

NOTA 975

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

ICW-nota 975
Team Integraal Waterbeheer
Centrum Water&Klimaat
mei 1977
Alterra-WUR

ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

HET WATERGEBRUIK BINNEN DE LAND- EN TUINBOUWGEBIEDEN

IN DE DROGE ZOMER VAN 1976

ir. P.J.M. van Boheemen

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-middelen, 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

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. EEN BESCHRIJVING VAN HET AANVOERSYSTEEM	4
3. EEN BESCHRIJVING VAN DE VOORZIENINGSGEBIEDEN	12
3.1. Een indeling van de voorzieningsgebieden naar hoofdbodemsoort	12
3.2. De grootte van de voorzieningsgebieden	14
3.3. Het aandeel cultuurgrond in de totale oppervlakte	16
3.4. Het aandeel brede wateren in de totale oppervlakte	18
3.5. Het bodemgebruik in de voorzieningsgebieden	19
4. DE BESCHIKBAARHEID VAN OPPERVLAKTEWATER VOOR WATERINLAAT	21
4.1. De Rijnafvoer	21
4.2. De Maasafvoer	24
4.3. De onttrekkingsmogelijkheden aan het IJsselmeer	28
4.4. De afvoer van de beken en de kleine rivieren	30
5. DE GROOTTE VAN DE VERDAMPING EN DE NEERSLAG	32
6. DE PERIODE MET WATERAANVOER	36
7. DE BEREKENING EN DE BEVLOEIING	39
7.1. Het aandeel cultuurgrond, dat berekend en bevloeid is	39
7.2. De hoeveelheid water, die voor berekening is gebruikt	42
7.3. De hoeveelheid water die voor bevoeiing is gebruikt	45

	Blz.
8. BALANSEN VAN HET OPPERVLAKTEWATER	47
9. HET TOTALE WATERGEBRUIK IN 1976 DOOR DE LAND- EN TUINBOUW	52
10. DE WATERAANVOER TEN BEHOEVE VAN HET DOORSPOELEN	56
11. EEN VERGELIJKING VAN 1976 MET ANDERE DROGE JAREN	59
11.1. De neerslag en de verdamping in andere droge jaren	59
11.2. De wateraanvoer in andere droge jaren	60
11.3. De Rijnafvoer in andere droge jaren	63
12. DE VERDELING VAN HET OPPERVLAKTEWATER IN DE PERIODEN MET EEN GROTE SCHAARSTE	64
13. DE WATERAANVOER IN DE NAZOMER	71
14. HET NIVEAU EN HET EFFECT VAN DE WATERVOORZIENING	73
SAMENVATTING EN CONCLUSIES	78
LITERATUUR	81
BIJLAGEN	

ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

1. INLEIDING

Om tot een optimale watervoorziening van de land- en tuinbouw te komen is een inzicht vereist in de behoefte aan een kunstmatige watervoorziening en in het huidige voorzieningsniveau. Aan de hand hiervan kan dan worden nagegaan welke maatregelen nodig zijn om die optimale watervoorziening tot stand te brengen.

In 1976 trad een zeer droge zomerperiode op en als gevolg hiervan kende de land- en tuinbouw een zeer grote behoefte aan watervoorziening. Verondersteld mag worden, dat in 1976 het huidige voorzieningssysteem vrijwel maximaal benut is. Naar aanleiding hiervan werd besloten tot het instellen van een onderzoek naar het watergebruik binnen de land- en tuinbouwgebieden in 1976. Een dergelijk onderzoek levert namelijk gegevens op over het op dit moment bereikbare voorzieningsniveau en is in verband hiermede van belang voor het bepalen van de benodigde verbeteringen in het huidige voorzieningssysteem.

Voor de watervoorziening kan zowel oppervlaktewater, grondwater als leidingwater worden gebruikt. Het gebruik van leidingwater is, relatief gezien, zeer gering. Het onderzoek heeft zich daarom beperkt tot het gebruik van oppervlaktewater en grondwater. Oppervlaktewater is namelijk wel op grote schaal aangewend voor de watervoorziening van de gewassen. Vaak is oppervlaktewater gebruikt, dat aan de rivieren en het IJsselmeer is onttrokken. Ook hebben, voor zover mogelijk, talrijke onttrekkingen aan het grondwater plaatsgevonden, wanneer in onvoldoende mate oppervlaktewater beschikbaar was. In sommige gevallen heeft echter de kwaliteit van het beschikbare oppervlaktewater aanleiding gegeven om over te gaan op het gebruik van grondwater.

