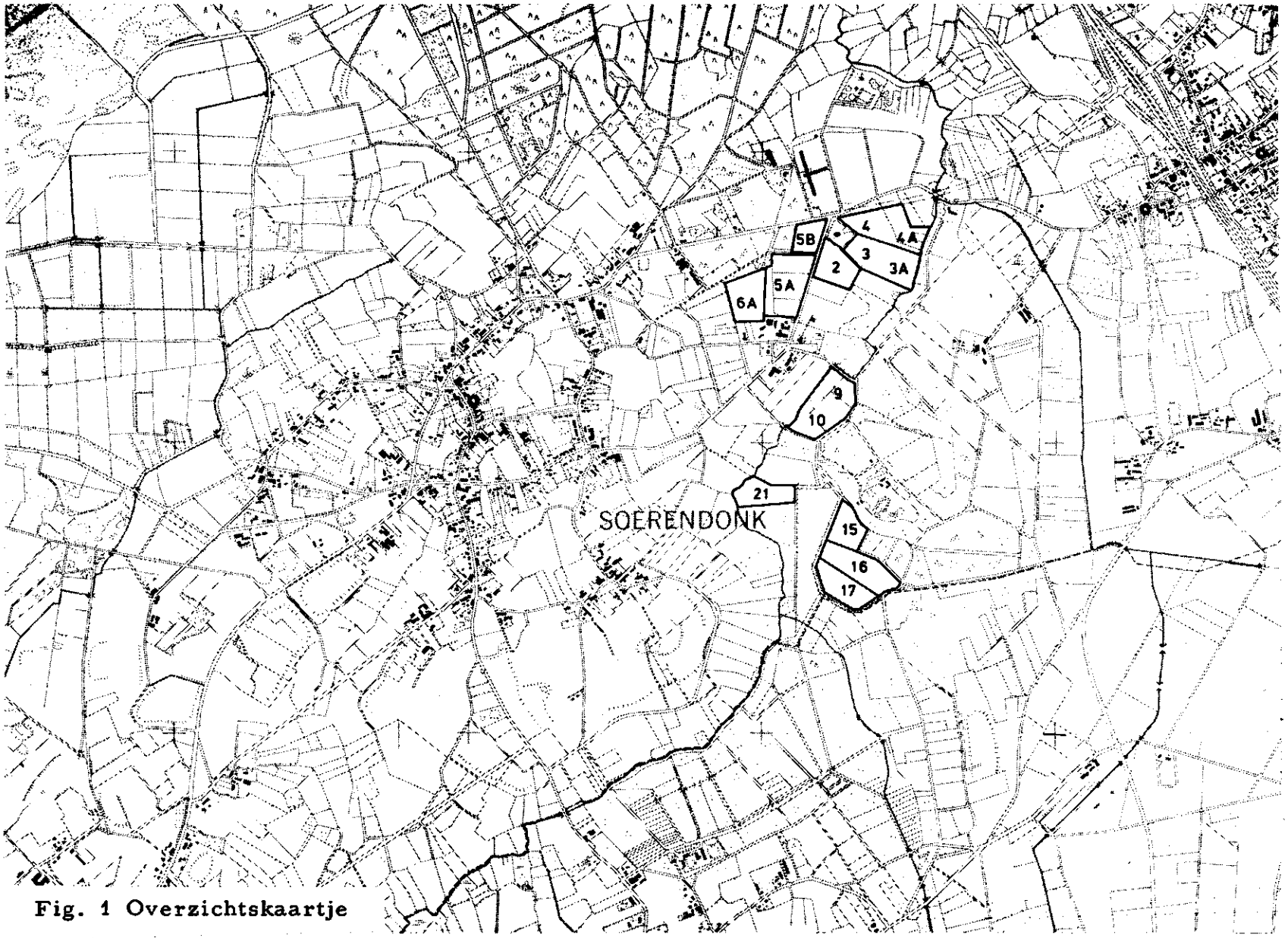


Fig. 1 Overzichtskaartje

natuurlijke drainage, waarvan de percelen 15, 16 en 17 hoger zijn gelegen en 21 lager.

B. Enige percelen met natuurlijke drainage doch met kunstmatige beregening in droge perioden, te weten de percelen 5 en 6.

C. Een gedraineerd perceel te weten perceel 9/10.

Hier dient reeds direct aan toegevoegd, dat in verband met een aanstaande ruilverkaveling continuïteit in het onderzoek niet overal kon worden gewaarborgd, omdat niet zeker was of alle aangewezen percelen bij het bedrijf zouden blijven behoren, terwijl op dat tijdstip evenmin bekend was, welke percelen in ruil voor de af te stane zouden worden toegevoegd. In verband hiermee zijn de percelen 15, 16 en 17 reeds in een zeer vroeg stadium van dit onderzoek weer van de lijst afgevoerd, omdat zekerheid was verkregen, dat deze percelen niet bij de proefboerderij zouden blijven behoren.

2.3. Waterhuishouding

Door het bedrijf stroomt de kleine Aa, een enkele jaren geleden genormaliseerde beek, waarop alle percelen van het bedrijf direct of indirect afwateren. De beek is voorzien van stuwen, zodat verwacht zou mogen worden, dat men het beekpeil in de hand heeft. Desondanks is gebleken, dat perioden van sterke neerslag weliswaar tijdelijke, doch aanzienlijke peilverhogingen tot gevolg kunnen hebben.

Van het bedrijf wateren de onderzoeksobjecten 21 en 9/10 direct op de beek af, de laatste door middel van drains. Alle andere in het onderzoek betrokken percelen hebben een natuurlijke afwatering waarbij de omringende sloten de indruk wekken meer als perceelsscheiding dan als ontwateringsmiddel dienst te doen. De profielopbouw en daarmee de doorlatendheid en het vochthoudend vermogen wekken dezelfde indruk in zoverre, dat het een licht, humusarm profiel is, met weinig of geen leem, waar doorlatendheid geen probleem is maar vochthoudend vermogen wèl, omdat voor een vochtvoorziening door capillaire opstijging het grondwater meestal te diep is. In het algemeen wordt een dunne, licht humeuze bouwvoor aangetroffen op een ondergrond van geel zand, dat leemarm tot leemvrij en tamelijk grof is. Alleen op de wat lager gelegen percelen kan dit zand wat lemig zijn. Leem komt weliswaar in

de ondergrond voor maar alléén op de relatief laag gelegen percelen binnen boordiepte en dan vaak nog als lichte leem en zeker niet als een aaneengesloten laag. In het algemeen kan gesproken worden van min of meer droogtegevoelige profielen, zeker bij de in het algemeen lage gemiddelde grondwaterstanden (zie hiervoor 3.1). Het is dan ook niet verwonderlijk dat de hooggelegen huispercelen 1 tot en met 6 zeer frequent beregend worden gedurende het groeiseizoen.

2.4. Bedrijfsvoering

Het behoeft geen betoog, dat bedrijfsvoering grote invloed kan uitoefenen op de stikstofrijkdom, de stikstofopname en de stikstofuitspoeling. Alle factoren van de bedrijfsvoering die hierop ook maar enigermate betrekking hebben dienen dan ook in het onderzoek te worden betrokken. Hieronder vallen in ieder geval:

veebezetting
voedering
maaien
bemesting.

Het bedrijf omvat 41 ha grasland, terwijl het areaal bouwland (13,20 ha) geheel in dienst van de veevoedering staat doordat daarop snijmais wordt geteeld.

Van het grasland areaal is 18,50 ha goed bereikbaar voor melkkoeien. Daarop is de veebezetting dan ook 5,5 koeien per ha. De resterende 20,50 ha wordt beweid door jongvee en droogstaande koeien en heeft een veebezetting van 2,7 koeien per ha. Het aantal melkkoeien bedroeg in 1978 124, vaarzen 4, pinken 41 en kalveren 57, het gemiddeld aantal grootvee eenheden derhalve 153, waardoor het bedrijf een gemiddelde veebezetting van 3,20 gve per ha had.

In verband met de aan de gang zijnde proeven met veevoedering wordt de gehele veestapel niet op dezelfde wijze behandeld. Een gedeelte krijgt zomerstalvoedering, een gedeelte van het weidende vee staat 's nachts op stal, terwijl aan verschillende proefgroepen uiteenlopende combinaties van ruw- en krachtvoer werden verstrekt. Maaien heeft in het algemeen plaats op de verder afgelegen percelen en staat grotendeels in dienst van de ruwvoederwinning voor zomer-

stalvoedering. De daardoor steeds wisselende patronen van perceelsgebruik kunnen van dag tot dag vervolgd worden op de graslandgebruikskalender.

Hoewel op de graslandpercelen geen speciale bemestingsproeven zijn opgezet wisselt vooral de kunstmestgift nog wel eens van perceel tot perceel als gevolg van de aanpassing aan het gebruik. Als richtlijn moge gelden, dat in 1978 de totale stikstofgift 440 kg/ha bedroeg tegen 451 kg/ha in 1977. Deze hoeveelheden mogen als hoog worden bestempeld.

3. OPZET EN UITVOERING VAN HET ONDERZOEK

3.1. Waterhuishouding

Het waterhuishoudkundig onderzoek is erop gericht geweest de componenten te leren kennen, die in de waterbalans leiden tot berekening van de afvoer. Want het is de afvoer, die, samen met de te meten stikstofgehalten in het af te voeren grondwater, de mate van stikstofuitspoeling bepaalt. De afvoer wordt in de waterbalans bepaald door: neerslag, verdamping, berging en eventueel kwel.

Neerslag gegevens bleken al heel makkelijk verkrijgbaar. Het K.N.M.I.-station Maarheeze is namelijk gevestigd op de proefboerderij Cranendonck.

Verdampingscijfers zijn afkomstig van het dichtstbijzijnde K.N.M.I.-station Gemert. Het betreft decade cijfers van de zogenaamde Penman verdamping (Eo). In Bijlage A zijn deze gegevens over het onderzoeksjaar weergegeven.

Vochtberging is als zodanig niet bepaald. Wel zijn grondwaterstandswaarnemingen verricht, waarbij de grondwaterstandsveranderingen als een functie van de bergingsveranderingen kunnen worden beschouwd (zie hoofdstuk 4).

Teneinde verwarring te voorkomen zij hier nog gememoreerd dat onderberging wordt verstaan de hoeveelheid water, die per oppervlakte eenheid aanwezig is boven een bepaald referentieniveau.

Het b e r g e n d v e r m o g e n daarentegen wordt gedefinieerd als de hoeveelheid water die nog geborgen kan worden tot aan het maaiveld, dit wil zeggen het is bij een bepaalde grondwaterstand gelijk aan het aanwezige volume lucht per eenheid van oppervlakte bij een vochttoestand van statisch evenwicht (er treedt dan geen stroming van water op). De b e r g i n g s c o ë f f i c i e n t (α) is de verandering in berging gedeeld door de grondwaterstandsverandering. Grondwaterstandswaarnemingen zijn wekelijks verricht in een aantal buizen, welke zowel op het bedrijf als in de omgeving zijn geplaatst. Dat ook buiten het bedrijf waarnemingen zijn verricht heeft ten doel na waterpassing van de meetpunten op elk gewenst moment een reconstructie van het freatisch vlak te kunnen doorvoeren (isohypsen) waardoor een inzicht kan worden verkregen in de waarschijnlijkheid of onmogelijkheid van kwel of wegzijging.

Op het bedrijf worden reeds jarenlang een aantal grondwaterstandsbuizen één maal per 14 dagen opgenomen. Bijlage B. Deze gegevens zijn vanaf 1970 eveneens verzameld, zodat voldoende variatie bij de waarnemingen zowel naar tijd als naar plaats is gewaarborgd.

Vochtbeperkingen door middel van een gammastralen apparatuur behoorden eveneens tot het programma. Door de onbekendheid met de continuïteit van enkele onderzoekspercelen in verband met de ophanden zijnde ruilverkaveling zijn deze percelen voorshands niet van een dergelijke opstelling voorzien. De andere percelen hebben nog niet méér opgeleverd dan een eerste (referentie) meting. In het tweede onderzoeksjaar kan aan dit aspect veel meer aandacht worden geschonken.

Op het gedraineerde perceel 9/10 zijn de draindebieten gemeten. Aanvankelijk lag het in de bedoeling dit door middel van zelfregistrerende debietmeters te doen. Op een vijftal drains zijn de meters van het gebruikelijke type geïnstalleerd, doch al gauw bleek dat de marge tussen beekpeil en drain-uitmonding te gering was. Herhaaldelijk kwam de uitstroomopening van de meter onder water, zodat niet alleen topafvoeren, doch ook normaal hoge afvoeren niet konden worden geregistreerd. Er is toen een electrische zelfregistrerende apparatuur ontworpen, welke ook onder water zal kunnen

meten, doch de realisatie daarvan werd te duur. Voor de rest van het winterseizoen zijn toen de debieten gemeten met stopwatch en maatbeker. De bijbehorende metingen van de opbolling tussen de drains teneinde de doorlatendheid te kunnen berekenen, konden na maart 1978 niet meer worden verricht omdat het perceel als grasrassen proefveld werd ingericht. Dit hield in, dat het werd gescheurd en voor onze waarneming verder ontoegankelijk werd.

De beregening op de percelen 5 en 6 bleek bij navraag op geen enkele wijze geregistreerd. Noch door een watermeter noch door stroomverbruik kon een regencijfer achterhaald worden. Omdat echter vast stond, dat de regeninstallatie vanaf 29 mei tot 24 juni en van 1 augustus tot 4 september vrijwel onafgebroken gewerkt had (alleen 's zondags niet) en steeds volgens een vast roulatieschema had gefunctioneerd kon achteraf aan de hand van het sproeipatroon en de pompcapaciteit de grootte orde van de beregening nog enigszins worden gereconstrueerd.

3.2. Waterkwaliteit

De waterkwaliteit is vastgesteld aan de hand van bemonsteringsresultaten. Men kan drie bemonsteringstypen onderscheiden namelijk: in bodemmonsters, in bodemvocht en in grondwater.

Bemonstering van de bodem is in het algemeen weinig beperkt door de aan- of afwezigheid van grondwater en leent zich dan ook zeer goed voor een inventarisatie van in het gehele bodemprofiel aanwezige minerale stikstofverbindingen. Dit type bemonstering vindt plaats op de gebruikelijke wijze in boorgaten met behulp van een monsterboor, meestal tot ± 1,20 meter beneden maaiveld.

Bemonstering van het grondwater is uiteraard niet gebonden aan de aanwezigheid daarvan. Meestal heeft grondwaterbemonstering ten doel vast te stellen welke concentraties van stikstofverbindingen in het grondwater voorkomen, teneinde hieruit een inzicht te verkrijgen in de mate van uitspoeling. Daardoor is grondwaterbemonstering gebonden aan het seizoen, waarin uitspoeling plaatsvindt, dit wil zeggen in het jaargetijde waarin een neerslag-

overschot bestaat. Dit zal in het algemeen de winterperiode zijn. Bij grondwaterbemonstering bestaat de vrijheid om ondiep of diep te bemonsteren naar gelang men de weg van de uitgespoelde stikstofverbindingen zou wensen te vervolgen, teneinde een inzicht te verkrijgen in de verplaatsingssnelheid. Meestal zal echter, zoals ook in het onderhavige onderzoek, het zogenaamde ondiepe grondwater worden bemonsterd, dit wil zeggen de bovenste laag, omdat deze afkomstig is van de meest recente uitspoelingsperiode en derhalve direct het gevolg is van bemesting, bedrijfsvoering en dergelijke van de daaraan direct voorafgaande periode. De dikte van deze bovenste laag te bemonsteren grondwater kan globaal berekend worden aan de hand van het neerslagoverschot en het poriënvolume doch bedraagt meestal ongeveer een halve meter.

Grondwaterbemonstering heeft plaats in boorgaten, waarin een buis wordt geplaatst met een filter, zodanig, dat de filterlengte en -diepte de gewenste dikte van de te bemonsteren grondwaterlaag bepalen. Vanuit deze buis wordt met een pompje een watermonster gezogen. Dit type bemonstering leent zich ook zeer goed, om, éénmalig uitgevoerd, een inzicht te verschaffen in de variatie in stikstofconcentratie op korte of langere afstand per perceel. Omdat gebleken is, dat in één perceel op korte afstand aanzienlijke verschillen in stikstofgehalten in het grondwater kunnen optreden, is door v.d. HEYDEN (1977) een onderzoek verricht naar de meest gewenste bemonsteringsfrequentie per oppervlakteeenheid.

B o d e m v o c h t b e m o n s t e r i n g streeft in principe hetzelfde doel na als grondwaterbemonstering, doch wordt vooral toegepast om op een bepaalde plaats en vaste diepte een inzicht te verkrijgen in het concentratieverloop met de tijd. Bovendien kan deze methode worden toegepast in situaties waarin het grondwater zo diep aanwezig is, dat grondwaterbemonstering technisch niet mogelijk is.

Bodemvochtmonsters worden genomen via in de grond gebrachte keramische filterkaarsen, waarin een onderdruk wordt aangelegd. Wanneer deze onderdruk groter is dan die, welke in de capillairen van de omringende grond heerst, wordt bodemvocht aangezogen. Een dergelijke vaste opstelling leent zich goed voor het vervolgen van een front van uit te spoelen stikstof verbindingen.

Voor een juiste interpretatie van de bemonsteringsresultaten is eveneens het bemonsterings t i j d s t i p van belang. Teneinde het meest geschikte tijdstip te kunnen vaststellen, dient men zich bewust te zijn van de meest markante punten van dit deel van de stikstofkringloop.

In het najaar, wanneer géén toevoegingen en onttrekkingen van betekenis aan de stikstofvoorraad meer plaatsvinden, doch voordat een neerslagoverschot deze voorraad in de vorm van uitspoeling gaat aantasten, ligt het geschiktste tijdstip voor een inventarisatie in de vorm van een bodembemonstering op minerale stikstof. Hierbij worden de gehalten aan NO_3^-, NO_2^- en HH_4^+ vastgesteld.

Tijdens en vooral aan het eind van de winterperiode ligt het meest geschikte tijdstip om de uitspoeling vast te stellen aan de hand van grondwater- en bodemvochtbemonstering. In het voorjaar als er géén neerslagoverschot meer is, is het moment aangebroken voor een tweede inventarisatie in de vorm van een bodembemonstering op minerale stikstof teneinde een inzicht te verkrijgen in de voorraadverschuivingen op verschillende diepten boven het grondwater als gevolg van biochemische processen, die omzettingen en vastlegging tot gevolg hebben, als mineralisatie, humificatie en denitrificatie.

Tijdens het groeiseizoen heeft bemonstering niet veel zin omdat:

1e. wat aan het begin van het groeiseizoen boven het grondwater in het profiel aan stikstofverbindingen aanwezig is, doorgaans niet verder uitspoelt omdat er geen neerslagoverschot meer optreedt.

2e. wat reeds aan het begin van het groeiseizoen dieper in het profiel aanwezig is, naar grotere diepten wordt afgevoerd, ook tijdens het groeiseizoen. Deze afvoer kan worden vervolgd aan de hand van hydrologische waarnemingen als grondwaterstandsopnamen en bodemvochtbepalingen.

3e. een klein deel kan via capillaire opstijging weer aan het gewas ten goede komen of via denitrificatie verdwijnen. Op Cranendonck dienen de mogelijkheden tot capillaire nalevering evenwel als uiterst gering te worden bestempeld.

Tijdens het groeiseizoen kan het zinvol zijn af en toe wat bodemvochtbemonsteringen uit te voeren, teneinde de verwachting, dat in het groeiseizoen geen belangrijke concentratieverschuivingen optreden, een vastere basis te verschaffen. Externe weersomstandigheden waardoor toch een neerslagoverschot optreedt, of hoge kunstmestgiften zouden bijvoorbeeld toch concentratie verschuivingen in het groeiseizoen tot gevolg kunnen hebben.

Aan een ideaal bemonsteringsschema zoals hierboven uiteengezet, is door verschillende oorzaken in het eerste onderzoeksjaar niet voldaan.

Een grondbemonstering heeft plaatsgevonden in het late najaar van 1978 op de percelen 5A, 5B, 6A en 6B, terwijl op hetzelfde tijdstip ook nog grondwaterbemonsteringen zijn uitgevoerd op één centrale plaats per perceel in een daartoe ingerichte permanente bemonsteringsset op de percelen 5B, 6B, 9/10, 7 en 4.

Tussen 2 en 20 juni 1978 heeft een uitgebreide grondwaterbemonstering plaatsgevonden op de percelen 5A, 5B, 6A, 9/10 en 21 met een bemonsteringsfrequentie gebaseerd op het gememoreerde onderzoek van V.D. HEYDEN (1977). Daarbij is de bovenste grondwaterlaag ter dikte van een halve meter bemonsterd. In elk monster afzonderlijk zijn analyses verricht van het nitraatgehalte, het Cl-gehalte en het electrisch geleidingsvermogen, terwijl bovendien uit de afzonderlijke monsters mengmonsters zijn samengesteld voor uitgebreider onderzoek.

Een uitgebreider analyse als in mengmonsters verricht omvat naast NO_3^- Cl^- en el.gel.verm. ook nog NO_2^-, NH_4^+, organische N en COD. De beide voorlaatste bepalingen vormen tesamen de zogenaamde Kjeldahl-N.

Tenslotte is op het gedraineerde perceel 9/10 tussen 19 januari en 18 mei 1978 het drainwater wekelijks (en tussen 6 februari en 6 maart dagelijks) bemonsterd en geanalyseerd op NO_3^-, Cl^- en el. gel.verm.

In bijlage C zijn de analyseresultaten weergegeven.

Van alle genoemde verschijningsvormen is het NO_3^-ion het sterkst vertegenwoordigd. Dit is een gevolg van het feit, dat de meeste andere verschijningsvormen vroeg of laat als gevolg van nitrificatie in nitraat overgaan, terwijl bovendien, doordat het nitraat-ion negatief geladen is, het niet door de eveneens negatief geladen bodemdeeltjes geadsorbeerd wordt en daardoor makkelijker uitspoelt. De andere minerale stikstofverbindingen zijn veel meer tussenfasen in de verschillende biochemische processen en hun voorkomen is dan ook van veel tijdelijker aard dan dat van het NO_3^- ion.

Het Cl-gehalte en het electrisch geleidingsvermogen werden gebruikt als controle op een mogelijk verdunning van drain- en grondwater door bijvoorbeeld kwelwater. Het electrisch geleidingsvermogen is een maat voor de in totaal in het water opgeloste zouten.

Het COD of chemisch zuurstofgebruik geldt als maat voor de aanwezige organische stof en kan dienst doen als indicator voor de verstoring van de zuurstofhuishouding als gevolg van vervuiling van uiteenlopende aard.

3.3. Bedrijfsvoering

De hoeveelheid stikstof, die in de winterperiode bij een heersend neerslagoverschot uitspoelt, is afhankelijk van het vruchtbaarheidsniveau in de bodem.

Dit is opgebouwd door opeenvolgende bemestingen in een reeks van voorafgaande jaren en het zal duidelijk zijn dat het bemestingsniveau naast klimatologische en hydrologische factoren in hoge mate bepaald wordt door de bedrijfsvoering. Teneinde het aandeel van de bedrijfsvoering in de invloed op de uiteindelijk aangetroffen analyseresultaten vast te stellen is het noodzakelijk het landbouwkundig beheer over de proefpercelen over, zo mogelijk, enkele voorafgaande jaren te kennen.

Bij de bedrijfsleiding van de proefboerderij zijn de volgende gegevens verzameld van 1 april 1976 tot 1 november 1978:

I. Veebezetting

a. aantal melkkoeien, droogstaande koeien, vaarzen, pinken en kalveren

b. beweidingsduur op welk perceel van elke categorie onder a

c. is er krachtvoer bijgevoerd? Hoeveel en op welk perceel?

d. welk beweidingssysteem? Dag en nacht buiten
Stalvoedering
's Nachts op stal.

II. Maaien

a. met welk doel (hooi-, kuil-, kunstmatig gedroogd)

b. wanneer

c. opbrengst (eventueel schatting)

d. is er gemaaid voor stalvoedering.

III. Bemesting

a. organische mest, vast of drijfmest. Hoeveel? Wanneer?

b. welke stikstofkunstmest? (ook samengesteld). Hoeveel? Wanneer?

IV. Krachtvoer en ruwvoer
aankoop/verkoop/verbruik
soorten onderscheiden in verband met eiwitrijkdom.

4. WIJZE VAN VERWERKEN VAN DE GEGEVENS

4.1. Waterbalans

Het waterhuishoudkundig onderzoek is erop gericht de grootte-orde van de afvoer vast te stellen, omdat deze mede bepalend is voor de mate van stikstofuitspoeling.

In het algemeen geschiedt een afvoerbepaling door opstelling van een waterbalans. In een bijzonder geval zoals op het gedraineerde perceel 9/10 kan een aanwijzing gevonden worden in meting van de draindebieten.

Een waterbalans heeft als algemene gedaante

$$N - E_r = A + \Delta V - W \qquad (1)$$

waarin:

N = neerslag

E_r = werkelijke verdamping

A = afvoer

ΔV = verandering in de vochtberging

W = kwel

Er zijn geen directe metingen verricht die ten doel hebben eventuele kwel of wegzijging vast te stellen. Dit werd niet noodzakelijk geacht omdat uit de verzamelde gegevens op twee manieren een inzicht kan worden verkregen in de vraag of kwel c.q. wegzijging hier een rol spelen. Dit zijn 1e. metingen van potentiaalverschillen in ondiepe en diepe naast elkaar staande grondwaterstandsbuizen, 2e. de vervaardiging van isohypsenkaartjes voor verschillende perioden.

Voor beide methodes is evenwel een waterpassing van de waarnemingspunten vereist. Deze is in april 1979 uitgevoerd, zodat een aparte beschouwing aan het verschijnsel van de kwel kan worden gewijd.

4.2. K w e l

Ten aanzien van eventuele kwel kan het volgende worden opgemerkt: Evenals in de rest van de provincie Brabant helt het terrein in het algemeen af van zuid naar noord met een verhang van gemiddeld 0,91 o/oo (1 meter hoogteverschil op 1100 meter afstand). Dit heeft een constante grondwaterstroming met ongeveer eenzelfde verhang tot gevolg. De beken, die dit landschap in hoofdzaak van zuid naar noord doorsnijden vormen laagten van in het algemeen geringe breedte, waarin afbuigingen van de algemene stroomrichting naar de beken toe kunnen optreden.

Op dit algemene beeld vormt het gebied rond Cranendonck géén uitzondering.

De waterpassing van de grondwaterstandswaarnemingspunten heeft in april 1979 plaatsgehad. Wanneer het gemiddelde van de hoogste waargenomen grondwaterstanden in de winter 1977/1978 ten opzichte van NAP wordt omgerekend, en bij de waarnemingspunten op kaart wordt gezet, kunnen lijnen van gelijke grondwaterstand ten opzichte van NAP (isohypsen) worden ingetekend. Een kaartje met ingetekende isohypsen voor de situatie met relatief hoge grondwaterstanden (voorjaar 1978) is bijgevoegd in bijlage F.

Het op deze wijze aan het licht gebrachte grondwaterverhang varieert van 0,7 - 1,7 o/oo (0,5 meter hoogteverschil op 300-700 meter afstand) en is dus van dezelfde grootteorde als dat hierboven voor de gehele provincie is vastgesteld.

In droge perioden neemt de grondwaterstroming af in intensiteit.

Voeding door neerslagoverschot heeft niet meer plaats en de stroming gaat zich meer beperken tot gedeelten die zich daarvoor het best lenen, bijvoorbeeld gedeelten met grotere hoogteverschillen (hoge delen stromen 'leeg'). Het gevolg is een wat grilliger stromingspatroon waarin grote delen voorkomen waarin geen hoogteverschillen in het grondwatervlak meer voorkomen.

De hoogste grondwaterstanden in de gehele onderzoeksperiode kwamen voor in maart 1979. In grote trekken vertonen deze hetzelfde beeld als in de winter 1977/1978, alleen zijn ze 30 à 40 cm hoger. Iets duidelijker manifesteert zich daarbij het algemene afstromingsbeeld van een zuid-noord verlopende rug over de bewoningskernen van Budel en Soerendonk, waarbij naar beide zijden afstroming plaats heeft naar de aldaar aanwezige beken (in N.O. richting naar de Kleine Aa en in N.W. richting naar de Strijper Aa).

Een exacte berekening van eventuele kwel is niet wel mogelijk omdat daarvoor te weinig gegevens aanwezig zijn. Op één plaats is dit wèl mogelijk. Bij buis F staan in de onmiddellijke omgeving twee buizen, die voor drinkwatervoorziening van het vee dienen en tot $\pm$ 7 meter diepte reiken. Een geconstateerd potentiaal verschil in beide buizen zou tot de conclusie van het voorkomen van kwel kunnen leiden. Na waterpassing van de buizen is vergelijking van de grondwaterhoogten in de drie buizen mogelijk geworden. Daarbij is gebleken, dat in drogere perioden het verschil in grondwaterpeil nooit meer dan 1 cm bedroeg en in natte perioden op kan lopen tot 2 à 3 cm.

Op deze situatie is de volgende formule van toepassing:

$$W = \frac{h_f - h_p}{c} \qquad (2)$$

waarin:

W = kwel

h_f = hoogte van het freatisch vlak (m)

h_p = hoogte van het piezometrisch vlak (m)

c = hydraulische weerstand in verticale richting (etm.)

Als er een potentieel verschil optreedt dan moet dit, althans bij een horizontale stroming, het gevolg zijn van een weerstand, welke optreedt in een laag, gelegen tussen de filterdiepten van de diepe en de ondiepe buis. Deze weerstand is afhankelijk van de dikte (D) en de vertikale doorlatendheid (Kv) van de weerstand biedende laag. Dus

$$c = \frac{D}{Kv} \quad \frac{\text{in m}}{\text{in m/etm}}$$

c wordt derhalve uitgedrukt in etmalen en omdat

$$W = \frac{\text{pot.verschil}}{c}$$ wordt de kwel uitgedrukt in m/etm.

Van de werkelijke waarden van D en Kv is niets bekend. Verondersteld mag worden dat er inderdaad lemig zand of zandige leem aanwezig is. Aangezien het verschil in filterdiepte ± 5 meter bedraagt, is D in ieder geval kleiner dan 5. Als de gemiddelde doorlatendheid van het totale lemige pakket gesteld wordt op 0,1 m/etm bedraagt de waarde van c dus hoogstens 50. In dat geval kan de grootte van de kwel in de winterperiode nooit méér bedragen dan

$$\frac{0{,}025}{50} = 0{,}0005 \text{ m/etm}$$

Hierbij moet bedacht worden, dat de nabijheid van de beek (op ± 100 m. afstand) tot gevolg heeft, dat misschien een zeer klein gedeelte van deze 0,5 mm/etm veroorzaakt wordt door de verticale component van de radiale weerstand naar de beek toe, zodat de werkelijke kwel in ieder geval nog geringer is dan 0,5 mm/etm in de winter.

Hoewel kwantificering van de kwel zonder nadere kennis van het profiel beneden normale boordiepte onmogelijk is, moge uit deze benaderingswijze toch wel blijken, dat de kwel verwaarloosbaar klein is.

4.3. Waterhuishouding

Er staan twee wegen open om voldoende componenten aan te dragen teneinde alle onbekenden in een waterbalans op te lossen namelijk een vereenvoudigde waterbalans op jaarbasis en een grondwaterstandsanalyse. Bij de opstelling van een vereenvoudigde waterbalans op jaarbasis wordt uitgegaan van een voorraad beschikbaar vocht tussen pF 2,0 en pF 4,2 in evenwichtstoestand op een bepaald moment in de herfst. De gesommeerde neerslag- en verdampingsoverschotten worden toegevoegd of afgetrokken. De vochtvoorraad ten tijde van de tweede evenwichtstoestand in het voorjaar wordt vastgesteld en van het gevonden totaal afgetrokken. Dit levert een rest op die de totale afvoer moet zijn in het afgelopen winterseizoen. Deze methode heeft als aantrekkelijke eigenschap dat kwel of wegzijging buiten beschouwing kan worden gelaten. Als zwakke zijde kan worden aangevoerd dat voor een exacte vochtvoorraadsbepaling beschikt zou moeten worden over vochtbepalingen of over een pF-vochtkarakteristiek.

Indien beschikt kan worden over veel grondwaterstandswaarnemingen, zoals hier het geval is kan een grondwaterstandsanalyse worden toegepast. Deze methode steunt op de overweging dat er een samenhang moet bestaan tussen de neerslagsaldi en de grondwaterstandsveranderingen binnen een zekere kortdurende periode waarbinnen de verdamping en de gemiddelde grondwaterdiepte als gelijkblijvend kan worden beschouwd. Het uitganspunt is nu, dat binnen een dergelijke korte periode de som van verdamping en afvoer (en eventuele kwel) bij benadering van gelijke, doch vooralsnog onbekende grootte is. Dit houdt in, dat binnen een dergelijke kortdurende periode optredende neerslag (overschot) variaties samen moeten hangen met vochtvoorraadsveranderingen (ΔV) welke tot uiting komen in grondwaterstandsveranderingen (ΔW). In dit onderzoek is de kortst mogelijke periode van 24 uur gehanteerd vooral omdat exacte neerslagwaarnemingen per etmaal aanwezig waren. 14-daagse en wekelijkse grondwaterstandswaarnemingen zijn omgerekend in waarnemingen per etmaal ook al omdat zogenaamde 14-daagse opname perioden in werkelijkheid konden variëren van 11- tot 19-daagse.

Een grondwaterstandsanalyse kent als zwakke zijde de onbekendheid met kwel- of wegzijging doch verschaft daarentegen een beter inzicht in de werkelijke verdamping en in de grootte van de berging.

Het lijkt aantrekkelijk om beide methoden eens naast elkaar toe te passen omdat het niet onmogelijk is dat zij elkaar op de zwakke punten kunnen ondersteunen.

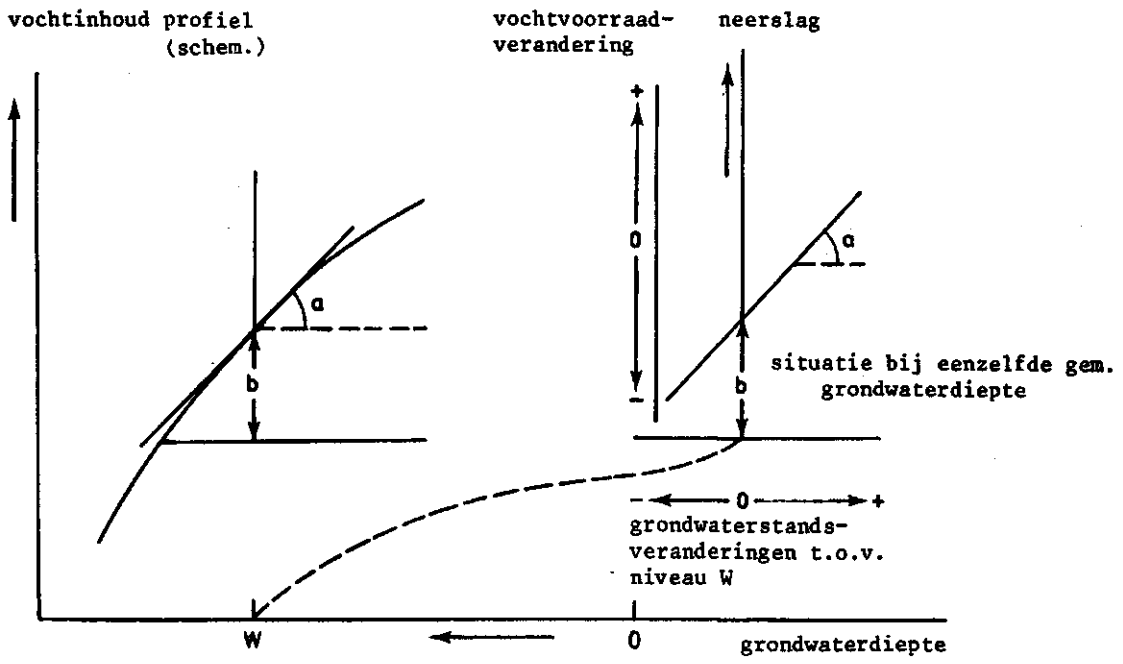


Fig. 2. Het principe van de grondwaterstandsanalyse, schematisch weergegeven. Rechtlijnig verband tussen grondwaterstandsveranderingen en neerslag gedurende voldoend korte perioden, vormt een onderdeel van het kromlijnig verband tussen grondwaterdiepte en vochtinhoud

In fig. 2 is het principe van de grondwaterstandsanalyse schematisch weergegeven. De grondwaterdiepte W en de open-water verdamping E_o doen dienst als maatstaven voor de grootte van, respectievelijk de afstroming Q en de werkelijke verdamping E_r.

Omdat grondwaterstandsveranderingen in korte perioden slechts een geringe spreiding over een gemiddelde grondwaterdiepte zullen kunnen vertonen zal de samenhang tussen grondwaterstandsverandering (x) en vochtvoorraadsverandering (y) goed door een rechte lijn kunnen worden weergegeven, welke kan worden beschreven als:

$$y = px + q \qquad (3)$$

Als voor W wordt geschreven: $\alpha \Delta W$ waarin α de bergingscoëfficient vaststelst, waarmee een bekende grondwaterstandsverandering ΔW kan worden omgerekend in de vochtvoorraadsverandering ΔV en bovendien geldt:

$$\Delta W = W_1 - W_2$$

dan kan (2) geschreven worden als:

$$N = \alpha \left[W_1 - W_2\right] + \left[A + E_r\ (-K)\right] \qquad (4)$$

Als voorbeeld moge gelden fig. 3, waarin voor buis 2 (bedrijfsgrondwaterstandsbuis) voor zes gemiddelde grondwaterstandsgroepen N is uitgezet tegen $(W_1 - W_2)(=\Delta)$. Deze figuren geven ieder formule (4) weer. Bergingscoëfficient α wordt gevonden als de hellingshoek van de rechte. Coëfficient b wordt gevonden voor $\Delta W = 0$ want daar is $N = A + Er(-K)$. Bergingscoëfficient α is te beschouwen als een eigenschap van het profiel.

Gedurende de winter van 1 november tot 1 april mag de gewasverdamping in dit verband weliswaar als klein worden beschouwd, doch toch ook weer niet verwaarloosbaar klein.

Dit moge blijken uit onderstaand overzicht:

Gemiddelde gewasverdamping (0,8 Eo) over de volgende wintermaanden: (KNMI station Gemert)

november 1977 22 mm, december 1977 3 mm, januari 1978 4 mm

februari 1978 14 mm, maart 1978 33 mm. Totaal 76 mm. Dit is 14% van de totale gemiddelde jaarverdamping (0.8 Eo). De aflezing voor N-Er bij $\Delta W = 0$ geeft dan direct de grootte van de afvoer weer (inclusief eventuele kwel).

Het verband tussen winterafvoer en grondwaterstand kan uit de zes figuurtjes worden afgelezen en is weergegeven in de voorbeeldfiguur 3 links onderaan (fig. 3A). Deze lijn geeft een veronderstelde stationaire situatie weer. In werkelijkheid is deze lijn de gemiddelde weergave van een puntenzwerm, waarvan het bovenste deel het verband bij stijgende en het onderste deel het verband bij dalende grondwaterstanden weergeeft. Voor het beoogde doel kan echter zeer wel met de weergegeven samenhang worden volstaan.

Indien eenzelfde bewerking geschiedt voor de zomerperiode (fig. 6) wordt een lijn gevonden (de 2e lijn links onderaan (fig. 3A)), die het verband weergeeft tussen grondwaterstand en afvoer + gewasverdamping omdat deze laatste factor gedurende de zomer zeker niet verwaarloosd kan worden. Het niveauverschil tussen beide lijnen geeft een indicatie voor de minimale grootte van de gewasverdamping in de zomer. Minimaal, omdat aangenomen moet worden, dat de zomerafvoer kleiner is dan de winterafvoer en dit vooralsnog onbekende seizoensverschil nog bij de gewasverdamping dient te worden gevoegd.

In hetzelfde figuuronderdeel (fig. 3A) zijn eveneens uitgezet de aflezingen voor ΔW bij $N = 0$. Deze grondwaterstandsveranderingen als er géén neerslag valt zijn te beschouwen als een functie van de vochtbergingsmogelijkheden. Ook deze aflezingen vertonen een duidelijk verband met de gemiddelde grondwaterstanden.

Gedurende de winter zijn de vochtspanningsverschillen in het profiel gering. De bergingscoëfficient α hangt dan direct samen met de grondwaterdiepte W. Volgens MAKKINK (1962) verlóopt deze samenhang volgens:

$$\alpha = fW^m \qquad (5)$$

waarin f en m profielgebonden constanten zijn.

Deze constanten f en m kunnen worden gebruikt om het bergend vermogen te berekenen volgens:

$$B_w = \frac{f}{m+1} W^{m+1} \qquad (6)$$

B_w = bergend vermogen in m. W = grondwaterstand in m.ben.mv. (MAKKINK, 1962 en BLOEMEN, 1970).

Het is zeker niet uitgesloten, dat, wanneer méér hydrologische gegevens ter beschikking staan in het tweede onderzoeksjaar, deze formule zal kunnen worden toegepast.

Wordt nu log a uitgezet tegen log W dan wordt de veronderstelde samenhang vastgesteld door een rechte lijn, waarvan m de hellingstangens vormt en logf op de verticale as kan worden afgelezen bij log W = 0 (W = 1).

In de voorbeeldfiguur is deze bewerking uitgevoerd rechts onderaan (fig. 3B).

Indien een dergelijke bewerking voor de zomermaanden wordt herhaald, worden in grote trekken soortgelijke relaties verkregen echter met een grotere spreiding van de punten rondom de lijn, omdat de gewasverdamping dan wèl invloed uitoefent.

Het beschikbare waarnemingsmateriaal is opgesplitst in groepen met eenzelfde gemiddelde grondwaterstand en wel zodanig dat per grondwaterstandsgroep 12 à 18 punten voorkomen, hetgeen voldoende werd geacht om tot een duidelijke samenhang te geraken.

De bewerkingen zijn uitgevoerd voor een drietal bedrijfsbuizen (II, III en IV), over 9 jaar, waarbij buis II een wat lager gelegen en vochtiger profiel representeert en de buizen III en IV op hoger gelegen en drogere profielen staan, waarbij aangetekend dient te worden, dat buis IV op een perceel staat dat een groot deel van de waarnemingsperiode bouwland was en zolang het grasland is, 's zomers beregend wordt. De bewerkingen zijn in een aantal figuren weergegeven t.w.:

Buis II	winter	fig. 3	Buis II	zomer	fig. 6
Buis III	winter	fig. 4	Buis III	zomer	fig. 7
Buis IV	winter	fig. 5	Buis IV	zomer	fig. 8

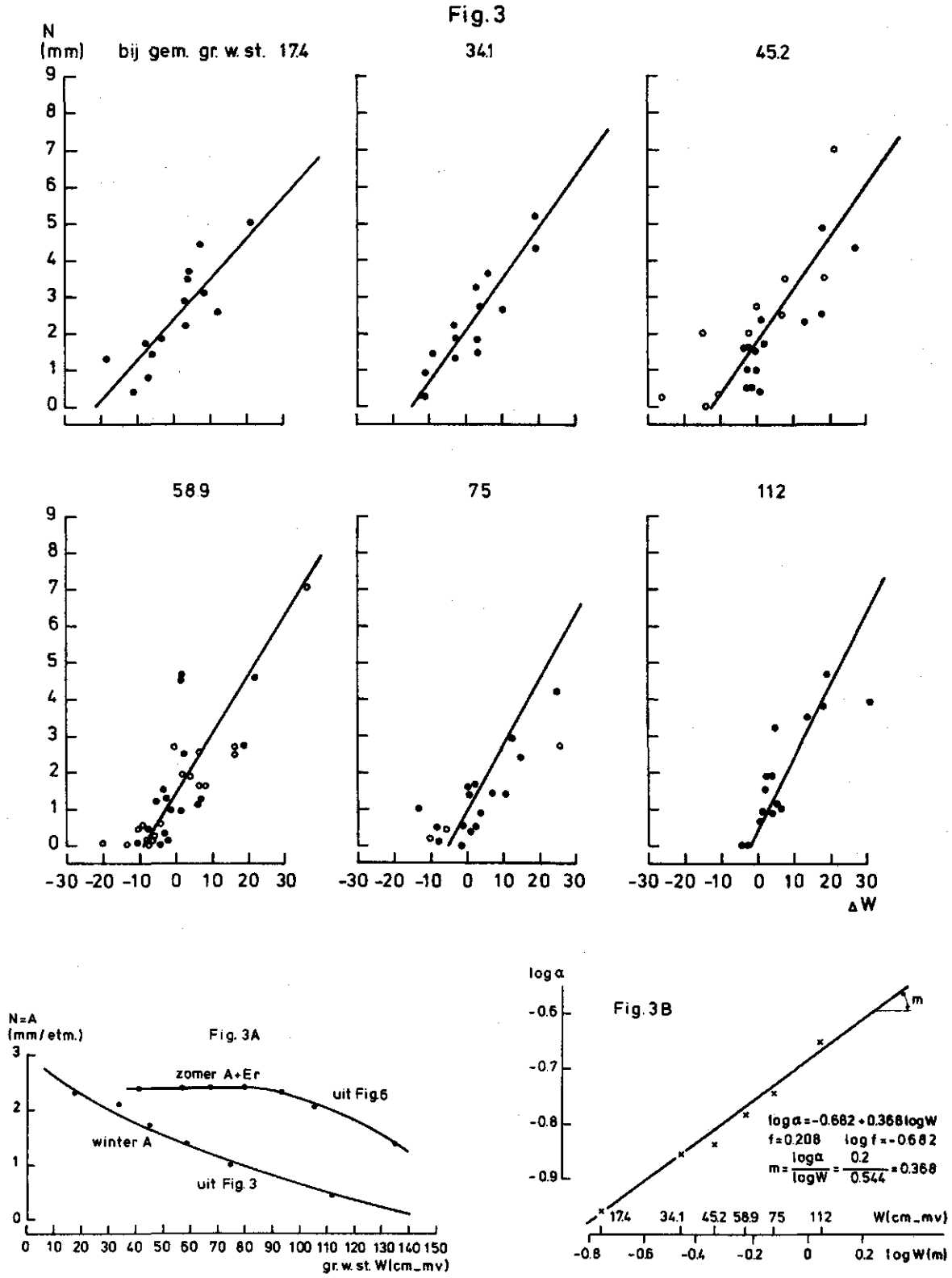


Fig. 3. Grondwaterstandsanalyse buis II winter

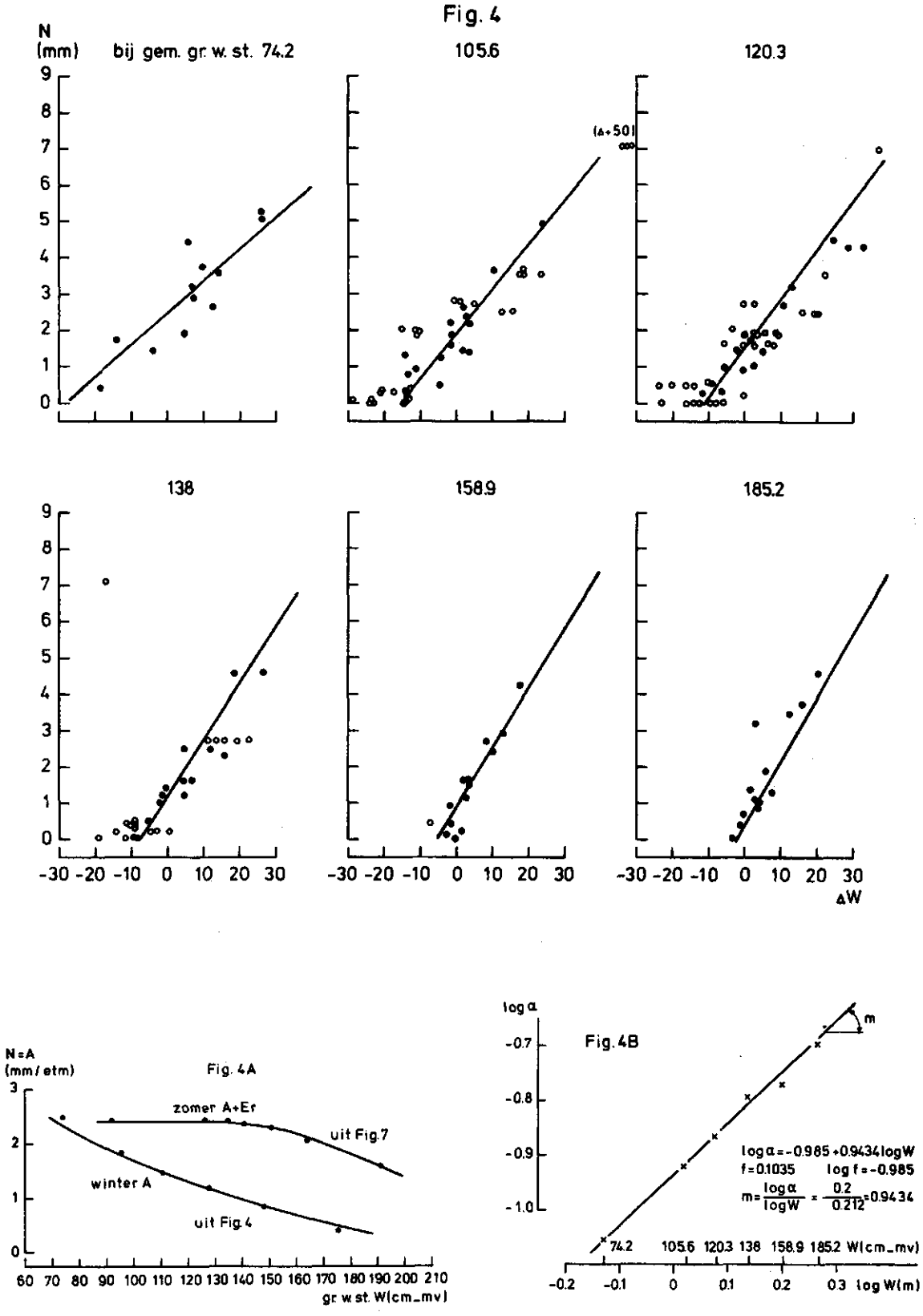


Fig. 4. Grondwaterstandsanalyse buis III winter

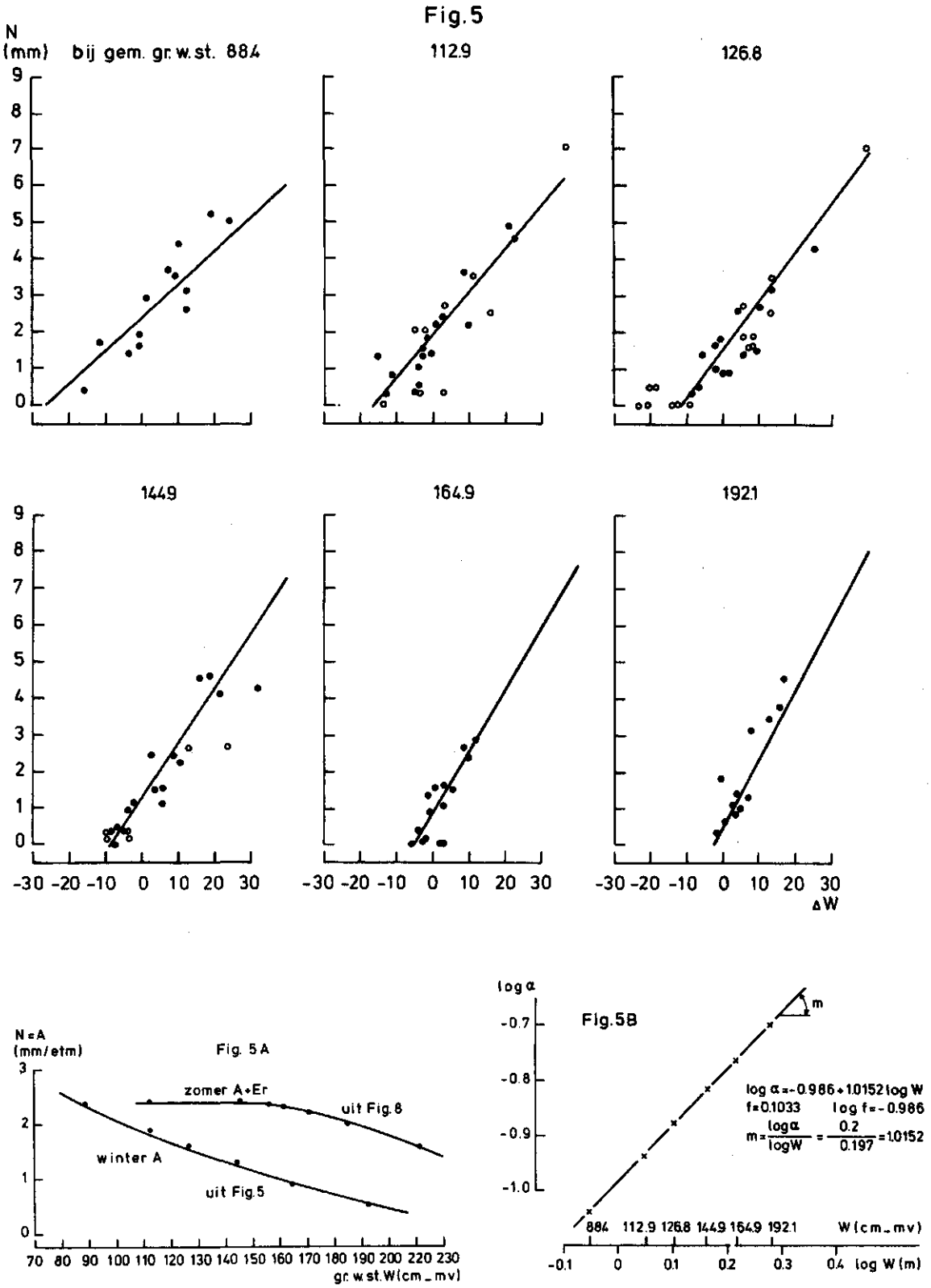


Fig. 5. Grondwaterstandsanalyse buis IV winter

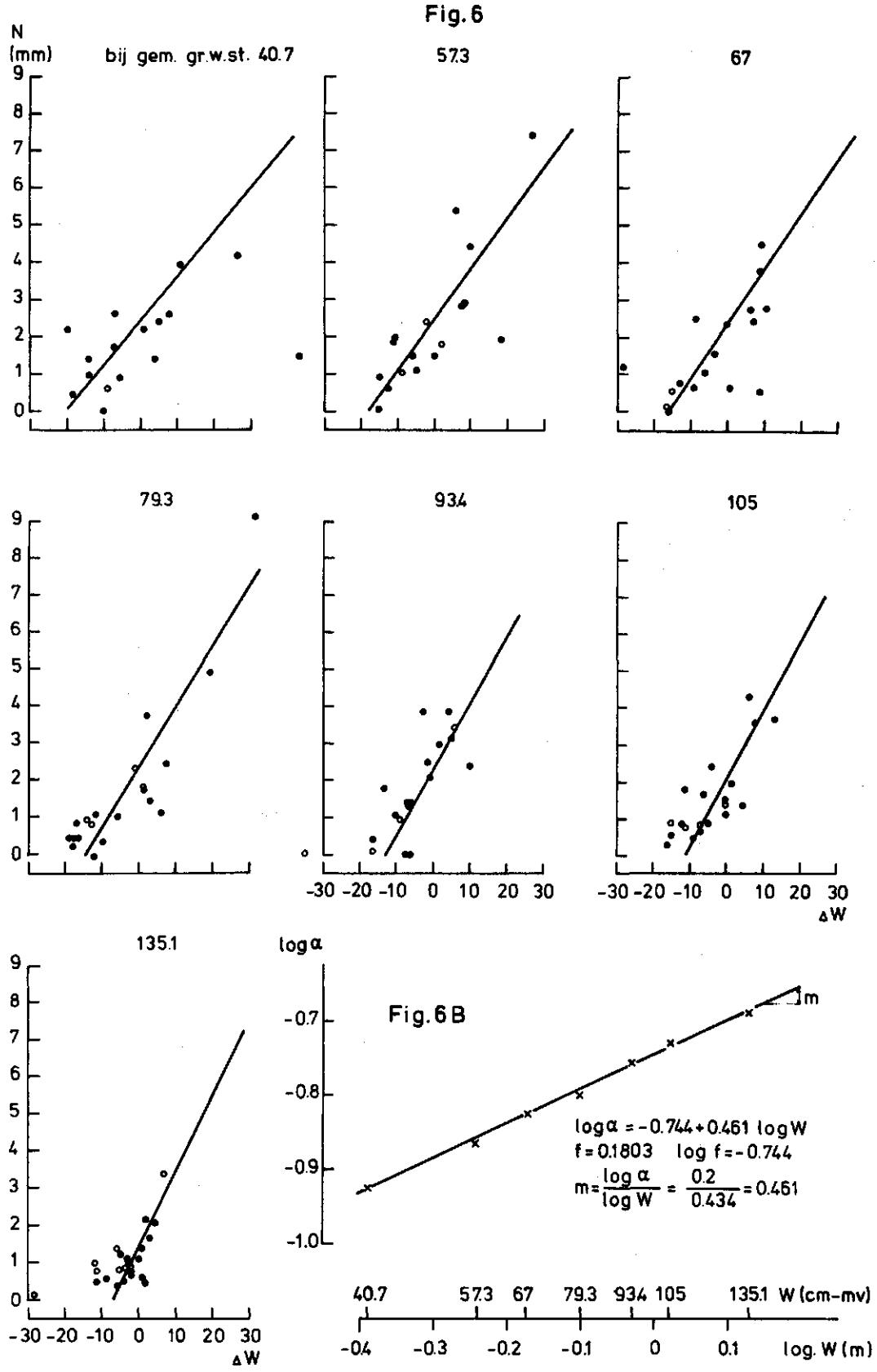


Fig. 6. Grondwaterstandsanalyse buis II zomer

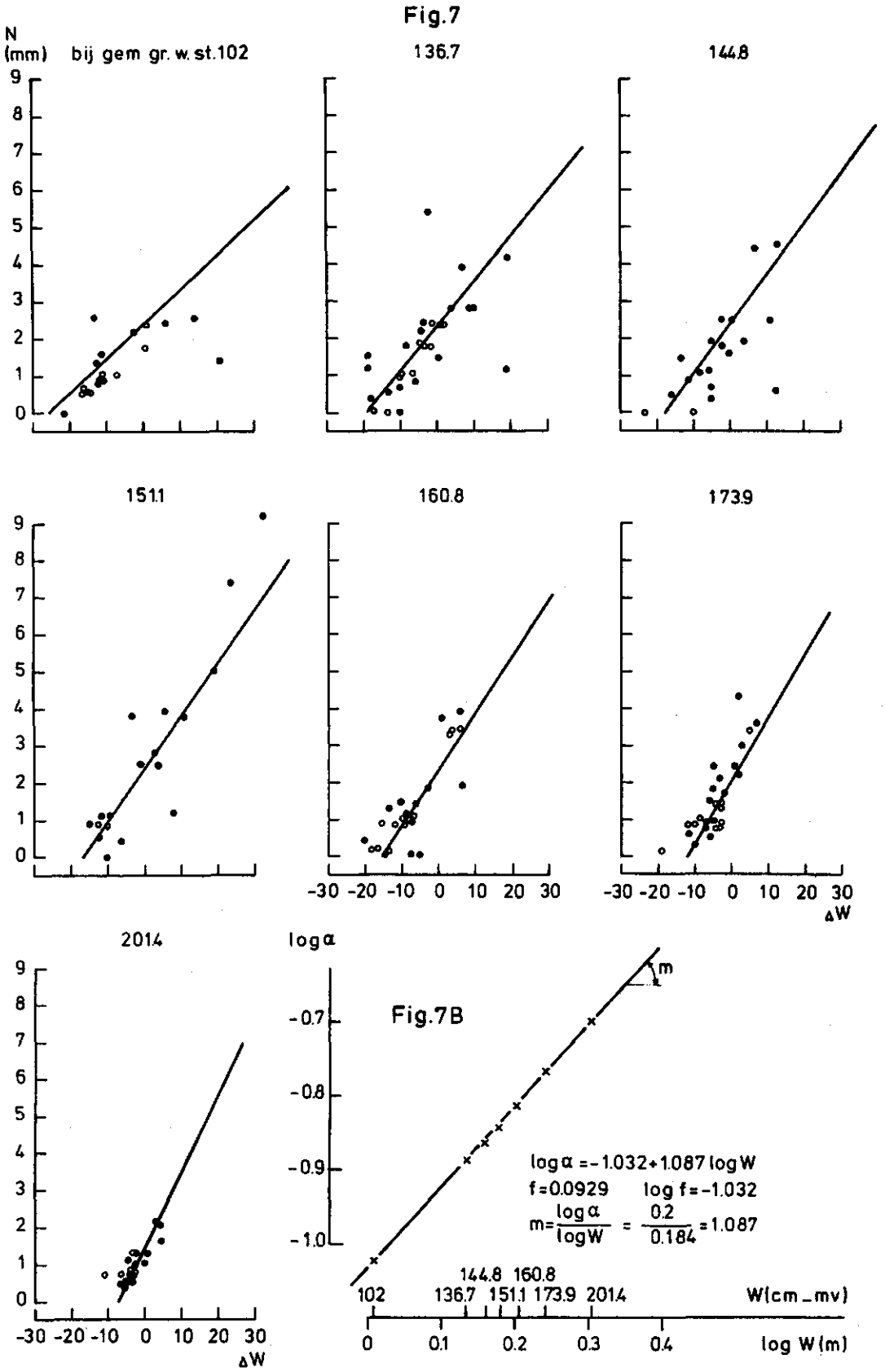


Fig. 7. Grondwaterstandsanalyse buis III zomer

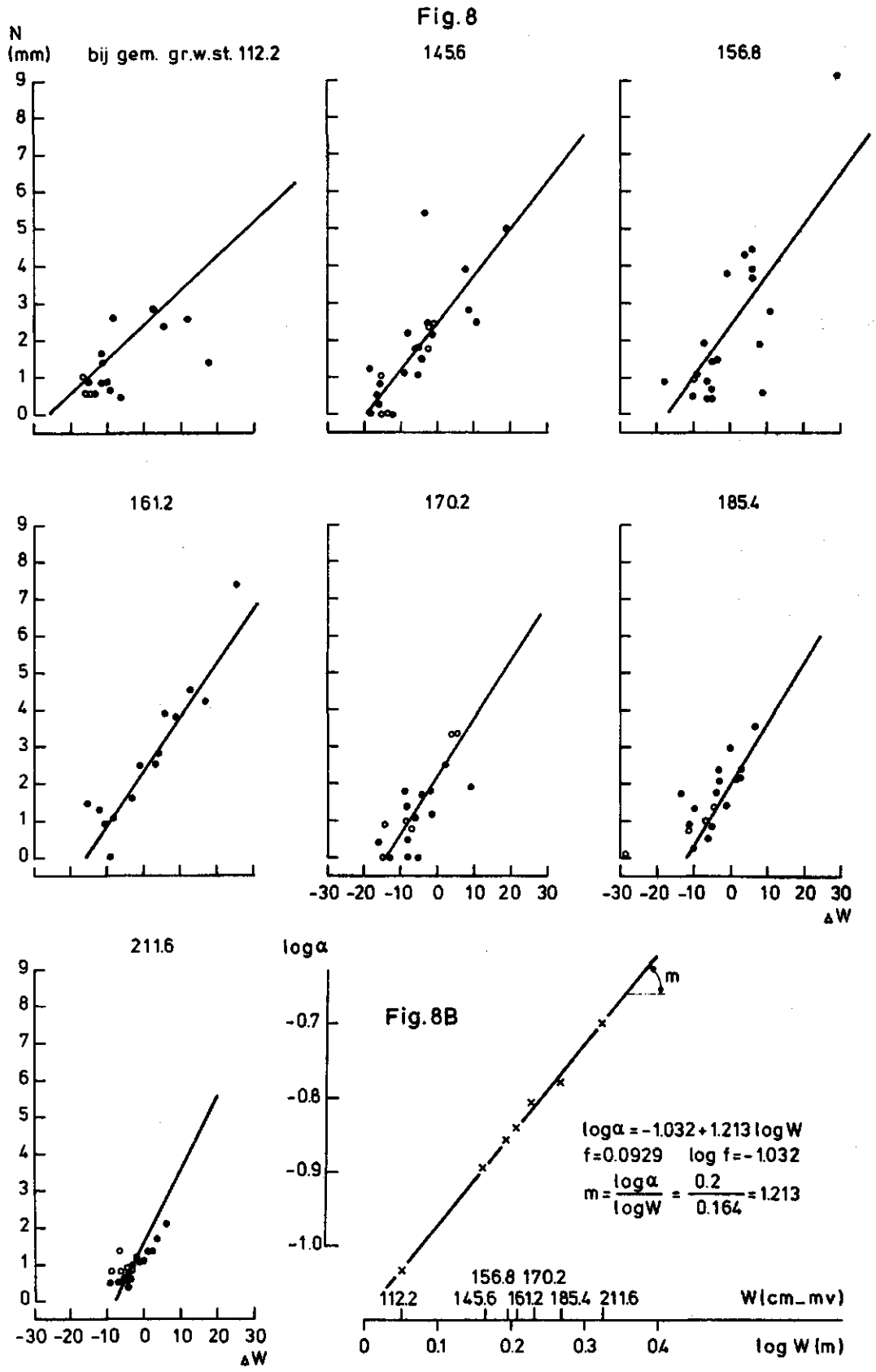


Fig. 8. Grondwaterstandsanalyse buis IV zomer

In ieder van deze figuren is tevens log α tegen log W uitgezet ter bepaling van de waarde van f en m in: $\alpha = fW^m$ (fig. 3 t/m 8B). Later zijn de eigen waarnemingen van de winter 77/78 en van de zomer 1978 ingepast. Hierbij bleek, dat de eigen waarnemingen van de volgende e i g e n buizen zeer goed pasten in de puntenzwermen van de bewerkte b e d r i j f s buis uitkomsten volgens onderstaand overzicht:

Bedrijfsbuis:	Eigen buis:
IV	4 + 12
III	2 + 11 + 13 + A + C
II	5 + 21

De volgende buizengroepen vertoonden géén overeenkomst en dienden apart te worden bewerkt:

1 + 9 + 14 + B	fig. 9 (winter)	fig. 10 (zomer)
6 + 10	fig.11 (")	fig. 12 (")
7 + 8	fig.13 (")	fig. 14 (")

(De buizen met letters aangeduid, zijn buizen, binnen het bedrijf, de buizen met cijfers aangeduid, zijn buizen rondom het bedrijf. Zie ook overzichtskaartje fig. 1).

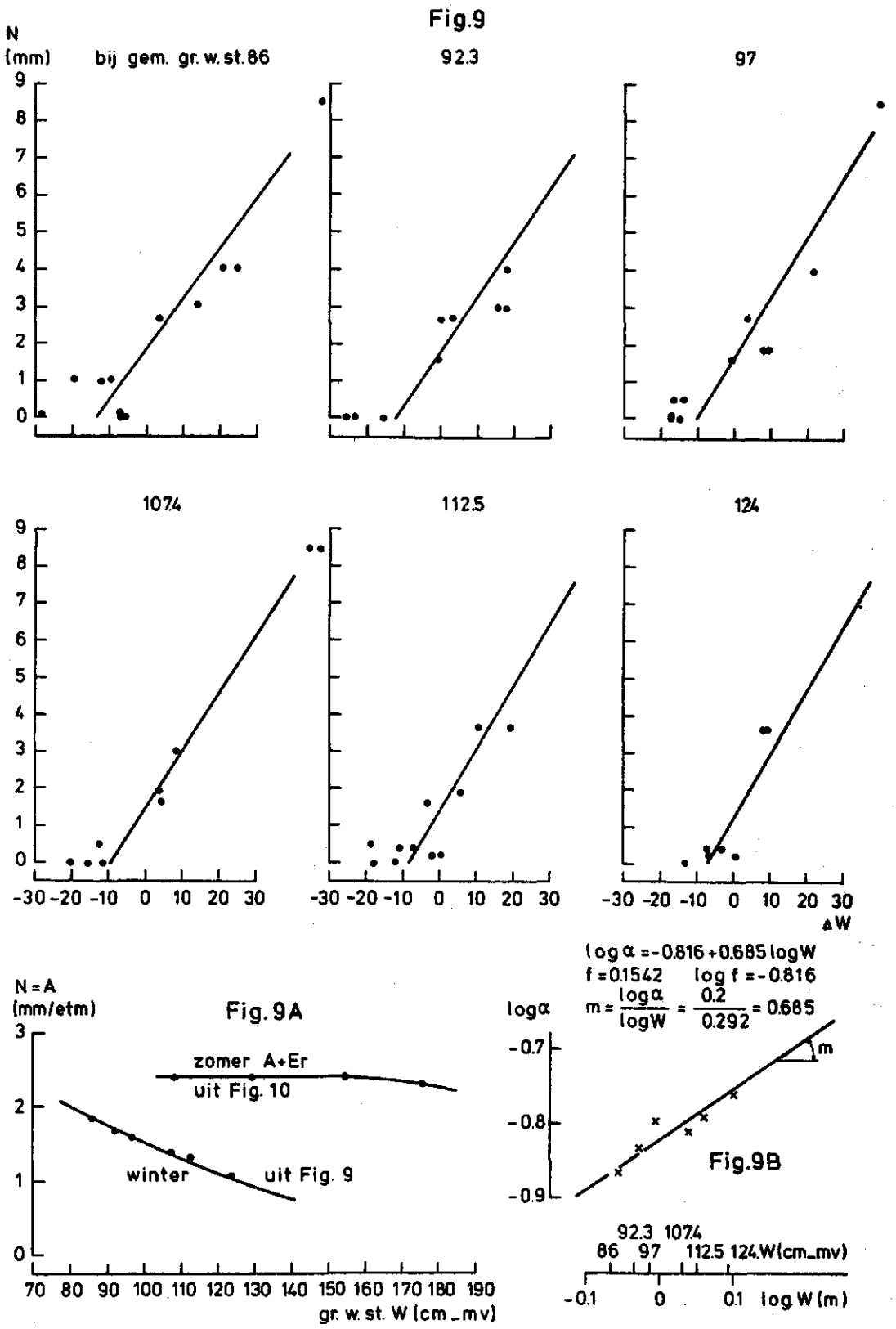


Fig. 9. Grondwaterstandsanalyse buis 1, 9, 14, B winter

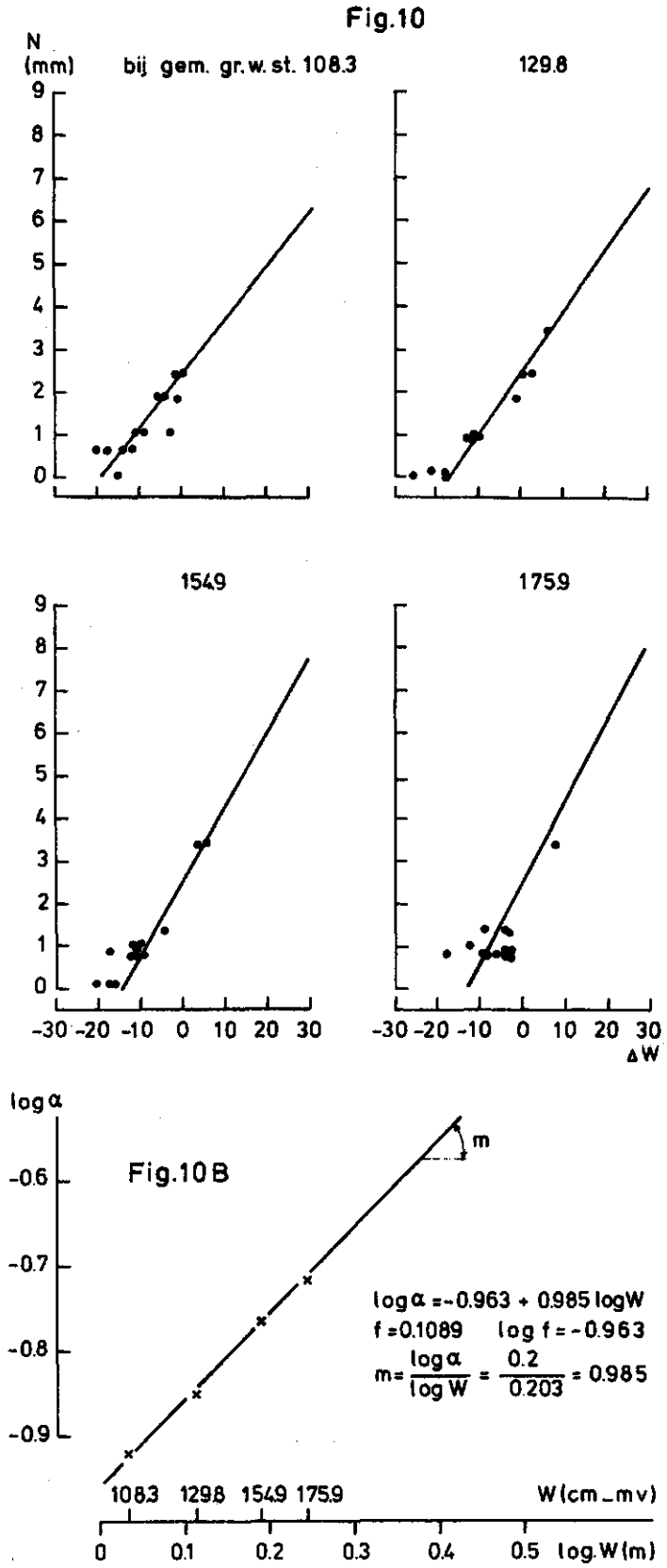
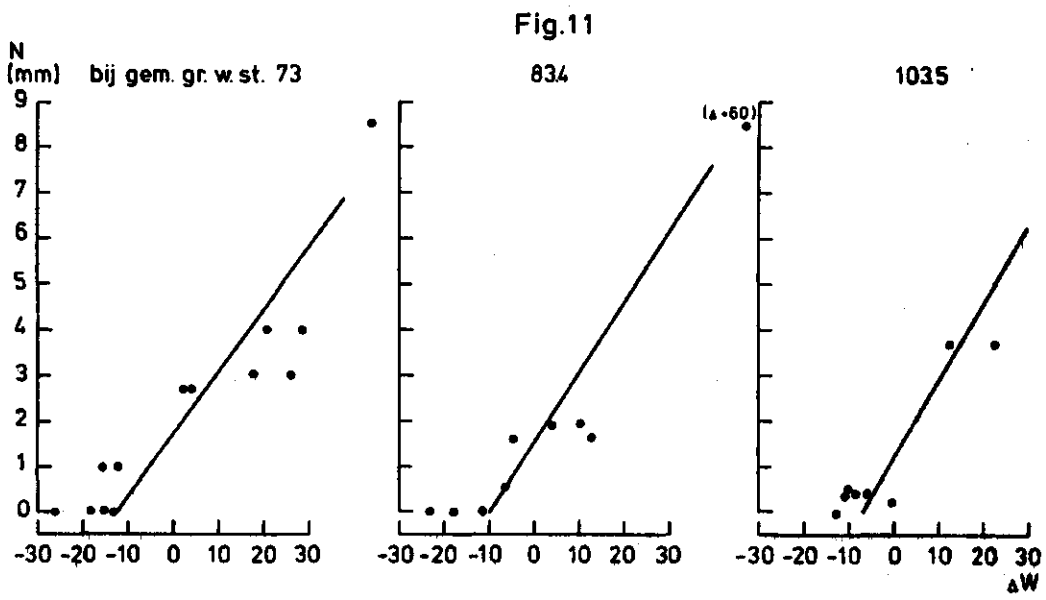
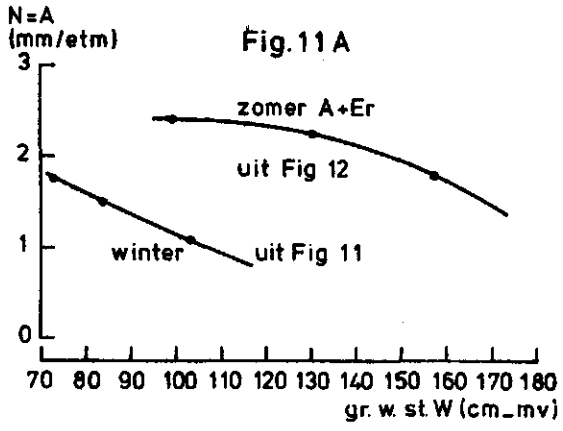


Fig. 10. Grondwaterstandsanalyse buis 1, 9, 14, B zomer





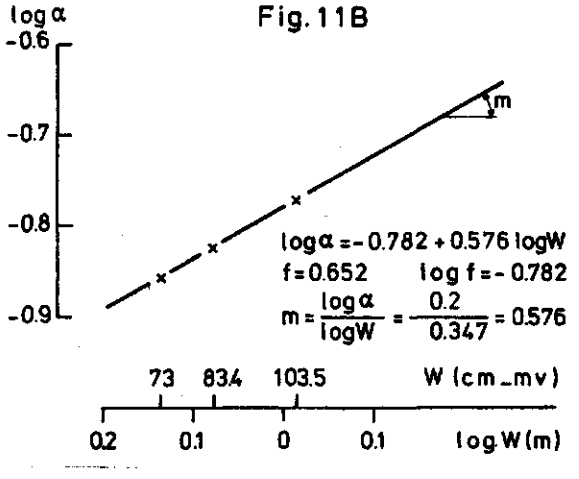
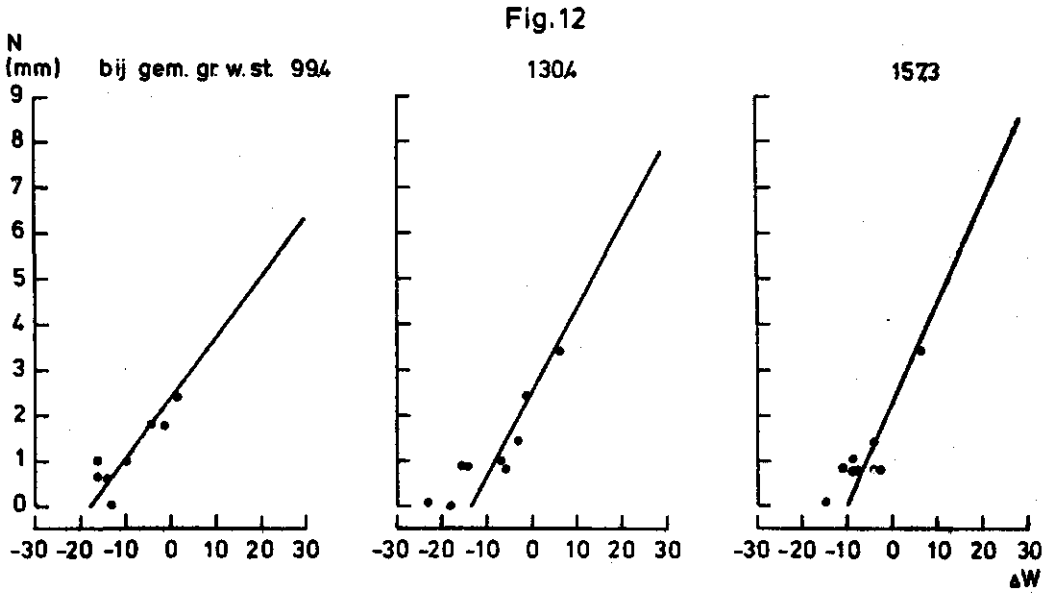


Fig. 11. Grondwaterstandsanalyse buis 6, 10 winter



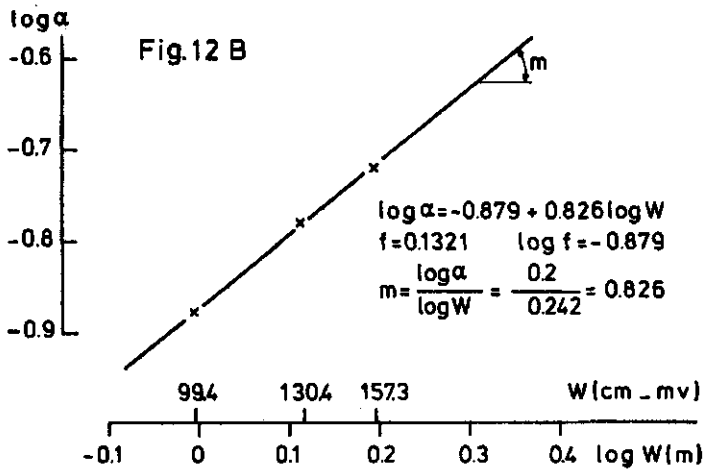


Fig. 12. Grondwaterstandsanalyse buis 6, 10 zomer

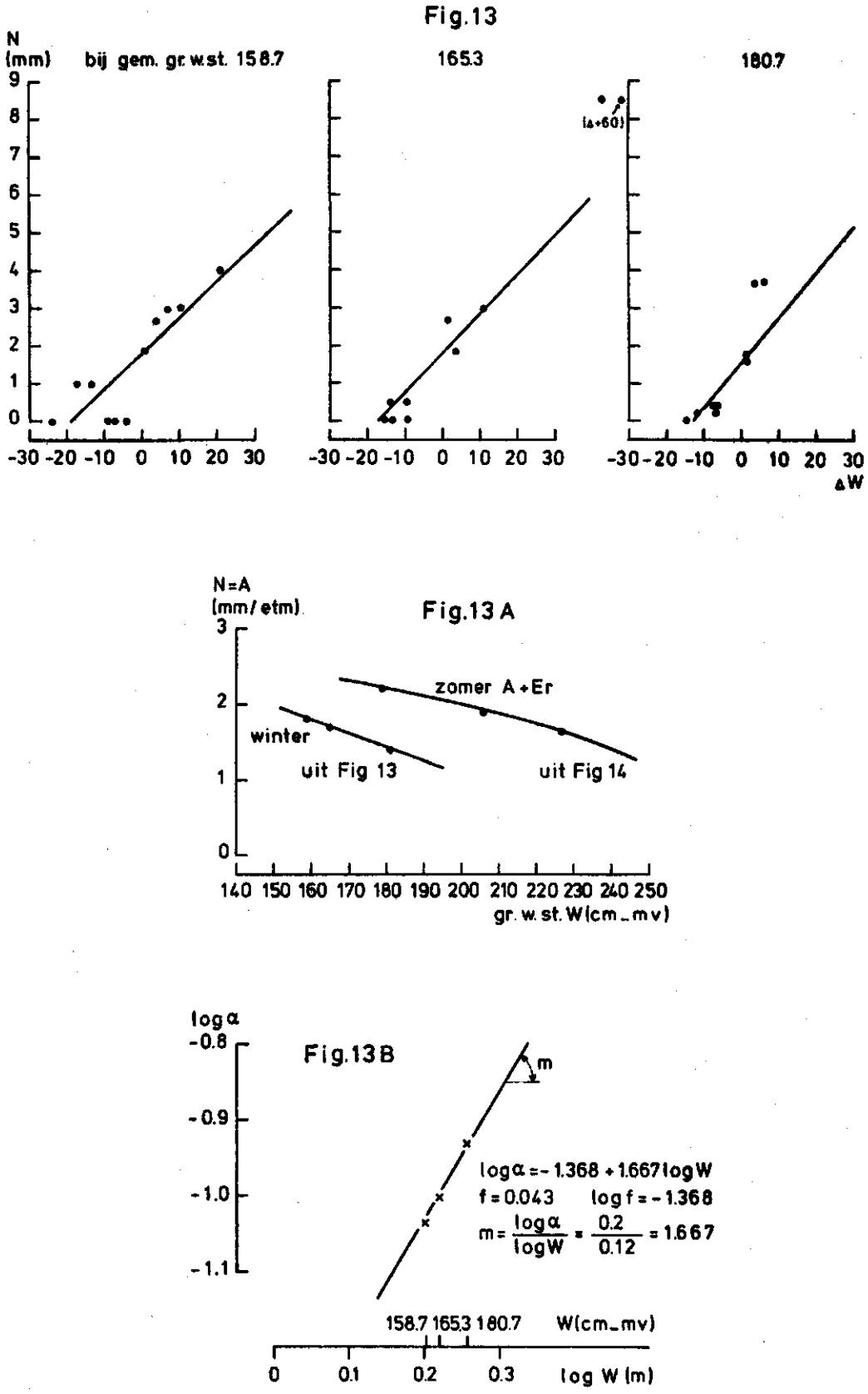
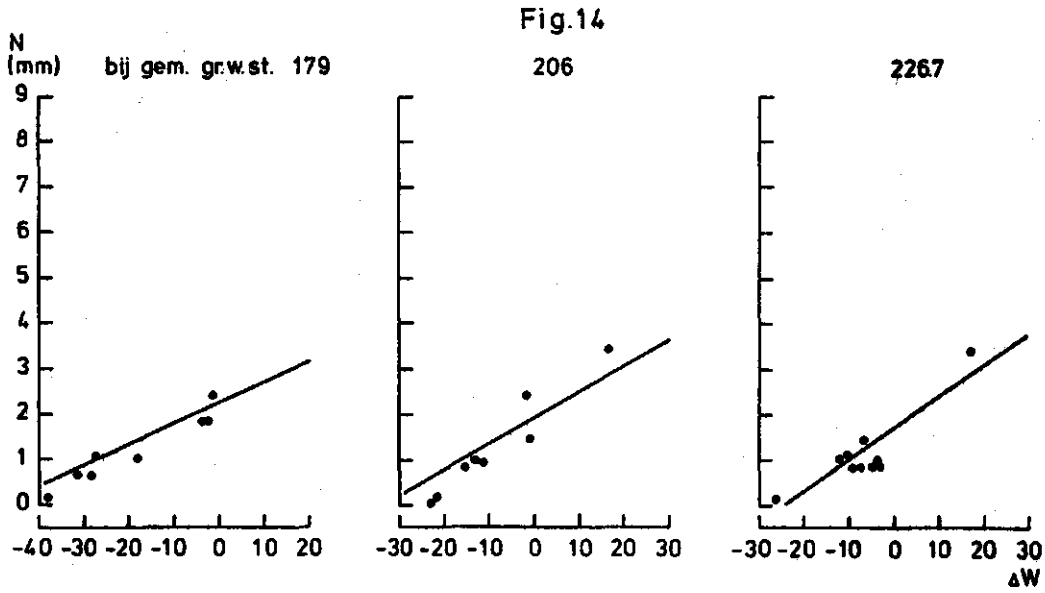


Fig. 13. Grondwaterstandsanalyse buis 7, 8 winter



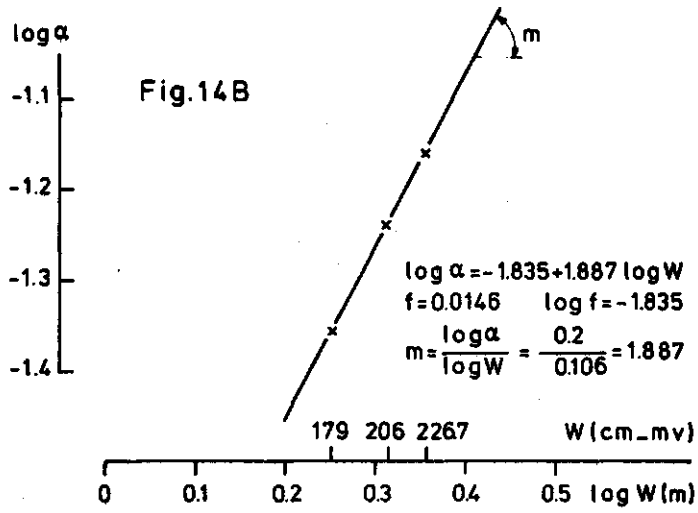


Fig. 14. Grondwaterstandsanalyse buis 7, 8 zomer

Tabel 1

Buisnummers Bedrijf	Buisnummers Eigen	Winter Gem. grwst.	Winter log W	Winter N voor ΔW=0 mm/etm.	Winter W voor N=0 mm	Winter α = N:ΔW	Winter log α	Zomer Gem. grw.st.	Zomer log W	Zomer N voor ΔW=0 mm/etm.	Zomer W voor N=0 mm	Zomer α= N:ΔW	Zomer log α	Winter f	Winter m	Zomer f	Zomer m
	7+8	159	0,2016	1,8	19,5	0,0923	-1,0348	179	0,2529	2,2	50	0,0440	-1,3565	0,0430		0,0146	
		165	0,2183	1,7	17	0,1000	-1,0000	206	0,3139	1,9	33	0,0576	-1,2396		1,667		1,887
		181	0,2570	1,4	12	0,1167	-0,9329	227	0,3555	1,65	24	0,0688	-1,1624				
	3 valt uit:te weinig gegevens																
IV	4+12	88,4	-0,0535	2,4	26,5	0,0906	-1,0429	112,2	0,0500	2,4	26	0,0923	-1,0348				
		112,9	0,0527	1,9	16,5	0,1152	-0,9385	145,6	0,1632	2,4	19	0,1263	-0,8986	0,1033		0,0929	
		126,8	0,1031	1,6	12	0,1333	-0,8752	156,8	0,1953	2,35	17	0,1382	-0,8595		1,0152		1,213
		144,9	0,1611	1,3	8,5	0,1529	-0,8156	161,2	0,2074	2,3	16	0,1438	-0,8422				
		164,9	0,2172	0,9	5	0,1800	-0,7613	170,2	0,2310	2,2	14	0,1571	-0,8038				
		192,1	0,2835	0,5	2,5	0,2000	-0,6990	185,4	0,2681	2,0	12	0,1667	-0,7781				
								211,6	0,3255	1,6	8	0,2000	-0,6990				
III	2+11+13+ A+C	74,2	-0,1296	2,5	28,5	0,0877	-1,0570	102	0,0086	2,4	25,5	0,0941	-1,0264				
		105,6	0,0237	1,8	15	0,1200	-0,9208	136,7	0,1358	2,4	18,5	0,1297	-0,8871	0,1035		0,0929	
		120,3	0,0803	1,5	11	0,1364	-0,8652	144,8	0,1608	2,4	17,5	0,1371	-0,8630		0,9434		1,087
		138,0	0,1399	1,2	7,5	0,1600	-0,7959	151,1	0,1793	2,35	16,5	0,1424	-0,8465				
		158,9	0,2011	0,85	5	0,1700	-0,7696	160,8	0,2063	2,3	15	0,1533	-0,8145				
		185,2	0,2676	0,4	2	0,2000	-0,6990	173,9	0,2403	2,05	12	0,1708	-0,7675				
								201,4	0,3041	1,6	8	0,2000	-0,6990				
	1+9+14+B	86	-0,0655	1,85	13,5	0,1370	-0,8633	108,3	0,0346	2,4	20	0,1200	-0,9208	0,1542		0,1089	
		92,3	-0,0348	1,7	11,5	0,1478	-0,8303	129,8	0,1133	2,4	17	0,1412	-0,8502		0,685		0,985
		97	-0,0132	1,6	10	0,1600	-0,7959	154,9	0,1901	2,4	14	0,1714	-0,7660				
		107,4	0,0310	1,3	9	0,1556	-0,8080	175,9	0,2453	2,3	12	0,1917	-0,7174				
		112,5	0,0512	1,3	8	0,1625	-0,7891										
		124	0,0934	1,05	6	0,1750	-0,7570										
	6+10	73	-0,1367	1,75	12,5	0,1400	-0,8539	99,4	-0,0026	2,4	18	0,1333	-0,8752	0,1652		0,1321	
		83,4	-0,0788	1,5	10	0,1500	-0,8239	130,4	0,1153	2,25	13,5	0,1667	-0,7781		0,576		0,826
		103,5	0,0149	1,1	6,5	0,1692	-0,7716	157,3	0,1967	1,8	9,5	0,1895	-0,7224				
II	5+21	17,4	-0,7595	2,4	22	0,1091	-0,9622	40,7	-0,3904	2,4	20	0,1200	-0,9208				
		34,1	-0,4672	2,1	15	0,1400	-0,8539	57,3	-0,2418	2,4	17,5	0,1371	-0,8630	0,2080		0,1803	
		45,2	-0,3449	1,75	12	0,1458	-0,8362	67	-0,1739	2,4	16	0,1500	-0,8239		0,368		0,461
		58,9	-0,2299	1,4	8,5	0,1647	-0,7833	79,3	-0,1007	2,4	15	0,1600	-0,7959				
		75,0	-0,1249	1,0	5,5	0,1818	-0,7404	93,4	-0,0297	2,3	13	0,1769	-0,7523				
		112,0	0,0492	0,45	2	0,2250	-0,6578	105	0,0212	2,05	11	0,1864	-0,7296				
								135,1	0,1307	1,4	6,5	0,2154	-0,6668				

In tabel 1 zijn de resultaten van de grondwaterstandsanalyse bijeengebracht voor de winter '77/'78 (1 nov. '77 - 1 april '78) en voor de zomer 1978 (1 april - 1 oktober). Hieronder volgen volledigheidshalve voor de in tabel 1 gehanteerde buizengroepen de gemiddelde grondwaterstanden in beide genoemde perioden.

Tabel 2A. Gemiddelde grondwaterstanden in cm -mv. gedurende de winter 1977/1978

Buizengroep	nov. 77	dec. 77	jan. 78	febr.	maart	Gemiddeld
7 + 8	165	162	165	167	172	166
4 + 12	126	125	122	126	130	126
2+11+13+A+C	112	116	113	118	122	116
1+9+14+B	96	97	96	101	104	99
6+10	78	81	79	85	89	82
5+21	51	53	51	55	59	54
3	146	148	142	144	148	146

Tabel 2B. Gemiddelde grondwaterstanden in cm -mv. gedurende de zomer van 1978

Buizengroep	april	mei	juni 1978	juli	aug.	sept.	Gem.
7 + 8	174	189	220	205	228	246	210
4 + 12	126	146	175	165	189	208	168
2+11+13+A+C	125	139	168	156	176	194	160
1+9+14+B	106	121	155	143	167	191	147
6 + 10	95	111	146	134	152	172	135
5 + 21	64	76	101	100	127	140	101
3	151	164	192	180	203	222	185

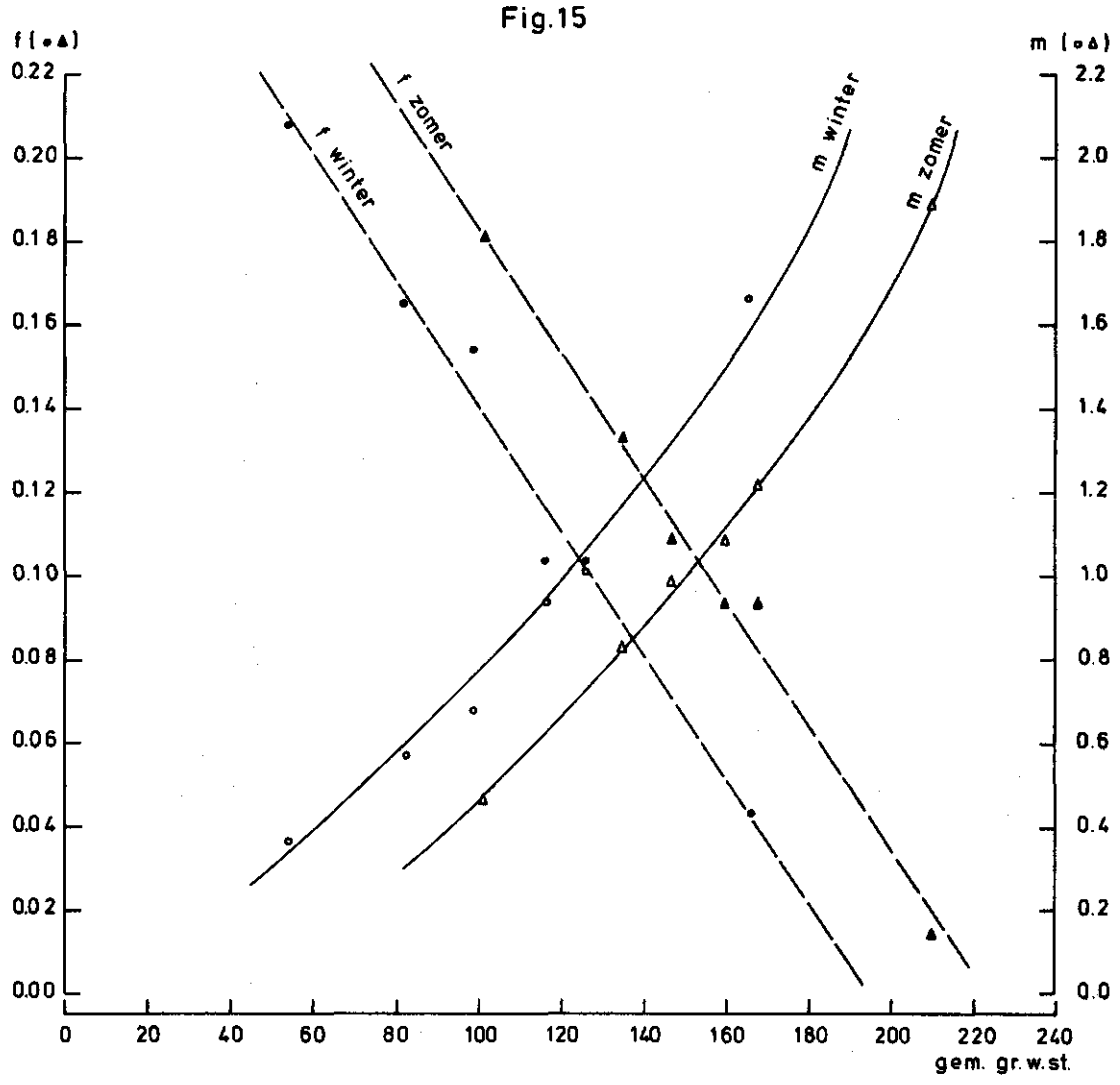


Fig. 15. Het verband tussen de f- en m-waarde en de gemiddelde grondwaterstand

De profielconstanten f en m vertonen een duidelijk verband met de hierboven weergegeven gemiddelde grondwaterstanden, zoals blijkt uit fig. 15.

Wanneer uit het tweede onderzoeksjaar méér profielgegevens bekend zijn (vochtmetingen pF-gegevens) kan aan de op de geschetste wijze verkregen inzichten in de grootteorde van het bergend vermogen een vastere basis worden gegeven.

Aan de hand van fig. 15 kan reeds wèl voor buis 3, waarvan voor een aparte bewerking te weinig gegevens voorhanden waren, door interpolatie de f- en m-waarden vastgesteld worden. Deze zijn als volgt:

	winter	zomer
f	0,072	0,056
m	1,29	1,375

Voorshands lijkt het met het oog op de stikstofuitspoeling van meer belang uit de figuren de winterafvoer direct en de zomerafvoer bij benadering af te leiden.

Uit de rompwaterbalans, waarin kwel voorlopig is weggelaten, blijkt dat

$$N - Er = \Delta V + A$$

Gedurende de winterperiode is Er niet verwaarloosbaar klein. Zie blz. 20 bovenaan. De som van afvoer A en verdamping Er wordt derhalve gevonden bij $\Delta V = 0$. Een inzicht in de grootteorde van de afvoer kan worden verkregen door uit de figuren van de verschillende buizengroepen N bij $\Delta V = 0$ af te lezen en uit te zetten tegen de bijbehorende gemiddelde grondwaterstand. Dit is geschied in fig. 16.

Uit deze overzichtsfiguur blijkt een grote eenvormigheid van de afvoerlijnen. Tevens blijkt de afhankelijkheid van de grondwaterstand. Dit opent de mogelijkheid om aan de hand van de grondwaterstanden de totale winterafvoer per buizengroep te berekenen.
Het lijkt voldoende nauwkeurig om hiervoor de gemiddelde grondwaterstanden per maand uit het overzicht op blz. 36 te gebruiken. (Ter vergelijking is hieraan de gewasverdamping toegevoegd).

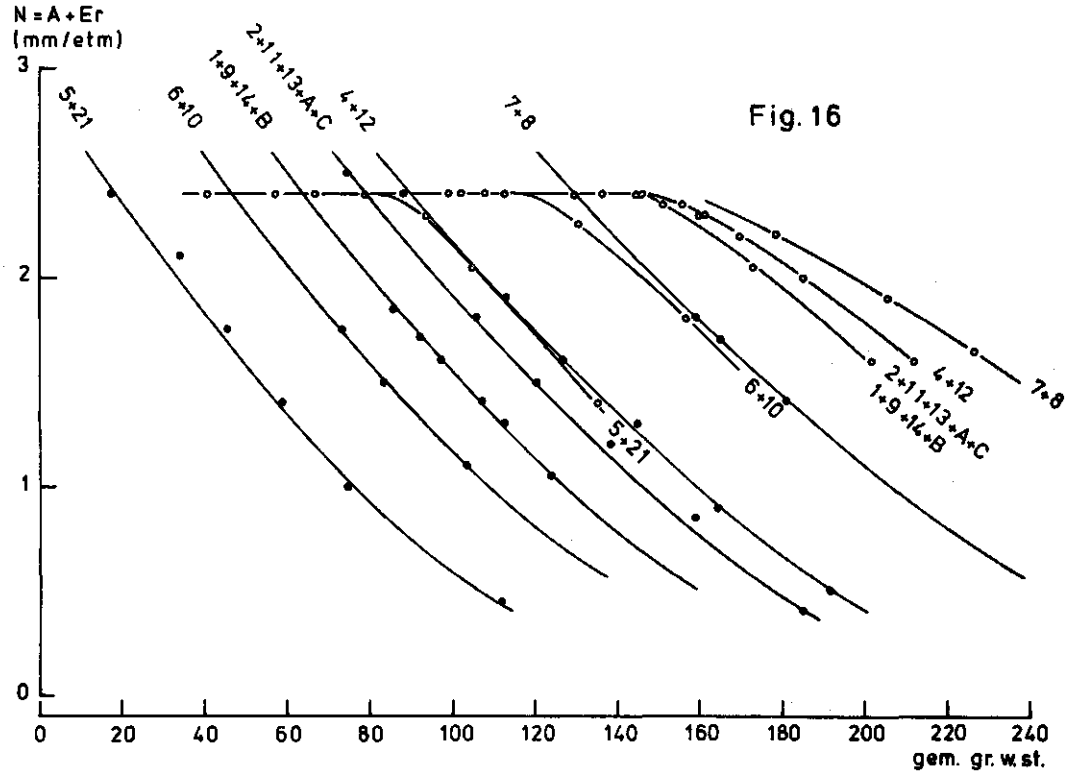


Fig. 16. Samenvatting van de figuren 3A, 4A, 5A, 9A, 11A en 13A

Tabel 3. Afvoeren in mm/etm. en mm/maand

Buizen-groep	Nov.'77 etm.	Nov.'77 mnd	Dec.'77 etm.	Dec.'77 mnd	Jan.'78 etm.	Jan.'78 mnd	Febr.'78 etm.	Febr.'78 mnd	Mrt.'78 etm.	Mrt.'78 mnd	Totaal
7+8	1,69	50,7	1,75	54,3	1,69	52,4	1,65	46,2	1,56	48,4	252 mm
4+12	1,61	48,3	1,63	50,5	1,69	52,4	1,61	45,1	1,54	47,7	244
2+11+13+ A+C	1,65	49,7	1,57	48,7	1,63	50,5	1,53	42,8	1,45	45,0	237
1+9+14+B	1,62	48,6	1,60	49,6	1,62	50,2	1,51	42,3	1,44	44,6	235
6+10	1,62	48,6	1,55	48,1	1,60	49,6	1,47	41,2	1,39	43,1	231
5+21	1,53	45,9	1,49	46,2	1,53	47,4	1,44	40,3	1,35	41,0	222
										Gem.	237 mm
(ter verg.) 0,8 Eo		13,6		4,0		6,4		11,2		35,2	70 mm
Afvoer winterperiode											167 mm

De totale neerslag over dezelfde periode bedraagt 335 mm. Er kan evenwel niet direct de conclusie getrokken worden dat ongeveer de helft van de winterneerslag tot afvoer komt, omdat het berekeningsresultaat uit tabel 3 afkomstig is van gegevens, gedeeltelijk uit een reeks van jaren (1970 t/m 1978) en gedeeltelijk alleen uit 1977 en 1978 (zie tabel 1).

Juist in de neerslagsommen van de verschillende opeenvolgende winterperioden kunnen grote verschillen voorkomen. In de gedeeltelijk gebruikte periode van 1970 t/m 1978 liepen de neerslagsommen van de winterperiode tussen 1 november en 1 april uiteen van 196 tot 391 mm met een gemiddelde van 273 mm. Het zal derhalve juister zijn uit te gaan van de neerslaggegevens van het KNMI van het zogenaamde normale jaar van Maarheeze, hetgeen neerkomt op 268 mm. De conclusie, dat daarvan ruim 60% tot afvoer komt, lijkt gewettigd.

Verder dient overwogen te worden dat de volledige neerslag in de winter niet geheel tot afvoer behoeft te komen. In de berekende afvoer van gemiddeld 167 mm zit een profielinvloed verwerkt welke zich uit in een van profiel tot profiel variërende bergingsmogelijkheid.

Ook andere factoren als bijvoorbeeld kwel kunnen de afvoer hebben beïnvloed. Dat al deze, waarschijnlijk geringe, doch vooralsnog onbekende invloeden, de berekende afvoer lager doen zijn dan de neerslag gedurende dezelfde periode, lijkt op zichzelf plausibel. Tot een kwantificering van het verschil kan echter eerst worden overgegaan, wanneer over méér hydrologische profielkenmerken kan worden beschikt.

De debieten van de drains op perceel 9/10 variëren in de winterperiode 1977/'78 van 1 - 8 mm/etm. Omdat slechts éénmaal per week het debiet bepaald is, kan het totaal debiet over de gehele periode moeilijk worden vastgesteld. Uit de beschikbare gegevens kan een debiet van gemiddeld 1,9 mm/etm. worden afgeleid. Indien hiervan wordt uitgegaan, kan een totale drainafvoer van 287 mm over de winterperiode 1977/'78 worden vastgesteld, hetgeen tot de conclusie leidt dat de drainage in staat is 85% van de neerslag af te voeren, hetgeen dan ook de bedoeling van een goed functionerende drainage is.

Een grondwaterstandsanalyse van de zomerperiode stelt in staat om de som van afvoer en werkelijke verdamping te benaderen. Immers, E_r is dan niet relatief klein, doch zal integendeel het grootste deel van de te berekenen som uitmaken. Aangezien de bewerking van de gehele zomerperiode (van 1 april tot 1 november) is opgezet, zal ook een g e m i d d e l d e zomerwaarde voor verdamping plus afvoer worden verkregen.

In de figuren 6, 7, 8 en 10, 12, 14 is de gehele bewerking op identieke wijze als die voor de winterafvoer weergegeven. De berekende f- en m-waarden zijn zowel in tabel 1 als in fig. 15 gegeven.

In fig. 16 tenslotte zijn de sommen van Er + A door die van de winterperiode heen getekend. Het verschil tussen de winter- en zomerlijnen is, dat de winterlijnen grotendeels door de afvoer worden bepaald, terwijl de zomerlijnen grotendeels uit de werkelijke verdamping zijn gevormd, omdat de zomer afvoer meestal een gedeelte van de winterafvoer bedraagt.

Aangezien evenwel de onderverdeling van afvoer en verdamping zonder aannamen niet kan worden vastgesteld en ook de invloed van

eventueel aanwezige kwel vooralsnog onbekend is, lijkt de grondwaterstandsanalyse thans op een punt aangeland, waarop de resultaten van de in de aanhef van deze paragraaf geschetste w a t e r b a l a n s o p j a a r b a s i s uitkomst kan bieden.

Het verdient aanbeveling de balans steeds ten tijde van het optreden van de evenwichtstoestand in het voorjaar te laten beginnen, omdat nà de winter de vochttoestand van het profiel een regelmatig verlopend beeld vertoont. In het najaar doet zich eveneens een moment voor, waarop neerslag en verdamping met elkaar in evenwicht zijn. Op dat moment behoeft de vochttoestand bijvoorbeeld na een droogteperiode echter nog geen evenwichtig beeld te vertonen. Het tijdstip van de voorjaarsevenwichtstoestand doet zich echter niet steeds op hetzelfde tijdstip voor. De gekozen tijdstippen, die zich meestal rondom 1 april bewegen, blijken uit de bewerking in tabel 4.

Als uitgangsvoorraad wordt meestal een hoeveelheid van 150 mm genomen. Bij gebrek aan voldoende informatie over de vochtkarakteristiek van deze profielen kan deze aanname voorshands niet worden aangevochten. Daarom is ook bij de bewerking in tabel 4 van 150 mm uitgegaan. Het jaar 1970 is niet bewerkt, omdat daarvan geen gegevens per decade bekend zijn.

De eerste conclusie, die getrokken kan worden, luidt, dat de totale jaarafvoer van jaar tot jaar sterk kan verschillen. Dit moet de overweging opleveren, dat ook de stikstofuitspoeling derhalve van jaar tot jaar sterk uiteen zal kunnen lopen en het werken met gemiddelde afvoeren in bepaalde jaren wel eens tot resultaten kan leiden, die sterk bezijden de waarheid zullen kunnen liggen.

Omdat de resultaten in tabel 3 van de grondwaterstandsanalyse verkregen zijn uit de bewerking van gegevens, in eerste instantie afkomstig uit een reeks van jaren, zal een vergelijking met de resultaten van de waterbalans op jaarbasis slechts opgaan wanneer hiervoor dezelfde reeks van jaren wordt gebruikt.

En omdat in tabel 3 alleen de afvoeren in de winterperiode zijn weergegeven, dienen dezelfde perioden uit tabel 4 te worden gelicht ter vergelijking. Deze restrictie levert een gemiddelde afvoer op van 151 mm, welke dus goed lijkt overeen te komen met de 167 mm

Tabel 4. Waterbalans op jaarbasis

In kolom E_o staat in werkelijkheid 0,8 E_o en van 1 juni - 1 september 0,7 E_o NO = neerslagoverschot Aanvangsvoorraad 150 mm A = afvoer

TIJDVAK	1971				1972				1973				1974				1975				1976				1977				1978			
	mm	mm	mm																													
	N	E_o	NO	A	N	E_o	NO	A	N	E_o	NO	A	N	E_o	NO	A	N	E_o	NO	A	N	E_o	NO	A	N	E_o	NO	A	N	E_o	NO	A
1 - 10 maart	8	8	150																		3	10										
10 - 20 maart	18	12	150	6									31	10							14	10	150	4								
20 mrt - 1 april	10	14	146										11	14	147						13	18	145									
1 - 10 april	0	14	132		38	18			33	17			0	28	119						6	16	135		31	16			0	18	132	
10 - 20 april	2	22	112		16	17	149		21	16	150	5	0	25	94		20	14			0	25	110		19	19	150		12	17	127	
20 apr. - 10 mei	22	23	111		5	23	131		9	21	138		11	18	87		10	23	137		0	26	84		14	26	138		14	23	116	
1 - 10 mei	0	34	77		16	25	122		34	22	150		4	19	72		17	28	126		5	29	60		26	21	143		27	22	121	
10 - 20 mei	50	31	96		52	20	150	4	14	31	133		20	34	58		3	27	102		17	29	48		16	28	131		19	24	116	
20 mei - 1 juni	62	30	128		39	35	150	4	18	33	118		21	33	46		0	34	68		25	26	45		5	47	89		2	31	87	
1 - 10 juni	4	27	105		25	25	150		31	27	122		15	28	33		15	32	51		7	31	21		37	25	101		12	29	70	
10 - 20 juni	47	19	133		5	27	128		0	33	89		11	29	15		18	29	40		6	32	0		33	23	111		12	29	53	
20 juni - 1 juli	43	27	149		21	24	125		28	36	81		16	28	3		42	25	57		1	46	0		26	23	114		48	22	79	
1 - 10 juli	0	36	113		61	22	150	14	3	36	48		40	27	16		49	34	72		0	49	0		9	34	89		58	18	119	
10 - 20 juli	0	31	82		3	35	118		40	22	66		12	24	4		16	25	63		17	28	0		22	27	84		6	22	103	
20 juli - 1 aug.	49	26	105		43	20	141		24	25	65		20	27	0		10	29	44		7	25	0		29	22	91		4	32	75	
1 - 10 aug.	5	28	82		31	22	150		4	27	42		48	21	27		15	39	20		19	27	0		4	22	73		6	19	62	
10 - 20 aug.	28	23	87		33	20	150	13	0	30	12		19	25	21		18	22	16		2	31	0		125	15	150	33	15	21	56	
20 aug. - 1 sept.	14	22	79		0	21	129		11	25	0		2	24	0		8	23	1		9	28	0		35	19	150	16	17	20	53	
1 - 10 sept.	1	22	58		14	18	125		11	21	0		56	20	36		0	18	0		25	15	10		4	18	136		7	17	43	
10 - 20 sept.	0	14	44		64	13	150	26	8	18	0		17	16	37		20	18	2		13	13	10		0	14	122		5	16	32	
20 sept. - 1 okt.	18	11	51		2	11	141		28	11	17		30	14	53		29	18	13		17	11	16		1	12	111		35	10	57	
1 - 10 okt.	4	10	45		1	10	132		3	10	10		20	8	65		5	10	8		14	11	19		27	11	127		19	9	67	
10 - 20 okt.	23	10	58		1	6	127		52	6	56		23	5	83		13	6	15		26	8	37		1	6	122		2	6	63	
20 okt. - 1 nov.	3	6	55		21	6	142		20	5	71		57	5	134		0	4	11		3	5	35		1	5	118		18	4	77	
1 - 10 nov.	14	3	66		5	2	145		16	4	83		18	2	150		7	2	16		41	3	73		41	6	150	3				
10 - 20 nov.	39	2	103		40	2	150	36	20	5	98		31	6	150	25	40	2	54		14	1	86		44	6	150	38				
20 nov. - 1 dec.	25	1	127		10	2	150	8	20	1	117		59	2	150	57	21	1	74		26	2	110		47	2	150	45				
1 - 10 dec.	5	0	132		14	4	150	10	30	1	146		21	2	150	19	16	1	89		37	0	147		13	1	150	12				
10 - 20 dec.	7	1	138		7	0	150	7	51	2	150	45	45	3	150	42	1	0	90		10	1	150	6	12	0	150	12				
20 dec. - 1 jan.	3	0	141		1	0	150	1	7	1	150	6	51	5	150	46	5	2	93		9	0	150	9	25	3	150	22				
1 - 10 jan.	1	1	141		1	0	150	1	18	1	150	17	27	2	150	25	43	4	132		14	0	150	14	13	2	150	11				
10 - 20 jan.	13	2	150	2	2	1	150	1	25	5	150	20	11	5	150	6	12	3	141		19	0	150	19	9	2	150	7				
20 jan. - 1 febr.	18	2	150	16	20	1	150	19	16	2	150	14	37	4	150	33	29	2	150	18	18	2	150	16	16	3	150	13				
1 - 10 febr.	12	3	150	9	9	2	150	7	48	4	150	44	8	2	150	6	1	2	149		29	3	150	26	21	2	150	19				
10 - 20 febr.	9	5	150	4	44	4	150	40	4	7	147		19	5	150	14	20	6	150	13	18	6	150	12	4	3	150	1				
20 febr. - 1 maart	1	4	147		26	4	150	22	3	4	146		0	6	144		1	6	145		31	4	150	27	1	6	145					
1 - 10 maart	12	10	149		11	9	150	2	13	7	150	2	15	9	150		3	10	138		2	13	139		6	9	142					
10 - 20 maart	10	18	141		1	10	141		31	10	150	21	18	8	150	10	14	10			12	14	137		27	12	150	7				
20 maart - 1 april	27	18	150		10	14	137		11	14			41	13	150	28					21	14	144		56	14	150	42				
1 - 10 april	38	18	150	20	33	17	150	3					27	14	150	13					31	16	150	9	0	18						
10 - 20 april	16	17			21	16							20	14	150	6					19	19										
													10	23																		
	↑				↑				↑								↑				↑				↑							
	1972				1973				1974				1975				1976				1977				1978							
Totaal afvoer				57				218				174				330				31				142				281				
afvoer winter (1 nov. - 1 apr.)				31				154				167				311				31				129				232				
afvoer + verd.zomer (1 apr. - 1 nov.)				466				479				457				454				463				329				482				

verkregen uit de grondwaterstandsanalyse. Deze vergelijking kan evenwel niet zonder meer getrokken worden omdat in tabel III de oorspronkelijk uit een reeks van jaren afkomstige gegevens via de grondwaterstanden van de winter '77/'78 tot afvoeren van diezelfde periode zijn omgebogen, terwijl een dergelijke ombuiging voor de waterbalansgegevens niet mogelijk is. Dit neemt niet weg, dat beide berekeningsmethoden toch wel voor de winter 1977/'78 tot dusdanige resultaten lijken te leiden dat van een redelijke overeenkomst kan worden gesproken. Op grond van deze overwegingen lijkt de winterafvoer van 1977/'78 wel op een totaal van ± 180 mm te kunnen worden gefixeerd.

Aan de redelijke overeenkomst van op beiderlei wijze verkregen resultaten kan een tweede conclusie worden gekoppeld. Op de waterbalansmethode heeft kwel géén invloed, op de grondwaterstandsanalyse wèl. Als beide uitkomsten redelijk overeenkomen kan worden geconcludeerd, dat er géén kwel van betekenis bestaat in de winter.

Het is mogelijk uit de beschikbare gegevens tevens een inzicht te verkrijgen in de werkelijke gewasverdamping. Uit de waterbalans in tabel 4 is deze voor de periode van 1 april - 1 november direct af te lezen en blijkt dan gemiddeld over de bewerkte jaren ± 430 mm te bedragen en voor de zomer van 1978 410 mm. Als op identieke wijze als voor de winterafvoer uit de grondwaterstandsanalyse een berekening van de som van zomerafvoer + - verdamping plaats heeft, ontstaat een beeld als in tabel 5.

Tabel 5. (Afvoer + verdamping) gedurende de zomer van 1978 (1 april - 1 november) uit grondwaterstandsanalyse

Buizengroep	Gem.zomergrwst. (tabel 2B)	Afl.(A+Er) (fig. 16)	x	214 (dagen)
7+8	210	1,85 mm		397 mm
4+12	168	2,23 "		477 "
2+11+13+A+C	160	2,24 "		479 "
1+9+14+B	147	2,20 "		471 "
6+10	135	2,18 "		467 "
5+21	101	2,13 "		456 "
		Gem.		458 mm

Als van het gemiddelde van 458 mm een geringe zomerafvoer van enkele tientallen mm wordt afgetrokken, blijft een waarde voor de gewasverdamping over, die in dezelfde grootteorde ligt als, die welke uit de waterbalans op jaarbasis is verkregen. Er kan op grond van deze uitkomsten geconcludeerd worden tot een gemiddelde gewasverdamping gedurende de zomer van ± 2 mm/etm.

Er is reeds vastgesteld dat de afvoer van jaar tot jaar sterk uiteen kan lopen, hoofdzakelijk als gevolg van grote variaties in neerslagoverschot. Het lijkt zinvol om de grenzen, waarbinnen deze variaties zich kunnen bewegen enigszins af te bakenen. Dit zal dan niet kunnen geschieden aan de hand van de gemiddelde wintergrondwaterstanden voor de verschillende buizengroepen, zoals die voor de winter '77/'78 en de zomer 1978 zijn gehanteerd omdat grondwaterstandswaarnemingen van al deze buizen over een reeks van jaren ontbreken. Dit kan alleen geschieden voor drie bedrijfsbuizen en wel:

bedr.buis	II	overeenkomend	met	eigen	buizen	5 + 21
"	III	"	"	"	"	2 + 11 + 13 + A + C
"	IV	"	"	"	"	4 + 12

Hiervan is bedr. buis II representatief voor een wat lager gelegen lemiger profiel, terwijl III en IV maatgevend zijn voor een hooggelegen, schraal profiel.

In tabel 6 is deze afvoerbepaling uitgevoerd. Hieruit blijkt wel, dat een gemiddelde winterafvoer niet te geven is. Daarvoor lopen de berekeningsresultaten te sterk uiteen. Dit geldt vooral voor de afvoeren in de verschillende jaren. In verband met de samenhang met de gemiddelde grondwaterstand geldt dit eveneens voor percelen met uiteenlopende wintergrondwaterstand en het geldt in veel mindere mate voor de afvoeren van de wintermaanden onderling.

Voor de b e r e g e n i n g op de hooggelegen percelen 5 en 6 k a n de volgende berekening gelden:

De pomp heeft een capaciteit van ± 27 m^3/uur en de sproeitijd bedraagt gewoonlijk per strook 3 uur. In dat tijdsbestek wordt een oppervlak van ± 4500 m^2 beregend (13 sproeiers, totale sproeibreedte 20 m, afstand tussen de sproeiers onderling 18 m).

Tabel 6. Gemiddelde en totale winterafvoer over verschillende jaren

	1 nov.-1 apr.	Gemiddelde grwst. (tabel 2A)						Aflezing afvoer(+Er)mm/etm.(fig.16)						Totaal afvoer(+Er) in mm						=0,8E$_o$	A
	winter	nov.	dec.	jan.	febr.	mrt.	gem.	nov.	dec.	jan.	febr.	mrt.	gem.	nov.	dec.	jan.	febr.	mrt.	gem.	- Er=	
bedrijfsbuis II	1970/'71	33	36	35	28	40	34	2,0	1,91	1,94	2,13	1,81	1,97	60	59	60	60	56	297	65	232
	1971/'72	93	77	77	67	72	77	0,70	0,98	0,98	1,18	1,08	0,98	21	30	30	33	33	148	70	78
	1972/'73	58	57	62	42	42	52	1,38	1,40	1,29	1,76	1,76	1,51	41	43	40	49	55	228	57	171
	1973/'74	74	41	36	36	38	45	1,04	1,78	1,91	1,91	1,86	1,68	31	55	59	53	58	254	77	177
	1974/'75	36	6	11	22	25	29	1,91	2,78	2,62	2,30	2,21	2,10	57	86	81	64	69	317	74	243
	1975/'76	95	85	67	56	69	74	0,67	0,85	1,18	1,42	1,14	1,04	20	26	37	40	35	157	70	87
	1976/'77	150	114	88	64	62	95	0,15	0,40	0,79	1,24	1,29	0,67	45	12	24	35	40	101	63	38
	1977/'78	67	45	48	55	50	53	1,18	1,68	1,60	1,44	1,56	1,49	35	52	50	40	48	225	70	155
								overeenkomst met eigen buis 5 en 21													
bedrijfsbuis III	1970/'71	116	117	119	111	126	118	1,57	1,55	1,51	1,68	1,37	1,53	47	48	47	47	42	231	65	166
	1971/'72	188	190	192	184	195	190	0,38	0,36	0,35	0,43	0,33	0,38	11	11	11	12	10	57	70	0
	1972/'73	148	141	149	125	116	136	0,96	1,09	0,95	1,39	1,57	1,18	29	34	29	39	49	178	57	121
	1973/'74	166	124	109	102	106	121	0,68	1,40	1,72	1,87	1,78	1,46	20	43	53	52	55	220	77	143
	1974/'75	103	60	65	85	87	80	1,85	2,84	2,57	2,26	2,21	2,39	56	88	80	63	69	361	74	287
	1975/'76	184	165	148	134	145	155	0,43	0,69	0,96	1,21	1,02	0,85	13	21	30	34	32	128	70	58
	1976/'77	202	182	164	140	134	164	0,26	0,46	0,71	1,11	1,22	0,71	8	14	22	31	38	107	63	44
	1977/'78	138	108	113	122	117	120	1,14	1,74	1,63	1,45	1,55	1,49	34	54	51	41	48	225	70	155
								overeenkomst met eigen buis 2, 11, 13, A en C													
bedrijfsbuis IV	1970/'71	126	126	127	119	134	126	1,62	1,62	1,60	1,74	1,44	1,62	49	50	50	49	45	245	65	180
	1971/'72	193	199	195	190	207	197	0,50	0,42	0,48	0,54	0,32	0,45	15	13	15	15	10	68	70	0
	1972/'73	159	152	158	138	137	149	1,01	1,13	1,02	1,38	1,40	1,18	30	35	32	39	43	178	57	121
	1973/'74	175	136	123	117	121	134	0,74	1,42	1,67	1,80	1,71	1,46	22	44	52	50	53	220	77	143
	1974/'75	114	74	78	96	98	92	1,86	2,80	2,72	2,49	2,44	2,58	56	87	84	70	76	389	74	325
	1975/'76	188	169	154	141	151	161	0,57	0,85	1,09	1,33	1,15	0,97	17	26	34	37	36	146	70	76
	1976/'77	210	187	168	145	141	170	0,30	0,59	0,86	1,25	1,53	0,83	9	18	27	35	47	125	60	62
	1977/'78	134	104	107	115	111	114	1,46	2,08	2,01	1,84	1,93	1,86	44	64	62	52	60	281	70	211
								overeenkomst met eigen buis 4 en 12													

Totaal beregend areaal per omloop van één week ± 12 ha. Eén strook = 45 are x 4 = 1,85 ha/dag x 5 dgn = 9,25 ha/week + 1,80 ha op het weekeinde = totaal ruim 11 ha. (De laatste ha is het laagste deel van perceel 6A, dit wordt wat minder frequent beregend). Dit komt overeen met een wekelijkse injectie van 18 mm regenval, waarvan misschien na interceptie en verdamping 12 à 15 mm overblijft. Er dient ook rekening mee gehouden, dat de volle capaciteit van de pomp niet tot zijn recht komt. Weerstand in de leiding en de sproeiers heeft tot gevolg, dat er in ieder geval minder water op het gras terecht komt. Een tot pF 3 ingedroogde bouwvoor kan 16 vol.% vocht opleveren om tot een veldvochtgehalte van pF 2 te komen. Dit houdt in dat het effect van de beregening is, dat ongeveer 1 dm van de bouwvoor 1 x per week op veldvochtgehalte gebracht kan worden. Boringen hebben aangetoond dat de beregening in ieder geval géén invloed op de grondwaterstand, die 1½ à 2 m. dieper ligt, uitoefent. Over het gehele groeiseizoen kan de totale hoeveelheid kunstmatig beregend water gesteld worden op ± 120 mm.

4.4. Waterkwaliteit

Bij de verwerking van de waterkwaliteitsgegevens die in de vorm van analyseresultaten ter beschikking staan, dienen twee facetten vooral in het oog te worden gehouden:

1e. moeten aan de uit specifieke benaderingswijzen (grond-, grondwater-, drainwater- en bodemvocht-) afkomstige analyse resultaten verschillende conclusies gekoppeld worden?

2e. met afvoeren uit welke perioden moeten gevonden concentraties in verband worden gebracht om tot een inzicht in de uitspoeling te komen?

Voor de beantwoording van beide vragen is kennis omtrent de stikstofkringloop onontbeerlijk. Schematisch kan de stikstofkringloop als volgt worden voorgesteld:

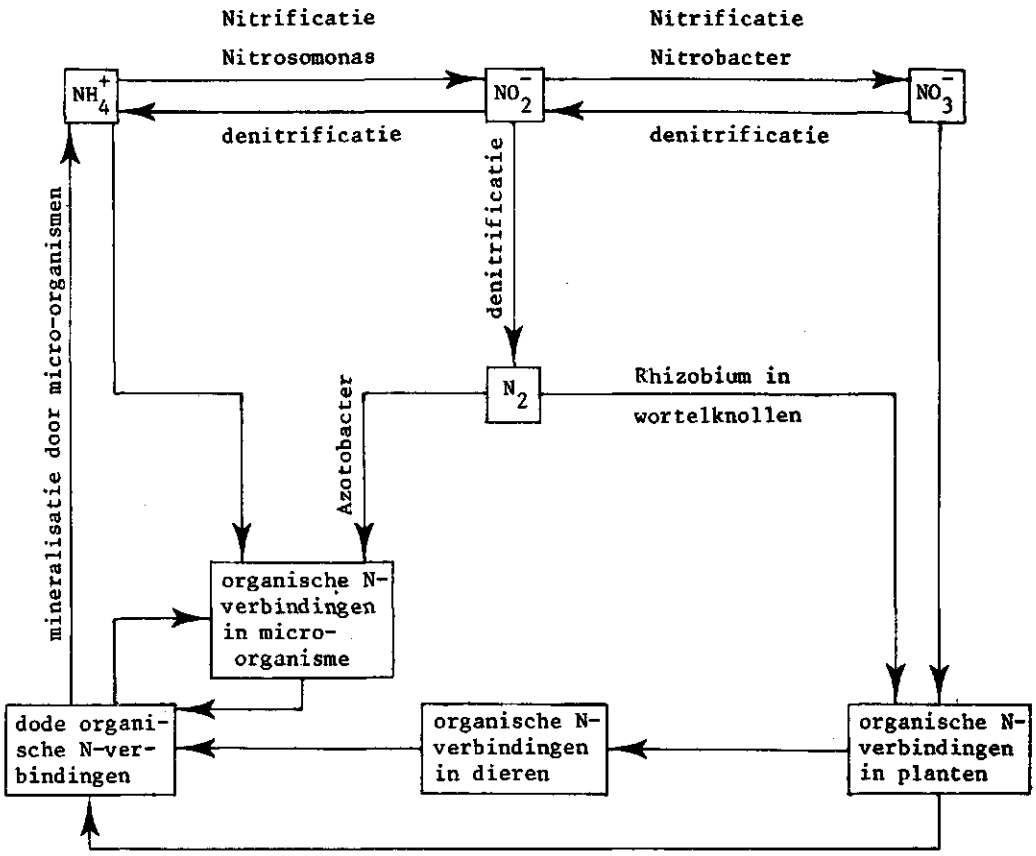


Fig. 17. De stikstofkringloop

Hoewel de atmosfeer ruim 80% stikstof bevat, kunnen alleen planten, die over een systeem van samenwerking met een stikstofbindend micro-organisme beschikken, hier van profiteren. Aangezien het grasland van Cranendonck geen klaver bevat, vervalt deze mogelijkheid geheel.

Het grootste deel van de in de bodem aanwezige stikstof is organische stikstof. Deze stikstof is echter gebonden en komt niet zonder tijdrovende omzettingen voor het gewas beschikbaar. Deze omzettingen, waarbij uiteindelijk NH_4^+ ontstaat, vormen het m i n e r a l i s a t i e p r o c e s en de snelheid van dit proces is afhankelijk van de hoeveelheid aanwezige stikstofvrije verbindingen (het C/N-quotient). Bovendien wordt de vrijkomende stikstof veelal immobiel doordat het door micro-organismen wordt gebruikt.

Na een lange reeks van jaren kan de toevoeging van stikstof via organische mest, kunstmest, oogstverliezen en wortelresten, in evenwicht

geraken met de afbraak van organische stikstofverbindingen. Als dit evenwicht nog niet is bereikt, wat op Cranendonck waarschijnlijk het geval is, vindt er nog opbouw plaats van organische stof in de vorm van humus. Een deel van de toegevoerde stikstof zal dan ook niet kunnen uitspoelen, maar wordt vastgelegd. Kwantitatief gezien zal de aanwezige organische stikstof voor de jaarlijkse uitspoeling dan ook van relatief geringe betekenis zijn.

N i t r i f i c a t i e is het proces, waarbij NH_4^+ in nitraat wordt omgezet. Dit proces verloopt snel omdat het geringe beperkingen kent. De enige reële beperking is eigenlijk de voor omzetting beschikbare hoeveelheid NH_4^+, de beschikbaarheid van afbreekbare organische stof en de temperatuur. Het gevormde nitraation is mobiel en derhalve makkelijk uitspoelbaar. Aangezien nitrificatie het snelst en gemakkelijkst verlopende proces is zal de bij monstername aangetroffen hoeveelheid nitraat de belangrijkste graadmeter voor de uitspoeling zijn.

D e n i t r i f i c a t i e is het proces, waarbij nitraat wordt gereduceerd tot N_2O, N_2 en soms NH_4^+. Het is een anaëroop proces en als zodanig wordt de omzettingssnelheid bepaald door de aanwezige zuurstof. Ook op Cranendonck zal de mogelijkheid van aanzienlijke denitrificatie aanwezig kunnen zijn, omdat zuurstofarmoede in de poriën niet noodzakelijkerwijs alléén behoeft voor te komen in profielen met frequent voorkomende hoge grondwaterstanden.

Conclusies ten aanzien van de mate van nitrificatie, denitrificatie en mineralisatie kunnen worden getrokken op grond van gehalteverschuivingen in twee opeenvolgende minerale stikstof bemonsteringen (in grondmonsters) in herfst en voorjaar (zie ook hoofdstuk 3.2).

Een grondwaterbemonstering in het voorjaar geeft uitsluitsel over de nitraatuitspoeling, omdat de aangetroffen hoeveelheden nitraat in het bovenste grondwater, het resultaat zijn van de uitspoeling in het voorafgaande winterseizoen, waarin een neerslagoverschot tot afvoer is gekomen. De dikte van de te bemonsteren grondwaterschijf kan benaderd worden door het totale neerslagoverschot via het bergend vermogen om te rekenen in een te bemonsteren laagdikte. Aangenomen wordt dat de tijdens de laatste periode van neerslagoverschot afgevoerde hoeveelheid water als een schijf op het grondwater van andere herkomst ligt.

Bemonsteringen van dieper voorkomend grondwater verschaft inlichtingen over uitspoeling van een onbekend aantal jaren geleden omdat het grondwater zich via stroombanen naar diepere lagen en uiteindelijk naar de dichtstbijzijnde ontwateringsbasis beweegt, doch de snelheid en dus ook de verblijfsduur en daarmee de mate van menging is onbekend.

Bemonstering van drainwater geeft resultaten die niet direct aan een bepaald onderzoeksjaar gekoppeld kunnen worden. Alléén het water, dat recht boven een drain tot afvoer komt kan worden beschouwd als afkomstig van de direct daaraan voorafgaande periode met neerslagoverschot. Water, dat ergens tussen de drains tot afvoer komt, kan een verblijfsduur van meerdere jaren achter de rug hebben, omdat het via de stroombanen en het diepere grondwater uiteindelijk de drains heeft bereikt. Drainwatermonsters geven derhalve informatie over de uitspoeling over een reeks van jaren.

4.5. Bedrijfsvoering

Uit de in hoofdstuk 4 uiteengezette overwegingen kan tevens een conclusie getrokken worden ten aanzien van het jaar waarvan de bedrijfsresultaten geconfronteerd dienen te worden met de analyseresultaten.

Aangezien de maatgevende bemonstering de grondwaterbemonstering in juni 1978 is geweest, welke als een iets vertraagde opname van de voorjaarstoestand van datzelfde jaar dient te worden beschouwd, is de bedrijfsvoering in 1977 in belangrijke mate verantwoordelijk voor de in het grondwater aangetroffen stikstof concentraties (naast natuurlijke vruchtbaarheid, waterhuishouding en klimatologische factoren).

Als basis voor de weergave van de bedrijfsvoering dient de grasland-gebruikskalender, zoals die voor proefbedrijven is ontworpen. Hierin worden alle maatregelen, die worden getroffen, per perceel chronologisch verantwoord. In bijlage D is voor elke bij het onderzoek betrokken perceel de volledige gebruikskalender voor 1977 weergegeven.

Ten aanzien van de in het onderzoek betrokken percelen dient nog vermeld, dat in verband met de aanstaande ruilverkaveling enkele percelen, die in 1978 nog bij het onderzoek betrokken waren, in 1979 vervangen zijn door andere.

In beide onderzoeksjaren (1977 en 1978) zijn de volgende percelen bij het onderzoek betrokken 5A, 5B, 6A en 9/10. In 1978 is bovendien perceel 21 in het onderzoek betrokken, doch in 1979 is perceel 21 weer vervallen en zijn als vervangende percelen 2, 3, 3A en 4 toegevoegd.

Het complex van maatregelen, dat onder bedrijfsvoering kan worden samengevat, vormt een onderdeel van de totale stikstofbalans. Teneinde duidelijk voor ogen te stellen, welk aandeel de bedrijfsvoering hierin heeft, lijkt het zinvol eerst de posten van de stikstofbalans aan een nadere beschouwing te onderwerpen.

5. MINERALE STIKSTOFBALANS

De minerale stikstofbalans rangschikt de bronnen, die enerzijds toevoer en anderzijds onttrekking van minerale N tot gevolg hebben, en heeft derhalve een vorm als hieronder weergegeven:

Toevoer	Onttrekking
1. bemesting met organische mest	6. gewasproductie (consumptie door vee + maaien + oogstverlies)
2. " " kunstmest	7. wortelmassa
3. neerslag	8. denitrificatie
4. N-binding	9. ammoniak vervluchtiging uit organische mest
5. mineralisatie van org.stof	10. uitspoeling
	11. vastlegging door micro-organismen in humus

Vrijwel al deze posten zijn direct of indirect op lange of op korte termijn het gevolg van bedrijfstechnische maatregelen. Natuurterreinen die geen bedrijfstechnische maatregelen kennen vertonen een zeer vereenvoudigde stikstofbalans waarin eigenlijk alleen neerslag en N-binding een stikstofbron kunnen vormen en uitspoeling en onttrekking tot gevolg kan hebben. De gehele balans bevindt zich in een dergelijk geval op een elementair niveau van slechts enkele tientallen kg.N per ha per jaar.

Op cultuurgrond kan op de lange duur de stikstofbalans in evenwicht geraken. Dat is het geval als de humusvorming uit organische mest, wortelmassa, oogstverliezen en microbiële vastlegging stabiel blijft en even groot is geworden als de mineralisatie van organische stof. Op Cranendonck is dit stadium vrijwel zeker nog niet bereikt.

Op de balans komen posten voor, die redelijk exact berekend kunnen worden als: bemesting en daarmee gepaard gaande vervluchtiging, gewasproductie uit de gebruikskalender en uitspoeling uit afvoer en bemonsteringsresultaten. Toch zal het hanteren van normen zoals bijvoorbeeld vastgesteld door het proefstation van de rundveehouderij ten aanzien van ruwvoerbehoefte en melk- en vleesproductie niet geheel te vermijden zijn.

De noodzaak van het toepassen van onderzoeksresultaten van anderen geldt nog sterker ten aanzien van posten, welke geen doel van eigen onderzoek zijn geweest zoals bijvoorbeeld neerslag en N-binding.

De moeilijkste posten zijn die, waarover in het algemeen nog weinig bekend is en die alleen als restposten gekwantificeerd kunnen worden te weten mineralisatie, denitrificatie en humificatie.

Uiteindelijk heeft de opstelling van de stikstofbalans ten doel een inzicht te verkrijgen in de totale hoeveelheid stikstof in omloop ofwel de hoeveelheid beschikbare stikstof, omdat dat de stikstof is waar het gewas uiteindelijk op reageert.

Dit zal het best kunnen geschieden op analoge wijze als in de modelmatige benadering van RIJTEMA (1978) ook omdat toetsing van resultaten over en weer wenselijk wordt geacht.

6. STIKSTOFAANVOER

Stikstofaanvoer heeft plaats in de vorm van N-binding, in neerslag en in de vorm van bemesting. De mineralisatie van humus komt als restpost in de stikstofbalans voor, de mineralisatie van mestresten van vorige jaren komt bij bemesting aan de orde.

6.1. Neerslag

Over de hoeveelheid stikstof, die in de neerslag aan de voorraad wordt toegevoegd, is uit eigen waarneming niets bekend. Daarom wordt uitgegaan van een algemeen aanvaarde aanname van 20 kg N per ha per jaar.

6.2. N - binding

Van de N-binding door middel van vlinderbloemigen is in dit geval geen sprake omdat in het grasbestand geen klaver aanwezig is. Voor de N-binding door de Azotobacter moet gebruik gemaakt worden van de onderzoeksresultaten van anderen, welke stellen, dat in zuiver grasland 30 - 50 kg N per ha per jaar uit luchtstikstof kan worden gebonden.

6.3. Bemesting

6.3.1. Organische mest

De bemesting heeft plaats in de vorm van organische- en van kunstmest. De organische mest wordt deels tijdens de stalperiode meestal in de vorm van drijfmest gegeven en wordt deels tijdens de weideperiode door het weidende vee uitgescheiden.

Veelal wordt aan de bemestingswaarde van de uitwerpselen van weidend vee een beperkte betekenis gegeven omdat ze niet gelijkmatig verspreid worden gedeponeerd. Ten aanzien van de stikstofbalans behoudt de op deze wijze toegevoerde mest echter waarde, omdat na gedeeltelijke mineralisatie de stikstof zich met de neerslag door het profiel verspreidt en verder op dezelfde wijze reageert als welke andere toegediende stikstofmeststof dan ook.

SLUYSMANS en KOLENBRANDER, (1976) hebben de stikstofwerking van organische mest als volgt onderscheiden op grond van de overweging, dat de totaal in organische mest aanwezige stikstof (Nt) gedeeltelijk in mineralen en gedeeltelijk in organisch gebonden vorm aanwezig is:

$$N_t = N_m + N_e + N_r$$

N_m = de minerale fractie, welke vrijwel direct opneembaar is en

ongeveer de helft uitmaakt van de totale hoeveelheid stikstof (N_m = 0,5 N)
Bij toediening gaat van N_m evenwel naar schatting 20% door NH_3^- vervluchtiging verloren

N_e = een organische fractie, die in het eerste jaar na toediening gemineraliseerd wordt en op grond van onderzoekingen op 25% van de totale hoeveelheid stikstof wordt gesteld (N_e = 0,25 N_t)

N_r = een moeilijk aantastbare fractie residuale stikstof, die in ieder geval na 1 jaar nog niet is aangetast en pas in de loop van de volgende jaren wordt gemineraliseerd en eveneens op 25% van de totale hoeveelheid stikstof wordt gesteld (N_r = 0,25 N_t).

Ter voorkoming van begripsverwarring lijkt het zinvol enkele gebruikte en nog te gebruiken termen wat nader te defniëren.

Met t o t a l e h o e v e e l h e i d s t i k s t o f (N_t) wordt bedoeld het totaal aan stikstof in welke vorm dan ook, dat in organische mest aanwezig is.

Het begrip: i n o m l o o p z i j n d e s t i k s t o f (N_o) dat nog aan de orde zal komen, wordt omschreven als de hoeveelheid minerale stikstof die per oppervlakte eenheid in een bepaalde periode beschikbaar komt en berekend kan worden via de stikstofbalans.
Onder de componenten, die N_o vormen, vallen:

1 N-aanvoer via kunstmest, neerslag en stikstofbinding uit de lucht
2 direct beschikbare N uit organische mest (N_m)
3 beschikbaar komende N uit organische mest van vorig jaar door mineralisatie (nawerking)(Ne_{ged} + Nr_{ged})
4 N aanwezig in beweidings- en oogstverliezen, waarvan naar schatting ± 3/4 direct in circulatie komt (N_o) en ± 1/4 vastgelegd wordt in humus
5 N aanwezig in de wortelmassa, waarvan naar schatting ruim de helft direct in circulatie komt (N_o) en bijna de helft wordt vastgelegd in humus
6 N die in het voorjaar aanwezig is als rest van de N_o van vorig jaar
7 N die vrijkomt uit de humus die aanwezig is aan het einde van het voorafgaande jaar.

N_o dekt dus een geheel ander begrip dan N_t.

Ten aanzien van de organische mest dient nog onderscheid gemaakt te worden naar productie (stal- en weideperiode) en tijdstip van toediening (najaar of voorjaar) terwijl rekening gehouden dient te worden met v e r v l u c h t i g i n g van bepaalde geëigende fracties en n a w e r k i n g van moeilijk mineraliseerbare residuale fracties.

Op grond van gegevens van HENKENS (1977) kan een onderverdeling van de verschillende componenten naar wijze en tijdstip van productie en toediening worden gemaakt. Deze onderverdeling is in rapport 47 van de EG-commissie (1978) nog nader gepreciseerd al wijkt deze uitwerking op sommige punten iets af van die van Henkens.

In tabel 7 is deze onderverdeling weergegeven met daarin opgenomen de omrekening in N_t en de hoeveelheden stikstof, die met deze processen gemoeid zijn, als uitgegaan wordt van een bepaalde normhoeveelheid. Deze norm wordt gevormd door een netto standaard zetmeelwaarde productie van 4500 kg per ha. Rekening houdend met een verlies van 40% komt dit overeen met een bruto productie van 7500 kg zw. of 15 000 kg droge stof per ha. Bij een gemiddeld stikstofgehalte van 3% betekent dit een gewasopname van 450 kg N per ha waarvan 270 kg na het beweidingsverlies werkelijk wordt benut.

Op grond van het overzicht in tabel 7 kan berekend worden welke hoeveelheden zuivere stikstof gemoeid zijn met de drijfmestgiften gedurende de s t a l p e r i o d e. Uitgangspunt dient hierbij te zijn dat elke ton runderdrijfmest 4,4 kg N. bevat, zodat met een gift van 20 ton per ha 88 kg zuivere N wordt gegeven. Per gift van 20 ton per ha, hetgeen wel als een standaard gift mag gelden, worden derhalve hoeveelheden N aan het bodemprofiel toegevoegd welke reageren op een manier als in tabel 8 aangegeven.

Tabel 7.

	WEIDEPERIODE						STALPERIODE											
							Najaarstoediening						Voorjaarstoediening					
	N_m	N_e	N_r	N_t	kg.	kg	N_m	N_e	N_r	N_t	kg	kg	N_m	N_e	N_r	N_t	kg	kg
Vervluchtiging					170	169						130						130
direct					13	17						13						13
						152					88	117					88	117
id.bij h.uitrijden							0,20			0,10	9	12	0,20			0,10	9	12
id.op de grond	0,15			0,075		11	0,12			0,06	5	7	0,12			0,06	5	7
OVER	0,85	1,-	1,-	0,0925	157	141	0,68	1,-	1,-	0,84	74	98	0,68	1,-	1,-	0,84	74	98
dir.beschikbaar	0,85	0,5		0,55	93	84							0,68	0,90		0,565	50	67
eerstv.voorjaar bes.							0,272	0,88		0,356	31	42						
door mineralisatie					4													
i.h.naj.besch.baar		0,1		0,025		4								0,02		0,005	nih.	1
Uitspoeling							0,272	0,08		0,156	14	18						
Denitrificatie							0,136	0,04		0,078	7	9						
OVER	0	0,4	1,-	0,35	60	53	0	0	1,-	0,25	22	29		0,08	1,-	0,27	24	30
min.volgend jaar		0,4		0,10	17	15								0,08		0,02	2	1
min.latere jaren			1,-	0,25	43	38			1,-	0,25	22	29			1,-	0,25	22	29
					per melkkoe						per 20 ton drijfmest						per 20 ton drijfmest	

UITGANGSPUNT HENKENS: OPGENOMEN door GRAS 15 000 kg d.s. à 3% N = 450 kg N/ha
VERLIEZEN 40% = 180 " "

OOGST: 270 kg N/ha

WEIDEPERIODE:

opname door vee	201	kg N/ha
gras	165	"
krachtvoer	36	
melk en vlees	- 32	
uitgescheiden	169	
vervluchtiging	- 17	
	152	

STALPERIODE:

id	156	kg N/ha
id	105	"
id	51	"
id	- 26	
id	130	
id	- 13	
	117	

Tabel 8. Onderverdeling van de hoeveelheden zuivere N per ha, gegeven per 20 ton rundveedrijfmest naar reactievorm

	Najaarstoediening	Voorjaarstoediening
Vervluchtiging	0,16 x 88 = 14 kg N	0,16 x 88 = 14 kg N
Direct beschikbaar		0,565x 88 = 50 kg N
Na mineralisatie	0,39 x 88 = 34 kg N	
volgend jaar	0,20 x 88 = 18 kg N	0,025x 88 = 2 kg N
latere jaren	0,25 x 88 = 22 kg N	0,25 x 88 = 22 kg N

Ten aanzien van de nawerking dient te worden opgemerkt dat de hoeveelheden stikstof die onder 'volgend jaar' en'latere jaren' tot nawerking moeten komen slechts volledig tot gelding komen op een bedrijf dat 'in evenwicht' is, dit wil zeggen dat de humusvoorraad zich heeft gestabiliseerd en jaarlijks evenveel stikstof in de humus wordt opgenomen als afgebroken. Dit is op Cranendonck zeker nog niet het geval zodat de hoeveelheden stikstof, die uit de nawerking van vorige jaren beschikbaar komen, iets lager zullen moeten worden geschat dan in tabel 8 aangegeven.

Uit de grasland-gebruikskalender kan worden afgelezen welke onderzoekspercelen een rundveedrijfmestgift in voor- of najaar hebben gehad. Rekening houdend met bovenstaande overweging omtrent de nawerking kan voor die percelen worden berekend welke hoeveelheden zuivere stikstof in de stalperiode zijn verstrekt.

Tabel 9. Hoeveelheden zuivere N in kg per ha afkomstig uit runderdrijfmest

Perceel	2	5A	5B	6A	21
Drijfmestgift:					
voorjaar '77	20 ton/ha	20 ton/ha	20 ton/ha	20 ton/ha	20 ton/ha
najaar '76					20 "
Direct beschikbaar	50 kgN/ha	50 kgN/ha	50 kgN/ha	50 kgN/ha	50 kgN/ha
Na mineralisatie					34 "
Naw.vorig jaar	15 "	15 "	15 "	15 "	15 "
Naw.jaren daarvoor	20 "	20 "	20 "	20 "	20 "
Totaal	85 kgN/ha	85 kgN/ha	85 kgN/ha	85 kgN/ha	119 kgN/ha

Tabel 10. Onderverdeling van de hoeveelheden zuivere N per ha door uitscheiding tijdens de weideperiode naar reactievorm (per dier) in kg N/ha/dag

	melkvee		jongvee	
Vervluchtiging	0,075 x 0,17 =	0,01275	id x 0,04 =	0,003
Direct beschikbaar	0,55 x 0,17 =	0,0935	id x 0,04 =	0,022
Na mineralisatie	0,025 x 0,17 =	0,00425	id x 0,04 =	0,001
Naw.vorig jaar	0,1 x 0,17 =	0,017	id x 0,04 =	0,004
Naw.daarvoor	0,25 x 0,17 =	0,0425	id x 0,04 =	0,01
Totaal		0,170	Totaal	0,040

Rekening houdend met vervluchtiging en verminderde nawerking als gevolg van het feit, dat op Cranendonck de humificatie nog niet in evenwicht is, mag derhalve de N-bijdrage per dag tijdens de weideperiode voor melkvee gesteld worden op 0,16 kg en voor jongvee op 0,03 kg.

Aangezien de veebezetting van de verschillende onderzoekspercelen gedurende het weideseizoen nogal uiteenloopt verdient het aanbeveling deze factor uit te drukken in weidedagen per ha, temeer omdat deze uitdrukkingswijze beter aansluit bij de zojuist gegeven berekeningsresultaten van de ter beschikking komende hoeveelheid N (per dier en per dag). In tabel 11 zijn deze weidedagen weergegeven voor elk perceel benevens de ter beschikking gekomen hoeveelheden N, die daarvan het gevolg zijn.

Tabel 11. Aantal weidedagen voor elk onderzoeksperceel met de hoeveelheden ter beschikking komende N (per ha per weideperiode)

Perceel	2	3A	3	4	4A	5A	5B	6A	21
grootvee dgn/ha	1232	694	1006	828	828	1572	971	683	406
jongvee dgn/ha	136			51	51	84		34	281
N in kg/ha	203	111	161	134	134	255	155	110	73

Indien deze hoeveelheden worden vergeleken met de in drijfmest gedurende de stalperiode verstrekte hoeveelheden N, kan worden geconstateerd dat,althans wat de ter beschikking komende hoeveelheden N betreft, de weideperiode van groter belang lijkt dan de stalperiode. In dit verband lijkt het zinvol na te gaan of wellicht de drijfmest giften wat verminderd zijn als gevolg van bijvoorbeeld de grote en noodzakelijke bemestingen van het areaal snijmais. Een eenvoudige berekening kan althans voor de situatie op Cranendonck hierover uitsluitsel geven: de productie van een koe bedraagt 35 kg faeces en 14 kg urine per dag. Inclusief spoel- en regenwater bedraagt de totale productie 55 kg per koe per dag of 10 ton per 180 dagen. Bij een veestapel van 115 stuks grootvee en 74 stuks jongvee komt dit overeen met een totale drijfmestproductie van circa 1700 ton waarbij nog komt de drijfmest, die in de zomer door zomerstalvoedering geproduceerd wordt. Men rekent dan ook op een totale drijfmestproductie per jaar van ± 2200 ton. Op het areaal snijmais van 13 ha wordt gemiddeld 75 ton per ha gegeven. De extra zware drijfmestgiften op het proefperceel 26 belopen ongeveer 100 ton, zodat 1100 ton voor de snijmais is bestemd.

Voor iedere resterende hectare grasland is derhalve 28 ton drijfmest beschikbaar. Hieruit blijkt wel, dat veel organische mest wordt afgevoerd naar het bouwland, waardoor het belang van de drijfmest tijdens de stalperiode mogelijk wat kleiner is dan de toevoer van organische mest tijdens de weideperiode.

6.3.2. Kunstmest

De hoeveelheden stikstof, die met kunstmest zijn gegeven gedurende het groeiseizoen, kunnen direct uit de grasland gebruikskalender worden afgelezen. In hoofdzaak is kunstmest als kalkamonsalpeter gegeven dat 26% zuivere N bevat. Later in het seizoen is ook gebruik gemaakt van N pk in de samenstellingen 20 + 10 + 10 en 18 + 7 + 7 omdat vooral op gemaaide percelen anders een kalitekort zou kunnen ontstaan.

In tabel 12 zijn de gesommeerde hoeveelheden N per ha voor elk perceel gegeven.

Tabel 12. Totale hoeveelheden kunstmest N per ha in kg. voor elk perceel

Perceel	2	3	3A	4	4A	5A	5B	6A	21
kg N	466	538	459	446	446	446	426	435	259

6.4. De totale stikstoftoevoer

De totale stikstoftoevoer kan, op het effect van de mineralisatie (zogenaamde 'moeilijke' post) na, worden samengevat en omvat de in paragraaf 5 onder de punten 1 t/m 4 genoemde posten. Deze samenvatting is in tabel 13 gegeven.

Tabel 13. Totale stikstoftoevoer, behalve als gevolg van mineralisatie in kg N/ha

Perceel	2	3	3A	4	4A	5A	5B	6A	21
Drijfmest	85					85	85	85	119
Weideperiode	203	161	111	134	134	255	155	110	73
Kunstmest	466	538	459	446	446	446	426	435	259
Neerslag	20	20	20	20	20	20	20	20	20
N-binding	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Totaal	814	759	630	640	640	846	726	690	511

7. STIKSTOF ONTTREKKING

Van de posten, die de stikstofonttrekking bepalen kunnen er enkele door eigen waarneming en berekening exact bepaald worden, zoals gewasproductie en uitspoeling, terwijl voor de benadering van andere factoren gebruik zal moeten worden gemaakt van geldende normen.

7.1. Gewasproductie

De onttrekking van stikstof door gewasproductie, in dit geval dus grasgroei, kan in twee vormen gemeten worden namelijk aan de hand van de consumptie door het vee en door de gemeten productie door middel van maaien. Beide productievormen zijn uit de graslandgebruikskalender te destilleren.

7.1.1. Consumptie door het vee

De hoeveelheid gras, die tijdens de weideperiode door het vee wordt opgenomen, wordt gemeten aan de hand van de vlees- en melkproductie, waarin het geconsumeerde gras uiteindelijk wordt omgezet. Ten aanzien van de vleesproductie, welke aan de hand van gewichtstoename moet worden vastgesteld, kan slechts gebruik worden gemaakt van normen omdat geen exacte cijfers ten dienste staan. Ten aanzien van de melkproductie staan wel precieze productiecijfers ten dienste, doch het verband tussen melkgift en grasconsumptie dient wederom aan de hand van normen te worden gelegd. Deze normen zijn afkomstig van het proefstation voor de rundveehouderij.

Uitgegaan dient te worden van het gegeven, dat in 1977 de totale melkproductie 609 053 kg bedroeg of wel een gemiddelde van 5 740 kg per koe. Omdat de samenstelling van de veestapel naar leeftijd niet bekend is, is uitgegaan van de standaard-veestapel die het proefstation voor de rundveehouderij hanteert. Hieronder is deze samenstelling in een overzicht weergegeven benevens de daarbij behorende standaardmelkgift per leeftijdsklasse en het gemiddelde gewicht.

Hieronder is de standaardverdeling weergegeven, gebaseerd op de Normen voor de voedervoorziening (tabel 14, bladz. 25):

	voorkomen	stand.melkgift	gewicht zomer
eerste kalfskoeien	22%	4500 kg	460 kg
tweede kalfskoeien	22%	5125 kg	520 kg
oudere koeien I	41%	6125 kg	550 kg
" " II	8%	7125 kg	550 kg
" " III	7%	8125 kg	550 kg

Het verschil tussen zomer- en wintermelkgift is niet dermate groot, dat een correctie op de melkgift voor weide- of stalperiode zou moeten worden gegeven.

Voor melkkoeien wordt de droge-stofopname per dier per dag aan weidegras berekend aan de hand van de volgende formule:

$$\bar{O} = 6{,}65 + 0{,}44\ \bar{M} + 5{,}39\ \bar{G} \qquad (8)$$

waarin:

$\bar{O}$ = gem. droge-stof-opname per dier per dag

$\bar{M}$ = gem. meetmelkgift per dier per dag

$\bar{G}$ = gem. gewichtstoename per dier per dag over de weideperiode

Aangezien het afkalfpatroon van de veestapel over het gehele jaar vrij regelmatig verdeeld is, is ook de droogstandperiode regelmatig verdeeld. Er dient rekening gehouden te worden met een lactatieperiode van 10 maanden, doch volgens de Normen voor de voedervoorziening moet tijdens de droogstand van 2 maanden gedurende de eerste zes weken gerekend worden op een melkgift van 5 kg en gedurende de laatste twee weken van 8,5 - 12,5 kg melk (Normen 5,2 blz. 29). Dit komt ongeveer overeen met een volledige melkgift gedurende 325 dagen per jaar, zodat de in bovenstaand overzicht voorkomende jaarmelkgiften per veecategorie door 325 gedeeld kunnen worden om de gemiddelde dagmelkgiften te verkrijgen, die, vermenigvuldigd met het aantal weidedagen, de droge-stof-opname opleveren en daarmee tevens de stikstofonttrekking tijdens de weideperiode.

Voor de standaard gewichtstoename per dag (vleesproductie) per dier is voor eerstekalfskoeien 0,3 kg, voor tweedekalfskoeien 0,2 kg en voor oudere koeien 0,1 kg als norm aangegeven.

Er dient rekening mee te worden gehouden, dat op alle in het onderzoek betrokken percelen behalve perceel 21, beperkt weiden wordt toegepast. De dieren staan dan 's nachts op stal en krijgen daar extra krachtvoer, hetgeen een verminderde opname overdag van 1,5 kg droge stof tot gevolg heeft.

Hoewel in de grasland gebruikskalender niet aangegeven, moet worden aangenomen, dat tijdens de weideperiode krachtvoer is bijgevoerd. Het is evenwel geen constante hoeveelheid, maar min of

meer afhankelijk van graslandproductie, vertrapping en dergelijke en daarom wel eens wisselend. De groepen proefdieren krijgen zeker krachtvoer extra en volgens het jaarverslag wordt in de zomer aan de andere dieren 3,2 kg per dag krachtvoer bijgevoerd. Het lijkt daarom juist op de ruwvoeropname een totale aftrek toe te passen van 4,5 kg droge stof, wegens bijvoeren van krachtvoer.

De gemiddelde opname per dag per melkkoe inclusief droogstand kan derhalve als volgt worden berekend:

1e kalfs	[6,65 + 0,44 x (4500:325) + 5,39 x 0,3 - 4,5] x 0,22 =	2,17
2e kalfs	[6,65 + 0,44 x (5125:325) + 5,39 x 0,2 - 4,5] x 0,22 =	2,24
oudere I	[6,65 + 0,44 x (6125:325) + 5,39 x 0,1 - 4,5] x 0,41 =	4,50
" II	[6,65 + 0,44 x (7125:325) + 5,39 x 0,1 - 4,5] x 0,08 =	0,99
" III	[6,65 + 0,44 x (8125:325) + 5,39 x 0,1 - 4,5] x 0,07 =	0,96
	gemiddelde droge-stof-opname	10,86 kg/dag

Voor jongvee is de droge-stof-opname direct afhankelijk van het gewicht volgens onderstaand overzicht: (Normen tabel 6 blz. 14)

Gewicht in kg	droge-stof-opname in kg/dier/dag
100	2,5
150	3,6
200	4,6
250	5,5
300	6,2
350	6,8
400	7,8

Ook bij het jongvee dient rekening te worden gehouden met een verminderde ruwvoeropname als gevolg van het bijvoeren van krachtvoer.

De droge-stof-opnamen, die zijn berekend, dienen verhoogd te worden met een zeker percentage beweidingsverlies, meestal veroorzaakt door vertrapping, om te komen tot de totale grasproductie, welke als basis dient voor de berekening van de stikstofonttrekking als gevolg van beweiding.

HENKENS neemt een totaal oogstverlies van 40% aan, terwijl de Normen voor de voedervoorziening een gedifferentieerd overzicht van

beweidingsverliezen hanteren, die op een aanzienlijk lager niveau liggen (Normen tabel 9 blz. 22).

Droge-stof-beweidingsverliezen in procenten

	beweidings-duur dagen	kalveren	pinken	melkkoeien
Onbeperkt weiden	2			15,-
	4			20,-
	6		18,-	
	8	15,-		
	11	17,5		
	14	20,-		
Beperkt weiden	2			9,-
	4			14,-
Zomerstalvoedering				7,-

Op grond van bovengenoemde overwegingen kan de grasproductie per melkkoe per dier per dag (inclusief droogstand en bew.verlies gedurende de weideperiode berekend worden op 12,26 kg ds/dag. Voor pinken bedraagt de productie 6,06 kg d.s/dag, voor kalveren 3,66 kg d.s/dag en voor vaarzen 9,50 kg d.s/dag. Zie voor de bepaling van het aantal weidedagen bijlage E.

De totale droge-stof-productie per perceel per ha wordt gevonden door de gesommeerde aantallen weidedagen, omgerekend per ha, voor elke veecategorie met de berekende bruto-productie te vermenigvuldigen. De stikstofonttrekking volgt daaruit direct door toepassing van de aanname dat elke kg droge stof 3% stikstof bevat. In tabel 14 is deze bewerking verricht.

Tabel 14. N-onttrekking door beweiding

Perceel	2	3	3A	4	4A	5A	5B	6A	21
gesommeerde weidedagen per ha (uit bijlage E):									
m.k.	1224	993	685	807	807	1 545	913	671	384
va	8	13	9	21	21	27	58	12	21
pi	115			85	85	64		72	194
ka	21			26	26	20		22	87
totale d.s.onttr.	15856	12298	8455	10704	10704	19660	11744	8857	6402
totale N-onttr.	476	369	254	321	321	590	352	266	192

7.1.2. Maaien

Gedurende de zomer is op verschillende onderzoekspercelen gemaaid ten behoeve van de winning van zomerstalvoer en ook voor ruwvoederwinning voor conservering. Volgens de Normen voor de veevoedervoorziening wordt bij zomerstalvoedering 2 kg droge stof per dier minder uit ruwvoer opgenomen, terwijl het oogstverlies 7% bedraagt. Winning voor zomerstalvoedering heeft alléén plaats op perceel 3A. De bruto productie voor zomerstalvoedering zal derhalve voor melkkoeien 12,26 kg.d.s/dag bedragen, vermeerderd met 7% en verminderd met 2, hetgeen neerkomt op 11,18 kg d.s./dier/dag. Voor kalveren, die in de zomerstalproef betrokken zijn, kan een brutoproductie van 3 kg d.s./dier/dag worden aangehouden. Bij het maaien voor conservering kan, volgens de Normen voor de voedervoorziening, een oogstverlies van 25% worden aangehouden. De netto productie is op de grasland-gebruikskalender reeds in kg d.s./ha aangegeven en behoeft slechts met 25% te worden verhoogd. In tabel 15 zijn de resultaten van de berekeningen van de ruwvoerproductie weergegeven.

Tabel 15. Bruto grasproductie en N-onttrekking voor zomerstalvoedering en conservering in kg d.s./ha en kg N/ha

Perceel	2	3	3A	4	4A	5A	5B	6A	21
Zomerstal m.k.			3936						
" ka			468						
voor de kuil		4400	4400	6000	6000		4375	2750	
N-onttr.		132	264	180			131	83	

De totale stikstofonttrekking gedurende de weideperiode als gevolg van beweiding en maaien is samengevat in tabel 16.

Tabel 16. Totale N-onttrekking door beweiding en maaien, in kg N/ha

Perceel	2	3	3A	4	4A	5A	5B	6A	21
beweiding (tabel 14)	476	369	254	321	321	590	352	266	192
maaien (tabel 15)		132	264	180	180		131	83	
Totale N-onttr.	476	501	518	501	501	590	483	349	192

8. UITSPOELING

De uitspoeling van de stikstof kan berekend worden aan de hand van afvoer en stikstofconcentratie in het bovenste grondwater in het voorjaar. De afvoer is dan het resultaat van de gesommeerde neerslagoverschotten welke in het najaar aanvangen en doorgaan tot het voorjaar of de voorzomer.

Met behulp van tabel 6 kan aan de hand van de door interpolatie verkregen gemiddelde wintergrondwaterstanden de totale afvoer voor elk perceel, dat in het onderzoek is betrokken, worden vastgesteld.

Ten aanzien van de stikstofconcentraties van het afgevoerde neerslagoverschot moet vastgesteld, dat voldoende analyseresultaten van alle onderzoekspercelen ontbreken. Dat is gedeeltelijk het gevolg van de perceelswisseling die door de ruilverkaveling heeft plaatsgehad. Het meest geschikt zijn de grondwateranalyseresultaten van juni 1978. Deze zijn afkomstig van een tijdstip dat juist ongeveer het einde van de periode met overwegend neerslagoverschotten markeert. Analyseresultaten van andere jaren kunnen niet als ondersteuning voor een schatting van de N-concentraties van de niet in juni 1978 bemonsterde percelen dienen omdat van jaar tot jaar grote concentratieverschillen kunnen optreden als gevolg van de sterk verminderde N-opname in drogere jaren. In juni 1978 zijn de percelen 5A, 5B, 6A en 21 bemonsterd. De totale N-concentratie bestaande uit die van NO_3, NO_2 (nihil) en N-Kjeldahl, bedraagt (afgerond) voor perceel 5A 39, voor 5B 40, voor 6A 32 en voor 21 (naar schatting) 25 mg N/ltr. (perceel 21: naar schatting omdat N-Kjeldahl niet bepaald is).

De uitspoeling wordt als volgt berekend: Stel, de afvoer bij de gemiddelde wintergrondwaterstand wordt met behulp van tabel 6 vastgesteld op 200 mm, terwijl de gemeten N-concentratie 40 mg N/ltr is.

200 mm = 0,2 m x 100 m x 100 m = 2000 m^3/ha/jaar

40 mg N/ltr = 40 gr N/m^3, 40 x 2000 = 80000 gr N/ha/jaar = 80 kg N/ha/jaar.

Als voor de bovengenoemde percelen, waarvan een bemonsteringsresultaat in het voorjaar bekend is, de uitspoeling in verband wordt gebracht met de totale stikstoftoevoer, dan blijkt tussen beide factoren een tamelijk constante samenhang, zoals uit onderstaand overzicht blijkt:

perceel	cm -mv gem.wintergrwst.	mm afvoer	mg N/ltr N-conc.	kg N/ha/jaar uitsp.	kg N/ha/jaar toevoer	Uitsp. in % van toevoer
5B	115	170 + 50	40	88	726	12,1
5A	122	185 + 50	39	92	846	10,9
21	50	172 + 50	25	56	511	11,-
6A	85	160 + 50	32	67	690	9,7

Er zal derhalve een niet te grote fout worden gemaakt als van de later toegevoegde percelen waarvan geen analyseresultaten op het geëigende moment voorhanden zijn, de uitspoeling wordt gesteld op gemiddeld 11% van de totale toevoer. Hierdoor kan de totale uitspoeling voor alle percelen worden vastgesteld. In dit speciale geval dient aan de berekende winterafvoer nog een zomerafvoer van ± 50 mm die niet te verwaarlozen is, te worden toegevoegd op grond van de geweldige onweersbuien in augustus 1978, juist rondom Eindhoven.

Tabel 17. Stikstofuitspoeling in kg N/ha/jaar

Perceel	2	3	3A	4	4A	5A	5B	6A	21
Uitsp.	73	83	69	70	70	92	88	67	56

9. WORTELMASSA

Een deel van de stikstof wordt in de ondergrondse plantendelen vastgelegd en is derhalve in eerste instantie als een onttrekking op te vatten. Op langere termijn kan de in afgestorven wortels door humusvorming opgeslagen stikstof door humusafbraak (mineralisatie) weer vrijkomen. Rekening houdend met de hoeveelheid stikstof, welke op die wijze uit de wortelmassa van vorige jaren weer vrijkomt, kan in de wortels vastgelegde stikstof in de balans worden weggelaten of zowel bij toevoer als onttrekking worden opgevoerd. De hoeveelheid droge stof, die in de wortels wordt vastgelegd wordt weergegeven door:

$$P_w = \frac{1}{0{,}375P + 0{,}25} \qquad (9)$$

waarin:

P_w = de drogestofproductie van de wortels (in % van P)

P = de bruto-drogestofproductie van de bovengrondse plantendelen in ton/ha (tabel 14 en 15).

Aannemende dat het stikstofgehalte van boven- en ondergrondse plantendelen gelijk is, kan de stikstofvastlegging in de wortels als volgt berekend worden:

Tabel 18. N-vastlegging in de wortels in kg N/ha

Perceel	2	3	3A	4	4A	5A	5B	6A	21
P(ton)	15,86	16,7	17,25	16,7	16,7	19,66	16,12	11,61	6,4
P_w(%)	16,1	15,4	14,9	15,4	15,4	13,1	15,9	21,7	37,7
P_w(kg d.s/ ha	25,53	25,72	25,70	25,72	25,72	25,75	25,76	25,19	24,13
N-onttr.	76	77	77	77	77	77	77	75	72

10. VOORLOPIG SALDO

Hiermede zijn ook van de onttrekkingen op de zogenaamde 'moeilijke' na alle posten van de stikstofbalans aan de orde geweest. Dit zijn alle posten, die min of meer kwantificeerbaar bleken aan de hand van eigen waarnemingen of normen of een combinatie daarvan. Het lijkt zinvol een voorlopig saldo te geven van deze posten alvorens aan de 'moeilijke' te beginnen. Dit is gebeurd in tabel 19.

Tabel 19. Voorlopig saldo van de direct kwantificeerbare posten op de stikstofbalans in kgN/ha

Perceel	2	3	3A	4	4A	5A	5B	6A	21
Toevoer (tabel 13)	814	759	630	640	640	846	726	690	511
Onttrekking (tab.16,17,18)	625	661	664	648	648	759	648	491	320
Over	189	98	- 34	- 8	- 8	87	78	199	191

11. DE ZOGENAAMDE "MOEILIJKE" POSTEN OP DE STIKSTOFBALANS

De thans op de stikstofbalans nog resterende posten worden tot de 'moeilijke' gerekend omdat ze binnen een aantal jaren niet nauwkeurig te meten zijn.

Tot de moeilijke posten moeten worden gerekend:
bij de toevoer: mineralisatie van organische stof
bij de onttrekking: humificatie of humusvorming
denitrificatie of nitraat reductie

Bij dit onderzoek moet aan de toevoerzijde van de balans nog een post worden toegevoegd, die hier normaliter niet thuishoort, maar door het ontbreken van voldoende bemonsteringsresultaten op het juiste tijdstip tot de moeilijke is gaan behoren.
Bedoeld wordt de verandering in de voorraad minerale stikstof. Deze voorraad had moeten zijn geïnventariseerd in grondmonsters in het najaar van 1977 en in het voorjaar van 1978. Het verschil

zou een inzicht gegeven hebben in de voorraad minerale stikstof, welke in het profiel boven het grondwater is blijven hangen. Bij ontstentenis van deze gegevens zal kwantificering van deze voorraadsverandering, evenals van de andere 'moeilijke' posten, moeten geschieden door middel van de door RIJTEMA (1978) in zijn model ontwikkelde formules.

11.1. Stikstof in omloop (N_o)

In vrijwel alle formules van het model van RIJTEMA komt de factor: stikstof in omloop (N_o) voor (voor definitie zie 6.3). N_o kan benaderd worden door uit te gaan van de formule voor de uitspoeling, waarin de uitspoeling uit tabel 17 kan worden gesubstitueerd en voor de denitrificatie coëfficient α en voor de fractie minerale stikstof die in het najaar aanwezig is β standaardwaarden uit het model worden ingevuld. Hierbij dient evenwel aangetekend, dat een nader onderzoek van STEENVOORDEN tot lagere waarden van α heeft geleid.

De uitspoelingsformule luidt:

$$N_1 = (1-\beta-\alpha_w)\left[10{,}24\ n + (1-\alpha_z)\{N_o - 30(1 + \frac{1}{0{,}375P + 0{,}25})P\}\right] \quad (10)$$

Met N_o expliciet ziet deze formule er als volgt uit:

$$N_o = 30(1 + \frac{1}{0{,}375P + 0{,}25})P + \frac{N_1 - (10{,}24\ n)(1-\beta-\alpha_w)}{(1 - \alpha_z)(1 - \beta - \alpha_w)} \quad (10a)$$

In tabel 20 is de berekening stap voor stap weergegeven. Voor de waarde van α_z worden door STEENVOORDEN de volgende waarden aanbevolen:
droog (pF 3,4) 0,20, gemiddeld (pF 2,9) 0,45, nat (pF 2,4) 0,65.
De waarden voor β worden afgeleid uit fig. 4 (blz. 17) van de nota van RIJTEMA. De gebruikte getalwaarden voor bodemvocht en vochtberging (ΔV) zijn eveneens in tabel 20 ondergebracht.

Tabel 20. Berekening stikstof in omloop (N_o)

Afleiding van β

Perceel	Voorjaars-grwst.-mv. 1978	Afvoer in mm winter '77/'78	Evenwichts-bodemvocht voorjaar in mm	Berging(ΔV) in mm bij voorjaars-grwst:	Berging + Afvoer	Aflezing % N = β
2	130	190	345	111	301	60
3	95	180	266	67	247	44
3A	70	165	210	42	207	48
4	85	165	242	60	225	50
4A	65	160	195	39	199	42
5A	120	185	324	108	293	52
5B	105	170	294	84	254	55
6A	80	160	232	52	212	50
21	55	172	190	28	200	40

Berekening stikstof in omloop (N_o) en denitrificatie (N_d)

	P in tonnen (tabel 18)	$30(1 + \frac{1}{0,375P+0,25})P$	N_1 = uitspoeling (tabel 17)	10,24n	α_z	β	$(1-\beta-\alpha_w)$ $(\alpha_w = 1/3\ \alpha_z)$	10,24 n x x $(1-\beta-\alpha_w)$	$N_1 - [10,24n \times (1-\beta-\alpha_w)]$	$(1-\alpha_z)$ x x $(1-\beta-\alpha_w)$	$\frac{N_1 - 10,24n(1-\beta-\alpha_w)}{(1-\alpha_z)(1-\beta-\alpha_w)}$	N_o	N_d zomer	N_d winter
2	15,9	554	73	64	0,4	0,60	0,27	17,3	55,7	0,162	344	898	138	35
3	16,7	578	83	58	0,4	0,44	0,43	24,9	58,1	0,258	225	803	90	25
3A	17,25	595	69	51	0,4	0,48	0,39	19,9	49,1	0,234	210	805	84	23
4	16,7	578	70	44	0,4	0,50	0,37	16,3	53,7	0,222	242	820	97	25
4A	16,7	578	70	44	0,4	0,42	0,45	19,8	50,2	0,270	186	764	74	20
5A	19,7	668	92	82	0,4	0,52	0,35	28,7	63,3	0,210	301	969	120	34
5B	16,1	560	88	48	0,4	0,55	0,32	15,4	72,6	0,192	378	938	151	36
6A	11,6	424	67	37	0,4	0,50	0,37	13,7	53,3	0,222	240	664	96	24
21	6,4	264	56	30	0,4	0,40	0,47	14,1	41,9	0,282	149	413	60	15

Tabel 21.

Perceel	HUMIFICATIE						MINERALISATIE						$\frac{N1}{(1-\beta-\alpha_w)}$		
	30P	$\frac{i}{0,375P + 0,25}$	oogst-verliezen	org. mest 25,7n	immob. 0,12N_o	$N_{hum.}$	N_o	N kunst-mest	N neer-slag + geb.	org. drijf-mest	mest weide-periode	N_{min}	$N_{hum} - N_{min}$	$N_{naj.}$	$\beta N_{naj.}$
2	477	0,161	103	161	108	372	898	466	60	35	76	261	111	270	162
3	501	0,154	104	128	96	328	803	538	60	20	42	143	185	193	85
3A	518	0,149	105	145	97	347	805	459	60	20	60	206	141	177	85
4	501	0,154	104	111	98	313	820	446	60	20	50	244	69	189	95
4A	501	0,154	104	111	96	311	764	446	60	20	50	188	123	156	66
5A	591	0,131	109	206	116	431	969	446	60	35	96	332	99	263	137
5B	483	0,159	103	121	113	337	938	426	60	35	58	359	- 22	275	151
6A	348	0,217	94	93	80	267	664	435	60	35	41	93	174	181	90
21	192	0,377	83	76	50	209	413	259	60	69	27	- 2	209	119	48
	[0,27a = 0,054]									zie tabel 9	0,375N_t				

11.2. Denitrificatie (N_d)

In de modelmatige benadering van RIJTEMA staat voor de denitrificatie de volgende formule:

$$N_d = \alpha(N_o - N_{pl}) \qquad (11)$$

waarin:

N_d = de door denitrificatie verloren gegane stikstof in kg/ha
N_o = de hoeveelheid stikstof in omloop in kg/ha
N_{pl} = de hoeveelheid door de plant opgenomen stikstof in kg/ha

$$\left[30\left(1 + \frac{1}{0{,}375P + 0{,}25}\right)P\right] \qquad (12)$$

De hoeveelheid stikstof welke in de zomer door denitrificatie verloren gaat, kan direct uit tabel 20 worden afgeleid en staat dan ook in dezelfde tabel aangegeven.

In de winter gaat ook nog een (kleine) hoeveelheid stikstof door denitrificatie verloren, welke kan worden beschreven met de formule:

$$N_{dw} = \alpha_w\left[10{,}24n + (1-\alpha_z)\{N_o - 30\left(1 + \frac{1}{0{,}375P+0{,}25}\right)P\}\right] \qquad (13)$$

Ook deze hoeveelheden staan in tabel 20.

11.3. Humificatie

RIJTEMA heeft uit een studie van KOLENBRANDER (1974) afgeleid, dat uit 100 kg droge stof van bovengrondse plantendelen 20 kg humus wordt gevormd met een stikstofgehalte van 4%.

Omdat de droge stof van gras 3% stikstof bevat wordt derhalve van elke 3 kg stikstof in de oogstverliezen 0,8 kg gehumificeerd en 2,2 kg weer gemineraliseerd. Uit de oogstverliezen van bovengrondse plantendelen zou 27% worden vastgelegd in het humuscomplex (0,8 kg van 0,8 + 2,2 kg) en van de wortelmassa 47%, terwijl de humificatie van de organische mest wordt weergegeven door $N_r = 0{,}25\ N_t$ hetgeen neerkomt op 25,7 kg N/gve. Samenvattend kan derhalve de gehele

humificatie worden weergegeven door:

$$N_h = 30\left[0,27a + \frac{0,47}{0,375P+0,25}\right]P + 25,7n \qquad (14)$$

waarin:

a = de fractie oogstverlies (0,2) en

n staat voor de veebezetting in gve/ha. (Deze is berekend uit het aantal weidedagen in bijlage E volgens een voorbeeldberekening op de onderzijde van deze bijlage).

Volgens de laatste inzichten zou de gehele wortelmassa gehumificeerd worden, waardoor 47% dient gewijzigd in 100%.

Hieraan zou nog dienen te worden toegevoegd de door bacteriologische werking tot organische omgezette minerale stikstof, welke hoeveelheid wordt gesteld op 12% van de stikstof in omloop (N_o).

De berekening van de met humificatie gemoeide hoeveelheden is in tabel 21 stap voor stap uitgevoerd.

11.4. Mineralisatie

De hoeveelheid stikstof, welke jaarlijks mineraliseert is gelijk aan de hoeveelheid stikstof in omloop verminderd met:

de N_{add} = de minerale stikstof in de kunstmest

de N_{org} = het deel van de organische mest dat mineraliseert

de stikstof in de neerslag (20 kg N/ha/jaar)

de stikstof die uit de lucht gebonden wordt (40 kg N/ha/jaar).

Het deel van de organische mest, dat mineraliseert, is opgebouwd uit:

de mineralisatie in najaar en winter, hetgeen voor de organische mest, afkomstig uit de weideperiode, neerkomt op 0,025 N_t en uit drijfmest bij voorjaarsbemesting 0,005 N_t en bij najaarsbemesting 0,39 N_t

de mineralisatie uit het vorige jaar, hetgeen voor de uit de weideperiode afkomstige mest neerkomt op 0,1 N_t en voor de drijfmest bij voorjaarsbemesting 0,02 N_t en bij najaarsbemesting 0,2 N_t.

Tot slot is er nog de nawerking van mineralisatie op langere termijn, welke in alle gevallen gelijk is aan N_r = 0,25 N_t. Omdat niet zeker is, of de percelen 3, 3A, 4 en 4A in vorige jaren drijfmest

hebben ontvangen, is niets over de nawerking bekend. In verband met de waarschijnlijkheid ervan lijkt het juist toch een zekere hoeveelheid op grond van nawerking op te voeren.

De berekening van de gemineraliseerde hoeveelheden stikstof is stap voor stap uitgevoerd in tabel 21.

11.5. Humusvorming

Hoewel de berekende hoeveelheden stikstof die door humificatie vastgelegd worden op zichzelf aan de hoge kant lijken, gaat het in werkelijkheid om de hoeveelheden, die na aftrek van de met mineralisatie gemoeide hoeveelheden, overblijven. De totale verandering van de hoeveelheid humus wordt bepaald door de toevoer van stabiele organische mest (N_r), oogstverliezen, dode wortelmassa, de microbiologische vastlegging en de afvoer via de mineralisatie. Het overschot bepaalt de humustoename, zolang er geen evenwicht bestaat en het humusgehalte constant blijft. Dit overschot is eveneens in tabel 21 aangegeven en, hoewel van perceel tot perceel onderlinge verschillen vertonend, van een grootte-orde, die op het eerste gezicht niet irreëel lijkt. Een eenvoudige controle kan dit bevestigen.

Het stikstofgehalte van humus kan op 4% worden gesteld. Het humusgehalte van de bovenste laag van de graslandpercelen op Cranendonck bedraagt 4 à 5%. Het volumegewicht bij dit humusgehalte ligt in de grootte-orde van 1,4 kg/dm^3. De hoeveelheid humus in de bovenste 5 cm bedraagt dus 1 000 000 dm^2 x 0,5 dm x 1,4 kg/dm^3 = 7 000 000 kg/ha en voor de bovenste 10 cm het dubbele.

Uit tabel 21 valt af te lezen, dat het gemiddelde humificatieoverschot $\pm$ 120 kg N/ha/jaar bedraagt. Dit komt overeen met 120 x $\frac{100}{4}$ = 3000 kg humus/ha. Dit komt neer op een jaarlijkse toename van 0,04% van de reeds aanwezige humus, in de bovenste 5 cm, hetgeen overeen zou komen met een absolute toename van het humusgehalte van $\pm$ 2 o/oo per jaar, althans, wanneer wordt aangenomen, dat de humificatie zich hoofdzakelijk in de bovenste 5 cm voltrekt. Volgens HOOGERKAMP zijn bij verschillende proeven op jonggrasland stikstoftoenamen gevonden van 40 tot 1300 kg N/ha/jaar en bij weglating van de extreme waarde van 1300 kg van 40 tot 400 kg met een gemiddelde van 180 kg N/ha/jaar.

11.6. Minerale stikstof boven het grondwater

In 11 is reeds aangegeven, dat in dit speciale geval aan de toevoerzijde van de balans nog een post dient te worden toegevoegd, die door gebrek aan gegevens tot de zogenaamde 'moeilijke' dient te worden gerekend. Dit is de verandering in de voorraad minerale stikstof boven het grondwater, welke in het bodemprofiel is achtergebleven. Deze kan worden achterhaald aan de hand van een bodembemonstering vóór en na de uitspoelingsperiode. Deze bemonsteringen zijn in het eerste onderzoeksjaar evenwel niet verricht.

Nu is β de fractie van de minerale stikstof, die in het najaar aanwezig is en gedurende de winter niet uitspoelt of denitrificeert.

In het model van RIJTEMA komt een formule voor, die in staat stelt de hoeveelheid minerale stikstof, die in het najaar aanwezig is, te berekenen. Door deze hoeveelheid te vermenigvuldigen met een factor, welke de vermindering met het aandeel van de winterdenitrificatie en het deel, dat aan geen enkele invloed onderhevig is tijdens de uitspoelingsperiode weergeeft, wordt de uitspoeling gevonden. Deze uitspoeling is echter uit eigen waarneming reeds bekend en kan worden gesubstitueerd waardoor $N_{naj.}$ wordt gevonden ($N_{naj.} = N_1 : (1-\beta-\alpha_w)$). Door deze $N_{naj.}$ te vermenigvuldigen met β wordt $N_{naj.}$ gevonden, welke aan geen verandering meer onderhevig is en welke dus qua definitie gelijk is aan de hoeveelheid minerale stikstof, die tot het voorjaar nog in het bodemprofiel achterblijft. Deze hoeveelheid is in tabel 21 aangegeven.

12. EINDBALANS

Thans zijn alle posten voor de eindbalans bekend, zodat deze kan worden opgemaakt beginnend met de voorlopige balans in tabel 19. In tabel 22 wordt de eindbalans weergegeven, zoals die vanuit de voorlopige balans met de zogenaamde moeilijke posten is aangevuld.

Tabel 22. Stikstofeindbalans in kg N/ha

Perceel	2	3	3A	4	4A	5A	5B	6A	21
Toevoer (tab.19)	814	759	630	640	640	846	726	690	511
Mineralisatie tabel 21	261	143	206	244	188	332	359	93	- 2
min. N boven grondw.(tab.21)	162	85	85	95	66	137	151	90	48
Totaal +	1237	987	921	979	894	1315	1236	873	557
Onttr.(tab.19)	625	661	664	648	648	759	648	491	320
Humificatie tabel 21	372	328	347	313	311	431	337	267	209
denitr. Z+W tabel 20	173	115	107	122	94	154	187	120	75
Totaal -	1170	1104	1118	1083	1053	1344	1172	878	604
Saldo +	67						64		
-		117	197	104	159	29		5	47

13. CONCLUSIE

Voor een balans welke tot stand is gekomen op grond van onvoldoende waarnemingen en onvoldoende getoetste formules is het resultaat hoopgevend. Van de som van toevoer en onttrekking is één van beide nooit méér dan 5% van de helft van het totaal verwijderd.

Het lijkt zinvol alle afzonderlijke posten van de stikstofbalans nog eens de revue te laten passeren, doch de afzonderlijke posten thans uit te drukken in procenten van de totale toevoer of onttrekking zowel als van de som daarvan.

Dit procentuele overzicht is gegeven in tabel 23. Hieruit valt het volgende op te maken:
Van de totale toevoer komt bijna de helft voor rekening van de kunstmest, terwijl van de organische bemesting bijna 15% van de weideperiode afkomstig is, terwijl de drijfmestgift tijdens de stalperiode gemiddeld voor slechts de helft daarvan verantwoordelijk is.

Tabel 23. Eindbalans in procenten

	2			3			3A			4			4A			5A			5B			6A			21			Gem.	Gem.
TOEVOER																													
drijfmest:																													
direct beschikb.	50	4,-	2,1													50	3,8	1,9	50	4,1	2,1	50	5,7	2,9	50	9,0	4,3	3,0	1,5
na mineralisatie																									34	6,1	2,9	0,7	0,3
naw.vorig jaar	15	1,2	0,6													15	1,2	0,5	15	1,2	0,6	15	1,7	0,9	15	2,7	1,3	0,9	0,4
naw.jaren daarvoor	20	1,6	0,8													20	1,5	0,7	20	1,6	0,8	20	2,3	1,1	20	3,6	1,7	1,2	0,6
weideperiode	203	16,4	8,4	161	16,3	7,7	111	12,1	5,4	134	13,7	6,5	134	15,0	6,9	255	19,4	9,6	155	12,6	6,4	110	12,6	6,3	73	13,1	6,3	14,5	7,-
kunstmest	466	37,7	19,4	538	54,5	25,7	459	49,8	22,5	446	45,6	21,6	446	49,9	22,9	446	33,9	16,8	426	34,5	17,7	435	49,8	24,8	259	46,5	22,3	44,7	21,5
neerslag	20	1,6	0,8	20	2,-	1,-	20	2,2	1,-	20	2,-	1,-	20	2,2	1,-	20	1,5	0,7	20	1,6	0,8	20	2,3	1,1	20	3,6	1,7	2,1	1,-
stikstofbinding	40	3,3	1,7	40	4,1	1,9	40	4,3	2,-	40	4,1	1,9	40	4,5	2,-	40	3,-	1,5	40	3,2	1,7	40	4,6	2,3	40	7,2	3,4	4,2	2,-
mineralis.	261	21,1	10,8	143	14,5	6,8	206	22,3	10,1	244	24,9	11,8	188	21,0	9,7	332	25,3	12,5	359	29,0	14,9	93	10,7	5,3	- 2	-0,4	-0,2	18,7	9,1
min. N boven gr.w.	162	13,1	6,7	85	8,6	4,1	85	9,2	4,2	95	9,7	4,6	66	7,4	3,4	137	10,4	5,2	151	12,2	6,3	90	10,3	5,1	48	8,6	4,2	10,0	4,9
Totaal	1237	100.-		987	100,-		921	100,-		979	100,-		894	100,-		1315	100,-		1236	100,-		873	100,-		557	100,-		100.-	
ONTTREKKING																													
Gewasproductie:																													
beweiding	476	40,7	19,8	369	33,4	17,6	254	22,7	12,4	321	26,6	15,5	321	30,5	16,5	590	43,9	22,2	352	30,0	14,6	266	30,-	15,2	192	31,8	16,6	32,5	16,7
maaien				132	12,-	6,3	264	23,6	13,-	180	16,6	8,7	180	17,1	9,2				131	11,2	5,4	83	9,5	4,7				10,-	5,3
uitspoeling	73	6,2	3,-	83	7,5	4,-	69	6,2	3,4	70	6,5	3,3	70	6,7	3,6	92	6,9	3,5	88	7,5	3,7	67	7,7	3,8	56	9,3	4,8	7,2	3,7
wortelmassa	76	6,5	3,2	77	7,-	3,7	77	6,9	3,8	77	7,1	3,7	77	7,3	4,-	77	5,7	2,9	77	6,6	3,2	75	8,6	4,3	72	11,9	6,2	7,5	3,9
denitrificatie																													
zomer	138	11,8	5,7	90	8,1	4,3	84	7,5	4,1	97	9,0	4,7	74	7,-	3,8	120	8,9	4,5	151	12,9	6,3	96	11,-	5,5	60	9,9	5,2	9,6	4,9
winter	35	3,-	1,5	25	2,3	1,2	23	2,1	1,1	25	2,3	1,2	20	1,9	1,-	34	2,5	1,3	36	3,1	1,5	24	2,8	1,4	15	2,5	1,3	2,5	1,3
humificatie	372	31,8	15,5	328	29,7	15,7	347	31,-	17,-	313	28,9	15,1	311	29,5	16,-	431	32,1	16,2	337	28,7	14,-	267	30,4	15,3	209	34,6	18,-	30,7	15,9
Totaal	1170	100,-	100,-	1104	100,-	100,-	1118	100,-	100,-	1083	100,-	100,-	1053	100,-	100,-	1344	100,-	100,-	1172	100.-	100,-	878	100,-	100,-	604	100,-	100,-	100,-	100,-
Saldo in % van som																													
+			2,8																		2,6								
-						5,6			9,7			5,-			8,2			1,1						0,3			4,-		

Mineralisatie lijkt van belang, daar dit proces 20 à 25% van de totale toevoer voor zijn rekening neemt.

Bij de onttrekking valt de geringe invloed van de uitspoeling op namelijk slechts 7,5%. De onttrekking in de vorm van beweiding beloopt ongeveer 1/3 van het totaal, terwijl opvalt het hoge aandeel van de humificatie namelijk ruim 30%, terwijl daarentegen de denitrificatie een bescheiden deel: 12% van de totale onttrekking voor zich opeist.

Voorts blijkt, dat de totale bemesting duidelijk is afgestemd op de onttrekking door gewasproductie. De totale hoeveelheid stikstof die door kunstmest en organische mest (zonder weidemest!) wordt toegevoegd is nagenoeg in evenwicht met de totale onttrekking door beweiding en maaien (behalve op perceel 21 en in mindere mate op perceel 6A). Met de bemestende werking van organische weidemest wordt kennelijk geen rekening gehouden!

Suggesties voor het tweede onderzoeksjaar. Enkele posten van de stikstofbalans kunnen nog wat hechter onderbouwd door een gerichter bemonstering op een juist tijdstip. Dit betreft veelal de voor- en najaarsbemonstering door middel van grondmonsters en de bovenste grondwaterbemonstering in het voorjaar in boorgaten.

Voor een juiste bepaling van het tijdstip, waarop de uitspoelingsperiode een aanvang neemt, is een voortdurende vochtbepaling van belang. Ook tijdens het groeiseizoen zijn vochtbepalingen belangrijk om de bergingsmogelijkheden te leren kennen en om de invloed van de beregening vast te stellen.

Aan de vochtmetingen door middel van gammastralen kan een vastere basis worden gegeven door de metingen af te sluiten met het steken van volume monsters.

Aan de waterhuishouding is in dit eerste rapport zoveel aandacht besteed, dat voor het tweede onderzoeksjaar met aanzienlijk minder waarnemingen kan worden volstaan.

LITERATUUR

BLOEMEN, G.W., 1970. Berging, afvoer en verdamping in de Geldersche Achterhoek volgens de grondwaterstandsanalyse. Commissie ter bestudering van de waterbehoefte van de Gelderse Landbouwgronden. 2e interimrapport, werkgroep I

COMMISSIE VAN DE EG., 1978, no. 47. De mest- en gierverspreiding op landbouwgrond in de EG

HENKENS, C.H., 1977. Grasland. Interne notitie Consulentschap voor Bodem- en Bemestingsaangelegenheden

HEIJDEN, F.M.J. VAN DER, 1977. Onderzoek naar de variatie in chemische samenstelling van het ondiepe grondwater onder grasland. Nota 965, ICW

HOOGERKAMP, I.N. De ophoping van org. stof onder grasland en de invloed hiervan op de opbrengst van grasland en akkerbouwgewassen. Inst. v. biol. en scheik. onderzoek v. landbouwgewassen

KOLENBRANDER, G.J. en L.C.N. DE LA LANDE CREMER, 1967. Stalmest en gier, waarde en mogelijkheden

_____ 1974. Efficiency and organic mature in increasing soil organic matter content. Trans. 10th int. congress Soil Sci. Moscow

MAKKINK, G.F., 1962. Vijf jaren lysimeteronderzoek. Versl. Landb.k. onderz. 68 1 Pudoc

RIJTEMA, P.E., 1978. Een benadering voor de stikstofemissie uit het graslandbedrijf. Nota 982 ICW

STEENVOORDEN, J.H.A.M., 1979. Nog niet gepubliceerd.

BIJLAGE A. Neerslag en verdamping

	Dag → / Maand	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	I	II	III	T	N
1970	J	0,2	0,2	2,3	3,9		0,9	0,3	0,1	2,9	3,9	1,1			0,1	3,4	2,4	2,9	0,2		0,2		0,1	1,8	5,6	5,3	4,4	4,3	0,4		3,2	3,4	15	10	29	54	4
	F		3,1	13,8		0,2	7,4		8,4	4,8	4,9	4,2	1,3	12,2			2,1	0,6	6,1	0,4	3,9	2,6	22,7	8,3	0,1	1,2	0,4	8,8					43	31	36	110	16
	M		11,9	0,7	2,7		0,3	3,7	1,1	4,5				0,8			0,2	0,1	3,1	3,0	2,7	2,5	0,7	0,5	5,6	20,6	0,5	0,9	4,4	1,5	0,1	12,7	25	10	50	85	34
	A	2,6	2,9	3,2	2,3	0,9	1,9	2,5	2,2	1,2	0,7	1,2	0,6	3,9	1,0	0,2	2,3	1,1	0,2		1,6	0,5	5,7	0,1	3,9	8,9	8,1	0,8	3,2	7,3	2,6		20	12	41	73	57
	M	1,3	2,7	1,5	0,1		0,1		0,7		3,6		0,2				7,3		0,2				4,8	0,3				0,2		8,7	0,8	6	11	15	32	107
	J		0,1				0,1			2,0	0,8												0,9		3,2	0,9			16,8	0,6	5,7		2	1	28	31	147
	J	4,3	0,9	12,3	5,6	0,7	3,1		0,9	1,7	0,1	0,7				22,5	5,6	1,3		0,1	10,8	6,7	0,7	0,1		10,3	12,9	3,7		0,9	0,3		30	41	36	107	105
	A	0,1	0,1				0,4	0,2	6,7	1,8		11,4	3,8	0,1	0,2		0,3	3,0		1,6	2,3	0,2		0,2	4,7								9	23	5	37	98
	S			0,1	1,3					0,8	0,9	0,1	2,4	13,4	7,9	9,7	16,4	1,0	0,1												0,5		3	51	1	55	65
	O	2,0	3,2	25,9	8,5	2,9		5,1	0,1	0,1			0,1	0,2	0,2				0,1		12,9	11,9	1,0	0,5		0,6	0,8	3,5	5,2	2,7		0,5	48	14	27	88	30
	N	0,9	6,6	14,6	2,5	1,7	0,2			0,3	4,0	0,5		5,1	0,1		0,4	5,0	5,8	6,1	0,1	2,9	5,4	0,2				0,1	0,1	0,5	0,7		31	23	10	64	16
	D	2,4	3,4	7,9	0,5	10,1	0,5	2,4	1,6		0,1	0,1		0,2	0,1	0,4			0,6	1,4	0,4	0,3	1,0		0,1	0,4	0,1		5,2	0,2	0,4	29	3	7	39	1
1971	J		0,1	0,1	0,1		0,1			0,1	0,1						2,0	0,6		1,1	0,4	0,9	0,4	2,4	6,8	3,8	3,3	9,9	14,3	1,8	1,0	1,8	1	4	46	51	0
	F			2,3	1,9	1,0	0,1	0,3	0,2	0,1		0,1		2,1	0,3	0,6	5,0	2,6	4,2	2,9	0,3	3,2	0,7	0,5	0,2	0,2	0,2	0,1					6	18	5	29	4
	M			3,6		0,1	3,5			0,9	0,2	0,8	4,3	0,1				4,2	3,4	0,9	4,0	0,1	0,4	0,1	0,7	1,4	2,3	4,4	0,4				8	18	10	36	10
	A																	0,7	1,2				0,1		5,2	4,6	0,1	11,9	0,1				0	2	22	24	18
	M													0,5	5,4	0,3	6,2	18,3	19,5	0,1			5,1	27,2	10,6	11,1			2,1	6,2			0	50	62	113	43
	J				0,5						3,0	2,0		2,5	0,5	10,2	9,5	4,3	0,1	11,7	6,2	2,7	0,5	0,1				13,9	3,4	19,2	3,2		4	47	43	94	38
	J																					4,0	0,9	11,0	6,8	1,9	0,8	0,1	13,3	9,6		0,2	0	0	49	49	52
	A				4,0	0,2	0,2	0,2	0,1			1,4	0,1	0,6	0,5	16,0	0,5			7,9	0,7	1,2		0,3				10,0	1,7	0,1		0,9	5	28	14	47	40
	S	0,2	1,2													0,1									9,8	3,2	1,1	0,1	3,2	0,4			1	0	18	19	27
	O				3,4				0,4		0,2				20,3	0,3			0,2	0,1	2,2	2,9	0,1		0,1	0,1		0,1					4	23	3	30	12
	N						5,4	0,5	7,4	1,0	0,1			0,1	1,4	1,0	0,2	2,4	6,9	26,8		3,0	7,2	4,2	0,2		2,2	0,5		7,6	0,4		14	39	25	78	4
	D	2,2	0,1						0,1	0,1	2,7	1,3		0,6						0,6	4,9	1,4	0,2	0,3	0,7			0,3					5	7	3	15	0
1972	J					0,2	0,6			0,5		0,8	5,9	1,8	0,3						3,7	4,8			0,3	4,1	0,6	5,0	3,4	0,1	0,1		1	13	18	32	1
	F		0,8	0,5	3,5		0,1	1,2	5,4	0,1	0,1	2,7	4,2	2,1	0,1	0,1	0,1				0,1	0,1	1,0	0,1					0,1	0,1			12	9	1	22	4
	M		0,1	0,1	3,8	0,2	0,3	3,3	0,4	4,0	0,1	10,4															0,3	1,5	19,2	5,2	0,7		12	10	27	49	12
	A	4,0	2,9	2,8	0,5	2,8	4,0	4,0	7,8	0,7	8,7	1,4	0,2		0,1	2,2	10,7	0,4	0,1	0,4	0,6						0,5	0,3	0,4	1,2	2,2		38	16	5	59	22
	M	0,3	7,6			1,4	3,3	0,3	0,5	0,2	2,6	10,5	4,1	9,2	4,4	4,6	1,4	13,9	3,9	0,1					0,1	0,6	0,7	2,2	27,9	7,1		0,4	16	52	39	107	31
	J	4,4	0,3				11,1	0,9	3,0	1,1	3,9	0,7	1,7	0,1						1,7	0,9		0,5	12,6	0,1	0,1	0,1		3,7	0,1	1,5		25	5	21	51	36
	J	4,7	9,0	4,9	0,8		8,9	0,6	0,9	1,9	29,7	0,2	2,8	0,1						0,2				0,7	1,7	2,5	0,1	2,8	34,5	0,9		0,1	61	3	43	108	31
	A		4,2	4,5	0,7				16,0	5,9		5,6	0,1	1,8	0,1	7,6	1,1	0,1	6,8	7,8	1,8	0,1		0,1		0,1							31	33	0	64	32
	S						0,2	4,0	0,3		9,0	11,9	1,9	4,8	23,0	0,1	0,1	3,7	1,4	17,2	0,3	0,2	0,1	0,2				1,0	0,2		0,1		14	64	2	80	22
	O	0,1		0,1			0,1				0,3							0,1	0,1		0,6	7,0	0,5	4,3	0,3			0,6	8,7	0,1			1	1	21	23	13
	N			0,2	0,3	1,0	0,8	0,3	0,2	1,9	0,1	13,1	1,1	16,6	0,5	0,5	0,3	0,1	6,3		4,5	4,1	0,4	0,3	4,0		1,0	0,2		0,1			5	43	10	58	3
	D	0,2		1,5	0,2	0,2	0,2	4,6	4,0		3,0	4,6	1,1	0,3	0,8	0,1			0,1	0,3		0,1						0,5	0,3			14	7	1	22	5
1973	J				0,1		0,3	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1				1,4	0,2					2,5	2,0	0,7	1,8			6,4	1,0	0,6	0,7	4,8	1	2	20	23	0
	F		0,6	0,1			0,1	0,3	1,2	2,2	4,1	3,8	1,5	16,2	0,2				8,7	12,6	0,8	0,3	3,9	8,2	5,8	4,5	0,9	2,4					9	44	26	79	2
	M		1,8	1,1	0,2		0,4	7,8					0,3							0,2	0,1					0,2	1,5	5,3	1,3	1,6	0,2		11	1	10	22	11
	A		13,4	11,1	1,0	0,6	0,5	2,9	2,9	0,7	0,2	1,7	3,5	7,9		1,8		0,2		3,9	2,0	0,8	0,4	2,5	0,9				0,3	2,5	1,6		33	21	9	63	21
	M	2,7	14,2	0,1	4,3			2,3	7,1	2,8		1,3			0,7	6,4					5,6	0,1	0,7	1,6	1,1	0,1				2,7	0,4	11,1	34	14	18	66	28
	J	2,6	26,2	1,7															0,1			4,4					0,4		23,4			31	0	28	59	39
	J						2,2		0,8			0,4	5,6	0,1	0,7	0,4	29,2	1,7	0,6	0,1	1,4	1,3	1,6	1,7	10,5	0,1	1,4	0,8	6,5				3	40	24	67	52
	A				0,2	0,7		2,8												0,2			2,1				0,1		5,8		2,6	0,2	4	0	11	15	38
	S	0,3		0,1					0,1	5,4	5,2			0,2			1,1	2,1	0,1	4,1		1,0	9,4	0,8		0,9	1,1	0,9	1,3	9,3	3,7		11	8	28	47	26
	O	2,1	0,1						0,4			3,9	2,0		0,5	7,9	7,1	10,5	0,2	4,5	15,0	10,4	0,8	8,0	0,6					0,1			3	52	20	74	12
	N					7,8	6,6	1,2	0,1			1,8		6,7	2,7	8,6				0,1							3,1	8,7	4,0	4,6			16	20	20	56	5
	D	12,8	0,8	0,1	2,8	1,4	0,5	1,7	9,4	0,4			6,6	10,4	13,5	11,4	1,2	6,4	1,6				0,3	0,3	5,3			0,2	0,4	0,3			1	3	1	5	1

BIJLAGE A. Neerslag en verdamping

	Dag+1 / Maand	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Decade I	II	III	T	N
1974	J				0,5	0,6	0,3	8,2	2,1	5,8	2,7	2,9		1,5	1,9	0,7	10,4	3,2	1,4				1,0	2,1	1,9		0,5		9,8	0,5		18	25	16	58	
																																1	6	3	55	5
	F	0,4			0,3	4,5	14,5	3,1	20,2	5,1	0,1	2,9							0,5			0,4	3,0									48	4	3	55	
																																5	9	5	19	17
	M		6,4	2,6	0,1	3,5					0,6	3,3	2,1	5,6	0,6	3,9	0,3	8,7	5,9		10,3	0,5	0,1	0,2								13	31	11	55	
																																9	13	18	40	42
	A																							0,6	5,9	1,4				3,4		0	0	11	11	
																																35	31	22	88	77
	M	1,8			0,9			0,9			3,3			16,3								1,0	5,1	7,1	0,3				1,5		6,0	4	20	21	45	
																																24	42	41	108	108
	J	1,7			1,5	0,6	2,6	1,1	6,3	1,1	0,3	0,2		1,5		8,6										0,2	8,5	6,5	0,4			15	11	16	41	
																																40	42	40	122	124
	J	12,4	5,1	10,1	7,1	3,5	1,4	0,1		0,1	1,5		1,2	1,1			2,4	2,8	1,8	1,0	0,2		6,2	2,5	9,8	1,4						40	12	20	72	
																																38	34	38	110	117
	A				17,2	8,8	0,5			12,1	9,7	1,8	5,0	5,0			7,4		0,1								1,6	0,4				48	19	2	70	
																																30	35	34	99	96
	S	1,7	2,4	7,4	0,4	11,8	14,8		1,8	3,1	13,1					7,3		9,7				2,3	0,1	3,9	4,5	6,1	7,3	3,0		2,9		56	17	30	104	
																																25	20	17	62	60
	O				0,3	2,6	6,3	6,5	0,4	2,0	0,8	0,7	0,8	1,8	0,5	1,1		0,1	11,7	0,2	0,4	8,0	19,8	0,2	0,4	4,1	2,3	6,1	13,8	0,1	0,5	20	23	56	99	
																																10	6	6	22	27
	N		0,6	0,6	12,5				0,2	4,2	0,1	2,8	0,2		0,1	26,4	1,8				0,4	9,3	15,1	1,9	0,7	3,8	2,2	7,8	14,0	3,4		18	31	59	108	
																																3	7	3	13	10
	D	5,7	1,5	0,9	0,3	1,6	1,1	3,3	4,6	0,2	1,7	5,9	12,7	4,5	0,1	1,8	1,0	14,0	0,5	3,3	0,7			0,4	2,8	20,0	10,8	8,3	0,3	6,3	2,2	21	45	51	117	
																																3	4	6	13	4
1975	J	1,2					8,4	6,9								0,9	0,2	5,3	4,8		1,2	3,3	7,4	0,2		3,4	1,2	7,4	9,8	3,3	0,1	17	11	37	65	
																																2	6	5	13	5
	F	8,3											0,1	2,5				1,5	14,7													8	19	0	27	
																																2	6	7	16	17
	M			3,6			0,8	9,7		1,3	2,1	0,4	0,5			2,5	0,4	1,9		9,8	0,9	0,3	6,8	0,6	3,0	1,2	7,6	13,4	4,4	2,3	0,8	15	18	41	74	
																																11	10	16	37	42
	A		3,6	6,8	0,8	0,5	3,8	3,7	0,4	7,8	0,9	0,9	0,5	0,3	1,6	8,2	0,3	4,6		2,4										9,5		27	20	10	57	
																																17	18	29	64	77
	M	3,8		9,1	0,5	2,7	0,1	0,2	0,1		0,3			3,0																		17	3	0	20	
																																35	34	42	111	108
	J			5,2	10,0										5,4	7,2		5,3				16,7	9,7		11,2				2,7	1,6		15	18	42	75	
																																45	42	36	124	124
	J				7,2	0,8			41,0		4,0							6,0	0,1	5,4	0,4			0,1	7,8	1,3						49	16	10	75	
																																48	36	42	125	117
	A	15,0									11,4	0,4				1,8	3,5	0,1	0,2	0,2		7,2				1,1						15	18	8	41	
																																55	32	33	120	96
	S									0,2	0,1	2,5	3,0	13,8			0,1							1,3	0,6	19,2	5,5	1,1	1,8	0,1	0,2	0	20	29	49	
																																22	22	22	66	60
	O	0,1		1,9	1,2	0,2		0,1		0,3	0,8		2,5	0,5	0,2		9,4										0,2					5	13	0	18	
																																12	8	5	25	27
	N	3,5	1,9		0,6		1,3									19,0	5,4	5,7		9,4	0,2	3,7				7,0	2,2	2,7	4,8	0,6		7	40	21	68	
																																3	2	1	7	10
	D		12,7	1,4		0,5	1,3		0,1		0,1		0,7								0,2				2,3	3,0						16	1	5	22	
																																1	0	3	4	4
1976	J	11,5	12,5	0,8	1,6	0,7	12,0	0,1		3,8	2,5		0,7	2,4	2,5	1,7	0,5		0,2	1,9	10.8	2,6	2,0	1,5	3,2	1,0	8,0					43	12	29	84	
																																5	4	3	12	5
	F									0,7	2,7	4,5	10,7	2,0							1,2											1	20	1	22	
																																3	7	7	16	17
	M	2,5											4,2		0,2	4,1	0,4	5,2							2,8	1,2	8,5	0,6				3	14	13	30	
																																13	13	23	49	42
	A			3,8		1,4			0,7					0,2																		6	0	0	6	
																																20	31	33	84	77
	M			0,9	3,9						3,6		2,1	3,5					5,7	2,1	3,4	6,9				1,3	10,2	0,1		0,6	2,3	5	17	25	47	
																																42	42	40	124	108
	J	0,7	6,6	0,1																5,5	1,4											7	6	1	14	
																																44	45	66	155	124
	J												6,8	1,0			0,5	8,4			2,0	8,7		0,2	1,0	1,2					0,3	0	17	7	24	
																																70	40	36	146	116
	A	13,0	1,6		3,9														2,2								0,2	2,6	0,9	1,1	3,9	19	2	9	30	
																																39	44	40	123	96
	S		11,0	1,3		7,7	0,1			0,3	4,7	1,5	0,7	1,4		1,5		7,7						13,1	0,2		0,2	1,1	0,5	1,4		25	13	17	55	
																																22	18	15	55	60
	O	1,7	5,3	1,4		3,2	0,8	0,6	1,4						1,8	10,7	0,1		1,7	12,1		0,3		1,7	0,6					0,2		14	26	3	44	
																																14	10	6	30	27
	N		1,4	9,5	19,2			3,6		2,7	4,5	2,0	9,8	0,9	0,5		0,3	0,5				0,8	1,7	2,1	6,5				5,3	10,0		41	14	26	81	
																																4	1	3	9	10
	D	18,0		4,3			14,1		0,4			0,1	0,3	1,2				2,0	4,7	2,0	3,4	2,7						2,9				37	10	9	56	
																																0	1	0	2	4
1977	J	3,3			2,7		0,2	1,2		0,3	6,0	1,5			2,8	1,1	10,6	1,2	0,2		1,7	0,3	1,5	3,0	1,5	0,6	2,8	6,4	1,6			14	19	18	51	
																																0	0	2	1	5
	F				4,1	5,7	1,1	8,9	2,3	0,1	6,8	2,2	0,2	0,2		0,3		0,5	3,6	4,5	6,0	12,3		5,6	0,1	11,1	2,2					29	18	31	78	
																																4	7	5	16	17
	M		0,2	0,4				1,1				2,8		1,2	1,5		3,3		3,3			8,6		0,1			0,9	10,3	0,6			2	12	21	34	
																																16	17	18	51	42
	A	5,0	5,2	7,2	6,1	0,4		2,6	2,5	2,0		0,9	1,2	3,4	9,1	3,2	1,0			0,1	0,6		3,0	4,8	3,5		1,6		0,5		31	19	14	64	
																																20	24	32	75	77
	M	1,5	11,3	3,3	0,4	3,4	0,1		1,4	3,1	1,0		7,5	3,8	3,2	0,4				1,2	3,8	1,6										26	16	5	47	
																																26	35	39	120	108
	J				1,1		1,3	17,6	1,8	0,2	15,2	13,0	4,0		5,8	3,4	4,8			1,9					0,7	6,5	5,8		11,3	2,2		37	33	26	96	
																																35	33	33	101	124
	J	8,6															0,6	5,9	13,0	2,0	0,8	0,2		0,5	0,5	6,2	15,5	0,2	4,0	0,7		9	22	29	59	
																																49	38	32	119	116
	A						0,6		3,0		0,5			22,4			11,3	84,9	4,5	2,0	7,7	12,0	6,0	0,3			0,8	8,3	0,1			4	125	35	164	
																																31	22	27	80	96
	S			2,2				0,2		1,5						0,2					0,1					0,7						4	0	1	5	
																																22	18	15	55	60
	O	9,4	5,2	5,6	0,6	0,2	1,1	1,0	3,9		0,6											0,3		0,4	0,4							27	1	1	29	
																																14	8	6	29	27
	N	5,4	5,2	14,4	0,2			0,2	0,5	10,7	4,3		3,8	11,0	1,9	8,0	16,0	2,3	1,0		8,5	7,7	8,3	16,0	3,8	2,4						41	44	47	132	
																																8	7	2	17	10
	D	1,8						9,8	1,8		1,0	9,7	1,1	0,1	0,2	0,1						0,5		0,3	0,6	0,5	4,7	4,6	2,0	3,9	8,2	13	12	25	50	
																																1	0	4	5	4

BIJLAGE A. Neerslag en verdamping

	Dag→ Maand	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	I	II	III	T	N
1978	J	0,9		1,0	4,0	1,8		0,2			5,4	2,8	2,9	1,0	0,4	0,2					1,2			1,2	7,7	1,3	1,0	1,5		1,1	2,3		13	9	16	38	
																																	2	2	4	8	5
	F	4,6	13,2			0,9	2,1	0,1							2,6	1,2									0,4	0,1	0,1		0,6				21	4	1	26	
																																	3	4	7	14	17
	M	0,1		3,0	0,1					3,0				5,5	2,7	0,6	0,3	1,6	0,3	0,1	10,9	9,8	9,2	7,9	5,7	1,2	10,8	1,2	1,2	1,0	4,6	3,6	6	27	56	89	
																																	11	15	18	44	42
	A											4,6	1,2	5,0	1,0							0,7						3,4	1,0	5,1	3,9		0	12	14	26	
																																	22	21	29	72	77
	M	0,9	8,8	0,5	0,1		3,8	12,4				7,4	2,5	0,1	4,1	2,5	2,0				0,2					0,4	2,0	0,1					27	19	2	48	
																																	27	30	39	95	108
	J				5,4	2,7		2,5	1,6								10,9	1,2					1,0	6,8	8,4	1,0	2,8	6,8		1,8	19,8		12	12	48	73	
																																	41	42	32	115	124
	J	0,2	0,5	18,0	3,0	2,0	13,0	2,3	6,1	13,0	0,1									3,8	2,0	2,1	1,5										58	6	4	68	
																																	26	32	45	103	116
	A	0,6		2,0	0,4		0,9	2,3		0,1				7,8			1,7	5,4											1,6		14,9	0,1	6	15	17	38	
																																	27	30	28	85	96
	S	3,4	2,7	0,1				0,7				1,5				2,5			0,3		0,2							3,5	12,9	5,7	13,4		7	5	35	47	
																																	21	20	13	54	60
	O	15,7	2,6	0,1		0,5												0,3	1,8	0,1				2,1	1,1	0,9	13,2	0,1	0,4				19	2	18	39	
	N			2,0	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1			0,1	0,1	0,2	0,4																4				
	D																																				
1979	J																																				
	F																																				
	M																																				
	A																																				
	M																																				
	J																																				
	J																																				
	A																																				
	S																																				
	O																																				
	N																																				
	D																																				

LEGENDA

I II III	decade
T	maandtotaal
N	normaal = gemiddelde over vele jaren
eerste cijfer	neerslag in mm per decade
tweede cijfer	Penman verdamping in mm per decade

BIJLAGE B. Grondwaterstanden 1e onderzoeksjaar Cranendonck t.o.v. maaiveld

No. buis zie bijl. F	1977 Nov. 23	Dec. 14	21	1978 Jan. 4	11	19	25	Febr. 2	9	16	23	Maart 2	9	16	23	29	April 5	13	20	Mei 3	18	24	Juni 8	22	Juli 26	Aug. 3	10	17	24	Sept. 27	Oct. 4	11	18	26	Nov. 2	8	hoogte maaiveld t.o.v. NAP
BE-DRIJF																																					
A	108	109	124	120	106	117	115	100	109	124	132	131	137	129	93	100	112	125	129	132	131	141	159	171	151	165	173	175	182	192	170	173	175	178	174	174	27,84
B	95	93	103	98	87	98	98	83	94	103	111	112	117	109	81	87	95	105	107	108	110	119	135	149	127	144	150	153	160	171	146	147	151	153	148	148	27,54
C	117	110	121	117	103	114	114	99	108	124	130	130	138	128	93	100	110	123	128	133	134	142	157	168	153	164	172	174	177	190	168	171	177	177	174	173	27,67
5	55	54	59	56	44	60	55	40	59	65	74	81	85	66	41	50	60	72	82	80	81	102	124	141	117	140	148	152	154	172	150	147	145	150	150	150	27,49
21 (=II)	48	47	52	47	42	53	49	42	49	52	57	61	68	56	41	42	50	57	63	60	63	73	92	104	84	98	106	106	111	117	90	105	104	103	100	99	27,21
Omge-ving																																					
1	99	91	112	104	98	110	108	90	102	115	124	128	130	124	82	90	106	117	125	126	123	138	163	180	153	160	175	178	191	200	177	178	177	177	170	167	28,07
2	108	106	122	110	99	118	114	99	115	127	134	137	144	128	93	102	115	127	134	138	137	151	173	184	168	183	188	190	198	208	187	189	192	192	188	186	28,07
3	146	142	154	144	133	144	145	129	140	149	157	159	165	156	128	132	144	153	158	161	163	168	184	200	180	197	201	206	210	222	197	202	207	208	203	204	27,73
4	130	120	136	127	118	125	129	119	117	131	140	146	149	140	113	114	116	128	138	145	147	155	176	184	168	190	196	201	205	218	200	203	210	220	220	219	27,99
6 (oud)	80	72	89	83	70	82	85	68	77	82	90	96	100	91	60	67	77	89	100	101	100	108	130	140	120	138	142	144	152	165							28,05
6 (nieuw)																																167	170	172	170		27,82
7	166	161	170	164	159	171	170	161	164	174	184	188	192	189	147	155	172	170	185	189	191	199	215	230	207	228	230	234	257	260							28,59
8 (oud)	164	156	161	160	153	172	171	154	160	166	172	180	184	180	150	160	159	168	180	183	184	190	210	225	204												29,04
8 (nieuw)																										209	213	214	220	232	215	223	225	227	226	227	28,31
9	95	87	106	92	82	102	99	79	91	110	122	121	126	120	80	87	93	109	115	122	121	131	149	165	147	161	168	174	179	292	192	194	196	194	191	189	28,88
10	76	69	94	80	62	91	83	60	87	103	112	112	119	103	60	78	90	103	110	115	117	128	150	163	141	153	159	162	168	180	158	156	163	166	161	159	27,49
11 (oud)	115	105	130	118	107	118	121	103	115	126	139	149	154	140	95	101	124	136	144	147	146	154	172														28,71
11 (nieuw)																									235	250	255	258	265	274	260	263					29,36
12	123	116	131	120	109	120	125	114	117	131	141	143	149	132	107	110	114	125	136	138	140	149	164	176	162	173	178	181	180	198	178	178	180	180	181	180	27,92
13	114	113	122	113	104	115	120	101	116	126	134	136	142	131	106	110	113	125	133	132	130	136	152	164	149	162	168	171	176	186	167	169	171	173	160	168	27,18
14	92	84	101	89	76	94	94	77	89	107	115	114	121	107	71	79	88	102	110	116	116	126	144	159	145	159	167	170	176	190	165	163	170	168	166	164	27,53

BEDRIJFSBUIZEN

	1970 II	III	IV	1971 II	III	IV	1972 II	III	IV	1973 II	III	IV	1974 II	III	IV	1975 II	III	IV	1976 II	III	IV	1977 II	III	IV	1978 II	III	IV
14/15 jan.	30	106	118	44	136	141	81	dr	180	66	152	161	33	106	119	23	82	93	63	143	149	92	167	170	46	108	103
28/29	26	92	104	15	93	104	66	160	184	58	148	157	37	108	122	10	68	80	59	136	144	71	153	156	50	117	110
14/16 febr.	20	77	94	28	116	123	62	159	171	37	123	139	27	89	106	23	91	101	47	127	134	67	143	148	55	120	114
28 fe/1 mrt.	10	69	80	41	123	131	72	157	172	32	103	119	44	109	124	32	96	110	62	140	145	55	124	132	59	128	121
14/16 mrt.	15	62	81	41	127	134	71	160	171	46	117	131	30	106	118	36	101	111	73	148	153	67	138	144	58	128	121
28/29	11	52	79	39	129	136	72	160	167	48	128	141	41	103	120	6	65	77	71	148	155	64	141	148	33	94	91
14 april	24	76	94	55	145	155	57	143	151	35	106	122	69	138	150	27	84	95	85	157	162	51	127	134	57	123	116
28 apr/2 mei	17	68	85	55	148	159	64	151	164	54	123	140	68	146	158	40	104	114	97	166	172	67	138	143	70	137	129
14/16 mei	44	101	114	79	dr	179	50	146	158	52	127	142	74	146	162				110	174	184	67	142	148	60	130	123
28/29	53	116	128	41	135	143	34	136	147	90	152	165	90	160	170	75	134	148	115	181	188	96	160	168	85	149	142
14/16 juni	75	136	153	67	145	173	66	142	159	77	144	160	100	170	187	87	150	158	130	187	197	90	151	160	106	165	160
28	70	156	158	28	116	148	74	155	170	98	170	181	100	180	188	84	154	159	145	197	210	91	153	161	97	164	156
14/17 juli	60	139	142	83	145	170	39	134	150	100	175	185				88	145	151	151	207	222	103	173	177	67	133	126
28/31	52	142	146	82	148	188	71	152	163	91	171	182				98	166	170	157	214	225	98	171	173	98	160	154
14/16 aug.	63	140	152	103	dr	194	54	140	153	113	185	196	94	167	186	115	174	183	dr	219	230	108	174	180	106	171	163
28/30	89	dr	171	100	dr	dr	69	147	163	116	190	204	115	183	195	118	182	191	dr	227	236	62	126	135	118	179	174
14/15 sept.	64	dr	160	114	dr	dr	39	140	150	119	196	209	102	172	184	118	187	193	dr	221	225	90	154	161			
28'29	76	dr	166	118	dr	dr	66	147	159	117	200	208	88	170	180	115	183	189	dr	216	221	99	163	172			
14/15 okt.	59	142	148	115	dr	dr	83	161	172	110	200	204	79	158	163	114	191	195	dr	216	221	98	167	175			
**/29	56	126	136	109	dr	dr	78	162	172	83	170	180	46	118	134	113	191	194	dr	207	221	102	171	170			
14/15 nov.	30	110	121	107	dr	dr	46	146	156	71	166	174	48	119	121	113	192	195	154	202	208	57	138	130			
28/29	34	112	120	63	dr	dr	50	136	148	68	161	170	14	72	86	88	170	174	130	197	202	42	105	101			
14/15 dec.	29	112	122	83	dr	181	58	138	151	17	98	110	5	64	73	84	162	164	109	177	182	45	107	103			
28	45	127	135	85	dr	182	63	148	157	38	113	127	0	44	60	83	164	168	102	173	178	48	113	108			

BIJLAGE C. Analyseresultaten en Bemonsteringsdata

Bemonsteringsdata					
Perceel	Bodem-bemonstering	Grondwaterbemonstering		Bodemvocht-bemonstering	Drainwater-bemonstering
		centrale buis	boorgaten		
2					
3					
3A					
4					
4A					
5A	29 nov.'78		2 juni '78		
5B	29 nov.'78	nov. '78	2 juni '78		
6A	14 dec.'78		20 juni '78		
21			15 juni '78		
vervallen:					
9/10		nov. '78	16 juni '78		19 juni - 18 mei '78
6B	14 dec.'78	nov. '78			
7		nov. '78			
4		nov. '78			

Aanalyseresultaten

Perc.	datum bem.	NO_3 mg N/ltr. laagst	hoogst	gem.	NO_2 mg N/ltr.	NH_4 mg N/ltr.	N.Kjeldahl mg N/ltr.	Cl mg N/ltr.	El.gel.v. umho/cm	COD mg O_2/ltr.	pH	
5A	2 juni '78	17	123	30								gem. afzonderl. monsters
				34	< 0,02	1,4	6,9	32	852	164	4,6	mengmonster
5B	2 juni '78	7	53	31								gem. afzonderl. monsters
				33	< 0,02	1,8	8,0	32	595	245	4,7	mengmonster
6A	20 juni '78	1	53	25								gem. afzonderl. monsters
				23		0,3	7,5	40	488	98	5,6	mengmonster
21	15 juni '78	0,3	38	18								gem. afzonderl. monsters
				21				40	594			mengmonster
9/10	16 juni '78	0,3	68	11								gem. afzonderl. monsters
				13	< 0,02	1,4	1,3	43	508	1560	6,8	mengmonster
	19 jan.-18 mei '78	4,2	7,1	5,3					448			drainwater monsters
5B	nov. '78			29				26	564			grondwaterbemonsteringen
9/10	id			4				49	800		5,6	"
6B	id			25				15	456		6,1	"
7	id			42				80	900		5,4	"
4	id			29				82	1110		6,9	"

		0-10 cm			10 - 25 cm			25 - 50 cm			50-100 cm			100-150 cm			bem. diepte -mv.
		mg.N/kg. dr.gr.	gr.vocht/ 100 gr.dr.gr.	mg N/ltr	mg N/kg.dr. gr.	gr.vocht/ 100 gr.dr.gr.	mg N/ltr	mg N/kg.dr. gr.	gr.vocht/ 100 gr.dr.gr.	mg N/ltr	mg N/kg. dr.gr.	gr.vocht/ 100 gr.dr.gr.	mg N/ltr	mg N/kg. dr.gr.	gr.vocht/ 100 gr.dr.gr.	mg N/ltr	
5A	29 nov. '78	24	14,3	167	15	10,4	144	6	8,8	68	5	6,4	78	7	15,8	44	grondmonsters minerale stikstof
5B	id	31	16,4	185	14	11,9	118	15	10,9	138	8	9,2	87	6	9,7	62	id
6A	14 dec. '78	5	20,3	25	7	17,6	39	5	12,0	42	7	12,8	55	11	16,7	66	id
6B	id	4	21,1	19	5	17,9	28	3	11,7	26	21	13,4	157	11	14,9	74	id

$$\text{mg N/ltr} = \frac{100.\ \text{mg N/kg droge grond}}{\text{gew.\% vocht}}$$

BIJLAGE D. GRASLAND - GEBRUIKSKALENDER 1977

Perceel	2 1,35 ha (hoog gedaalte)	3A 1,25 ha (aan de beek)	3 1,25 ha (aan huiszijde)	4 1,35 ha (aan huiszijde)	4A 1,35 ha (beekzijde)	5A 2,15 ha (huiskavel)	5B 0,90 ha (bij mariabeeld)	6A 2,25 ha (achter huiskavel 5A)	21 2,00 ha
Herfst 1976 Winter '76/'77	20 ton drijfmest/ha					20 ton drijfm./ha	20 ton drijfm./ha	20 ton drijfmest/ha	20 ton drijfmest/ha 20 ton drijfmest/ha
	9 maart 255 kg kas	3 maart 280 kg kas	3 maart 280 kg kas	3 maart 270 kg kas	3 maart 270 kg kas	9 maart 260 kg kas	9 maart 260 kg kas	22 t/m 24 apr. 7 ka + 23 pi + 2 va	16 maart 340 kg kas
	6 t/m 8 mei 100 mk	29 apr. t/m 2 mei 90 mk		9 t/m 13 mei 97 mk		25 t/m 28 apr. 90 mk	14 apr. 225 kg kas	9 maart 205 kg kas	10 t/m 21 mei 23 mk + 14 drst.k.+2va+2pi
	(samen met 2A=0,95 ha aan de beek)	4 mei 300 kg kas	4 mei 300 kg kas	14 mei 400 kg kas	14 mei 400 kg kas	18 t/m 22 mei 95 mk+ 4 dr.st.k	25 t/m 26 apr. 11 dr.st.k.	27 apr. 200 kg kas	23 mei 345 kg kas
		1 t/m 3 juni maaien voordr.kuil 3300 kg ds/ha		14 t/m 19 juni maaien voordr.kuil 4500 kg ds/ha		23 mei 350 kg kas	23 t/m 25 mei maaien voordr.kuil 1500 kg ds/ha	14 t/m 17 mei 96 mk	6 juli 23 pi+ 7ka+2va
	9 mei 310 kg kas	4 juni 300 kg kas	4 juni 300 kg kas	20 juni 525 kg 20+10+10	20 juni 525 kg 20+10+10	11 t/m 16 juni 56 mk + 3 dr.s.k	dr.kuil 1500 kg ds/ha	18 mei 290 kg kas	8 juli 350 kg kas
	26 t/m 29 mei 56 mk + 3 drst.k.	27 t/m 30 juni proef zomerstal-voedering	22 t/m 23 juni 56 mk + 1 va+3 drstk	29 juni 57 mk		17 juni 650 kg kas	26 mei 315 kg kas	4 t/m 8 juni 59 mk + 1 drst.k.	8 juli 15 ton drijfmest ha incl. 1500 ltr.spoel-water
				8 t/m 10 juli 58 mk+2 drst.k.+1 va		30 juni t/m 2 juli 57 mk+4drst.k.+1va	21 t/m 25 juni maaien v.dr.k.2000 kg ds/ha	9 juni 600 kg kas	29 juli t/m 3 aug. 24 mk
	4 juni 350 kg kas	40 mk + 33 ka	24 juni 350 kg kas	11 juli 250 kg kas	11 juli 250 kg kas			24 t/m 26 juni 57 mk	7 aug. 265 kg kas
	17 t/m 21 juni 59 mk	2 juli 550 kg 20+10+10	3 t/m 5 juli 59 mk + 2 drst.k.+1 va	23 t/m 27 juli 59 mk + 2 drst.k.		3 juli 650 kg kas	26 juni 200 kg kas	27 juni 650 kg kas	23 t/m 24 aug. 24 ka
	23 juni 475 kg kas	23 t/m 26 juni proef zomerstalvoedering		28 juli 325 kg kas	28 juli 325 kg kas	16 t/m 20 juli 59 mk + 1 drst.k.	19 t/m 20 juli 59 mk + 1 drst.k.	11 t/m 13 juli 59 mk + 2 drst.k. + 1 va	26 aug. t/m 1 sept. 10 drst.k.+ 23pi+ 7ka+ 1va
	6 t/m 8 juli 59 mk + 2 pi + 1 va	40 mk + 9 ka	6 juli 300 kg kas	8 t/m 11 aug. 56 mk + 1 drst.k.		21 t/m 22 juli 23 pi + 6 drst.k + 7ka+2va	9 t/m 10 aug.24 mk	16 t/m 19 juli 23 pi + 7 ka+2 va + 6 drst.k.	13 t/m 22 okt. 18 pi+ 7ka+1va+11 drst.k.
			21 t/m 22 juli 60 mk + 2 drst.k.	12 t/m 17 aug. 23 pi+2va+7ka+11 drst.k				20 juli 650 kg kas	
	9 t/m 10 juli 23 pi+2va+7 drst.k.	27 juli 500 kg 18+7+7	23 juli 225 kg kas	18 aug. 550 kg kas		24 juli 450 kg kas	11 aug. 250 kg kas	20 juli 15 ton drijf-mest/ha incl.1500 ltr. spoelwater	
	13 juli 425 kg kas	14 t/m 16 aug. proef zomerstal-voedering	6 t/m 7 aug. 57 mk + 1 drst.k.	3 t/m 7 sept. 46 mk + 3 drst.k.		13 t/m 17 aug. 56 mk + 1 drst.k.	11 aug. 15 ton drijfm./ha incl. 1500 ltr spoel-water	29 t/m 31 aug. maaien voordr.kuil 2200 kg ds/ha	
	28 juli t/m 2 aug. 55 mk + 2 drst.k.	40 mk + 9 ka	8 aug. 250 kg.kas	8 t/m 11 sept. 23 pi+7ka+1va+16drst.k.		18 t/m 21 aug. 23 pi +7ka+2va+11drst.k.	20 t/m 23 sept. 44 mk + 2 drst.k. + 12 va	7 sept. 300 kg kas	
	3 aug. 400 kg.kas	17 aug. 250 kg 18+7+7	26 t/m 29 aug. 47 mk + 4 drst.k.	12 sept. 450 kg 18+7+7		22 aug. 450 kg kas		24 t/m 26 sept. 42 hoog-pr. mk + 5va + 3 drst.k. samen met perc.6B 1,20 ha	
	30 aug.t/m 2 sept. 48 mk + 3 drstk.k	10 t/m 13 sept. 43 mk +4 drst.k.	30 aug. 200 kg kas	24 t/m 25 sept. 41 laagprod. mk		14 t/m 19 sept. 47 mk+ 4 drst.k.		4 t/m 11 okt. 39 laag-pr.mk. samen met perceel 6B 1,20 ha en 7	
	5 t/m 8 sept.23 pi +1va+7ka+12 drst.k.		8 t/m 9 sept. 40 mk + 5 drst.k.			20 sept. 350 kg 18+7+7			
		17 sept. 375 kg 18 + 7 + 7				4 t/m 11 okt. 43 mk + 3 drst.k. + 4 va	7 t/m 11 okt.14 laag-prod. k.		
	11 sept. 225 kg 18+7+7	26 t/m 29 sept. 41 mk							
	30 sept.t/m 3 okt. 41 hoogprod.k.	12 t/m 23 okt. 45 hoog prod. mk + 5 drst.k. + 4 va				12 t/m 23 okt. 39 laagprod.k.			
				23 t/m 31 okt. 37 laagprod. mk + 3 va					
LEGENDA KUNSTMESTGIFTEN:									
350 = per perceel 350 = per ha	Gem.veebezetting 6,26 gve/ha	Gem. veebez. 4,97 gve/ha	Gem. veebez. 5,64 gve/ha	Gem. veebez. 4,30 gve/ha		Gem. veebez. 8,- gve/ha	Gem. veebez. 4,71 gve/ha	Gem. veebez. 3,62 gve/ha	Gem. veebez. 2,97 gve/ha

mk = melkkoeien va = vaars pi = pink hoogproductief => 15 kg melk/dag
dr.st.k. = droogstaande koe ka = kalf laagproductief =< 15 kg melk/dag

BIJLAGE E. BEREKENING AANTAL WEIDEDAGEN 1977

Perceel	2	3A	3	4 + 4A	5A	5B	6A	21
	dgn ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
mk	3 100 2,35	4 90 1,25	+ 1,25	5 97 1,25	4 90 2,70	2 11 0,90	4 96 2,25	12 37 2,-
	4 59 1,35	4 47 1,25	2 59 1,25	1 57 2,70	5 99 2,15	2 60 0,90	5 60 2,25	6 24 2,-
	5 59 1,35		3 61 1,25	3 60 2,70	6 59 2,15	7 24 0,90	3 57 2,25	7 10 2,-
	3 59 1,35		2 62 1,25	5 61 2,70	3 61 2,15	4 46 0,90	3 61 2,25	10 11 2,-
	2 7 1,35		2 58 1,25	4 57 2,70	5 60 2,15	5 14 0,90	4 6 2,25	
	6 57 1,35		4 51 1,25	6 11 2,70	2 6 2,15		3 45 3,45	
	4 51 1,35		2 45 1,25	5 49 2,70	5 57 2,15		8 39 4,50	
	4 12 1,35	4 41 1,25	+ 1,25	4 16 2,70	4 11 2,15			
	4 41 1,35			2 41 2,70	6 51 2,15			
					8 46 2,15			
		12 50 1,25	+ 1,25	+ 2,70	12 39 2,15	+ 0,90		
				9 37 2,70	+ 2,15	+ 0,90		
va	3 1 1,35		2 1 1,25	3 1 2,70	3 1 2,15	4 12 0,90	4 2 2,25	12 2 2,-
	2 2 1,35		3 1 1,25	6 2 2,70	2 2 2,15		3 1 2,25	1 2 2,-
	4 1 1,35			4 1 2,70	4 2 2,15		4 2 2,25	7 1 2,-
					8 4 2,15		3 5 3,45	10 1 2,-
		12 4 1,25	+ 1,25	+ 2,70				
				9 3 2,70	+ 2,15	+ 0,90		
pi	3 2 1,35			6 23 2,70	2 23 2,15		3 23 2,25	12 2 2,-
	2 23 1,35			4 23 2,70	4 23 2,15		4 23 2,25	1 23 2,-
	4 23 1,35							7 23 2,-
								10 18 2,-
ka	4 7 1,35			6 7 2,70	2 7 2,15		3 7 2,25	1 7 2,-
				4 7 2,70	4 7 2,15		4 7 2,25	2 24 2,-
								7 7 2,-
								10 7 2,-
dgn/ha								
mk	1224	685	993	807	1545	913	671	384
va	8	9	13	21	27	58	12	22
pi	115			85	64		12	194
ka	21			26	20		22	87
dgn/ha								
grootvee	1232	694	1006	828	1572	971	683	406
jongvee	136			51	84		34	281

Berekening veebezetting:

Voorbeeld:

opp. 2,2 ha

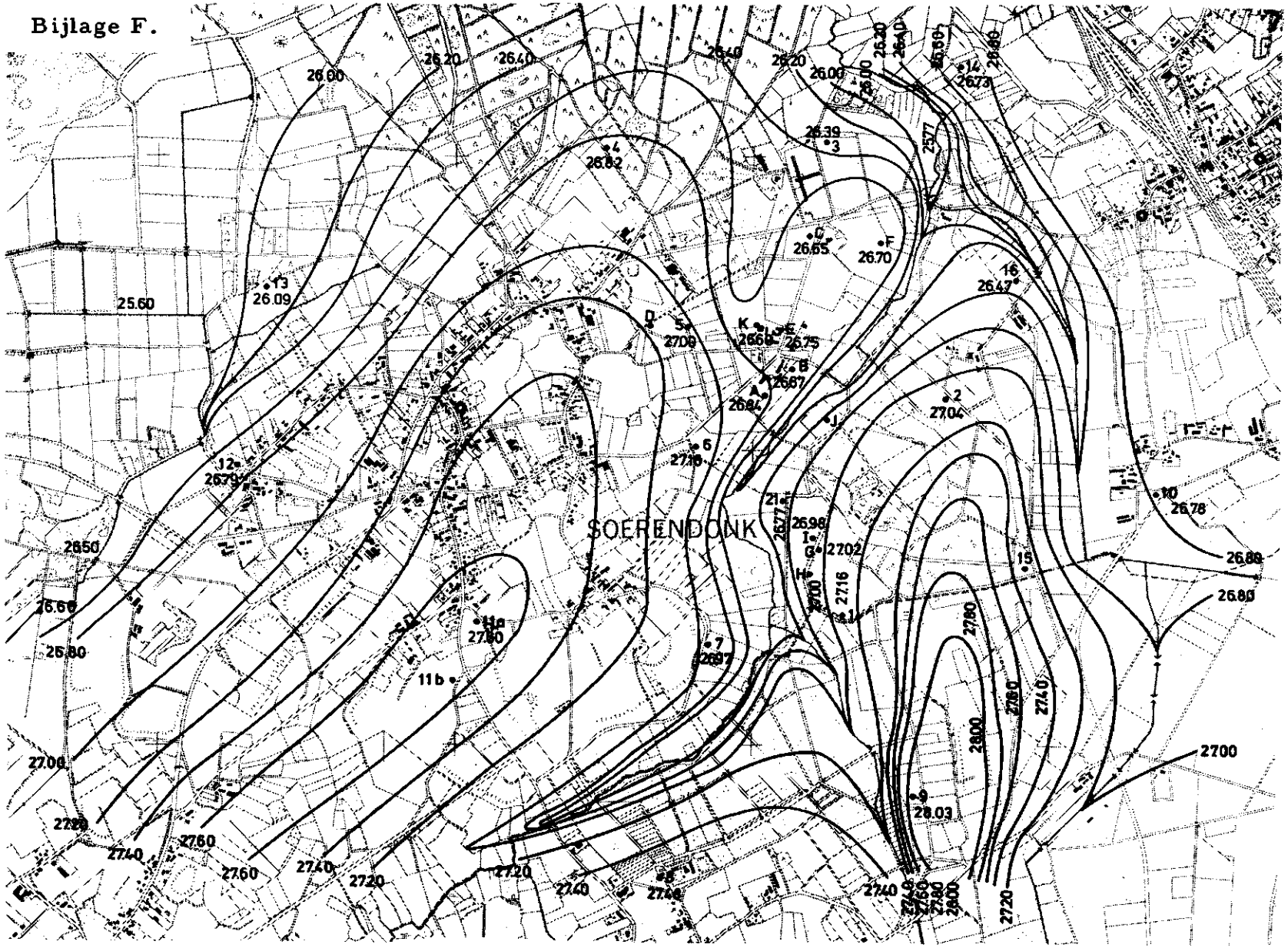
4 dgn 90 mk
17 dgn niets
5 dgn 86 mk
14 dgn niets
2 dgn 100 mk
20 dgn niets

---

62 dgn

$$\frac{4 \times 90 + 5 \times 86 + 2 \times 100}{62 \times 2,2} = \frac{990}{136,4} = 7,26$$

Bijlage F.


SOERENDONK
25.60
26.00
26.20
26.40
26.60
26.80
27.00
27.20
27.40
27.60
27.80
28.00
26.39
26.82
26.65
26.70
26.47
26.73
26.09
27.09
26.75
26.67
26.84
27.04
27.16
26.79
26.98
27.02
26.78
27.80
26.97
28.03
11a
11b