Bij de uitvoering van het onderzoek is onderscheid gemaakt tus-

sen gebieden met aanvoer van oppervlaktewater van buiten het gebied en gebieden zonder aanvoer. Tussen deze twee gebiedsgroepen is een verschil in de opzet van het onderzoek aangebracht en wel het volgende:

- Bij de gebieden met aanvoer van elders is een bepaling gedaan van het gebruik van aangevoerd oppervlaktewater en van grondwater. Het onderzoek betrof dus het gebruik van water, dat in de gebieden zelf niet beschikbaar was voor de watervoorziening van de gewassen, maar op kunstmatige wijze voor dit doel van elders of uit het grondwater betrokken is.
- Bij de gebieden zonder aanvoer is het gebruik bepaald van water, dat met behulp van pompen aan het oppervlaktewater en het grondwater is onttrokken voor beregening en bevoeiing. Verondersteld mag worden, dat, wanneer het gebruikte oppervlaktewater niet onttrokken was aan de waterlopen, dit water in de meeste gevallen was afgestroomd en buiten de betreffende gebieden zou zijn gebruikt. Ook voor de gebieden zonder aanvoer betrof het dus een onderzoek naar het gebruik van water, dat op kunstmatige wijze beschikbaar is gekomen voor de watervoorziening van de gewassen.

Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van gegevens, die door diverse waterbeheerders zijn verzameld. Door een aantal waterschappen en hoogheemraadschappen, alsmede door een aantal diensten als Rijkswaterstaat en enkele Provinciale Waterstaten, zijn namelijk gegevens ter beschikking gesteld over de wateraanvoer. Verder is gebruik gemaakt van de uitkomsten van een enquête naar het gebruik van beregnings- en bevoeiingsinstallaties in 1976.

In het eerstvolgende hoofdstuk is een beschrijving gegeven van het aanvoersysteem, waarmee het water, dat onttrokken is aan de rivieren en het IJsselmeer, naar een aantal voorzieningsgebieden is getransporteerd.

In de hoofdstukken 3, 4 en 5 zijn enkele aspecten toegelicht, die het watergebruik hebben beïnvloed. In hoofdstuk 3 komen een aantal kengetallen van de voorzieningsgebieden aan de orde, terwijl in hoofdstuk 4 aangegeven is, in welke mate oppervlaktewater beschikbaar was. In aansluiting hierop wordt besproken, welke variatie zich

heeft voorgedaan in de neerslag en de verdamping.

In hoofdstuk 6 is een toelichting gegeven op de lengte van de perioden, waarin de aanvoer van water naar een aantal voorzieningsgebieden heeft plaatsgevonden.

De wijze, waarop een berekening is uitgevoerd van het totale watergebruik, komt aan de orde in de hoofdstukken 7, 8 en 9. Eerst is aandacht geschonken aan de omvang van de berekening en de bevoeiing. Daarna is aangegeven met welke vormen van gebruik van oppervlaktewater, buiten de berekening en de bevoeiing, rekening is gehouden. Een schatting van het totale watergebruik door de land- en tuinbouw wordt gegeven in hoofdstuk 9.

Een aantal zaken, die een bijzondere aandacht verdienen, zijn besproken in de hoofdstukken 10 tot en met 14. Het betreft hier de aanvoer van water ten behoeve van het doorspoelen, een vergelijking van de situatie in 1976 met die in andere droge jaren, de verdeling van het oppervlaktewater in de perioden met een grote schaarste, de wateraanvoer in de nazomer en tot slot het niveau en het effect van de watervoorziening van de land- en tuinbouw

2. EEN BESCHRIJVING VAN HET AANVOERSYSTEEM

Het water, dat door de Rijn en de Maas wordt aangevoerd, vormt de belangrijkste bron voor de watervoorziening van de land- en tuinbouw met oppervlaktewater. Dit rivierwater wordt naar verschillende delen van Nederland getransporteerd en daarbij vervullen de volgende wateren met hun vertakkingen een belangrijke functie: de IJssel, het IJsselmeer, de Nederrijn, de Waal, het Hollands Diep en het Haringvliet.

Vanuit dit hoofdaanvoersysteem wordt rechtstreeks water ingelaten in een groot aantal gebieden. Ook wordt aan dit systeem water onttrokken om kanalen en rivierarmen te voeden, die gebruikt worden voor het transport van water naar gebieden, die niet rechtstreeks aan het hoofdsysteem kunnen onttrekken. In fig. 1 is het hoofdaanvoersysteem aangegeven, alsmede een groot aantal kanalen en riviertjes, die vanuit het hoofdaanvoersysteem worden gevoed (secundaire aanvoersysteem).

In fig. 2 zijn de gebieden onderscheiden (met nummers), die in 1976 aanvoer van oppervlaktewater kenden. Deze gebieden, waarvan de grootte sterk varieert, vormen veelal een waterstaatkundige eenheid. Vaak betreft het een waterschap of een gedeelte hiervan. De gebieden, die geen wateraanvoer hadden, zijn in fig. 3 aangegeven. Voor de benaming van de in de fig. 2 en 3 aangegeven gebieden wordt verwezen naar de bijbehorende lijst.

De gebieden met wateraanvoer zijn ingedeeld naar de verschillende onderdelen van het hoofdaanvoersysteem, van waaruit de aanvoer heeft plaatsgevonden (fig. 4). De verhouding tussen de oppervlakten van de vier voorzieningseenheden is af te lezen uit tabel 1.

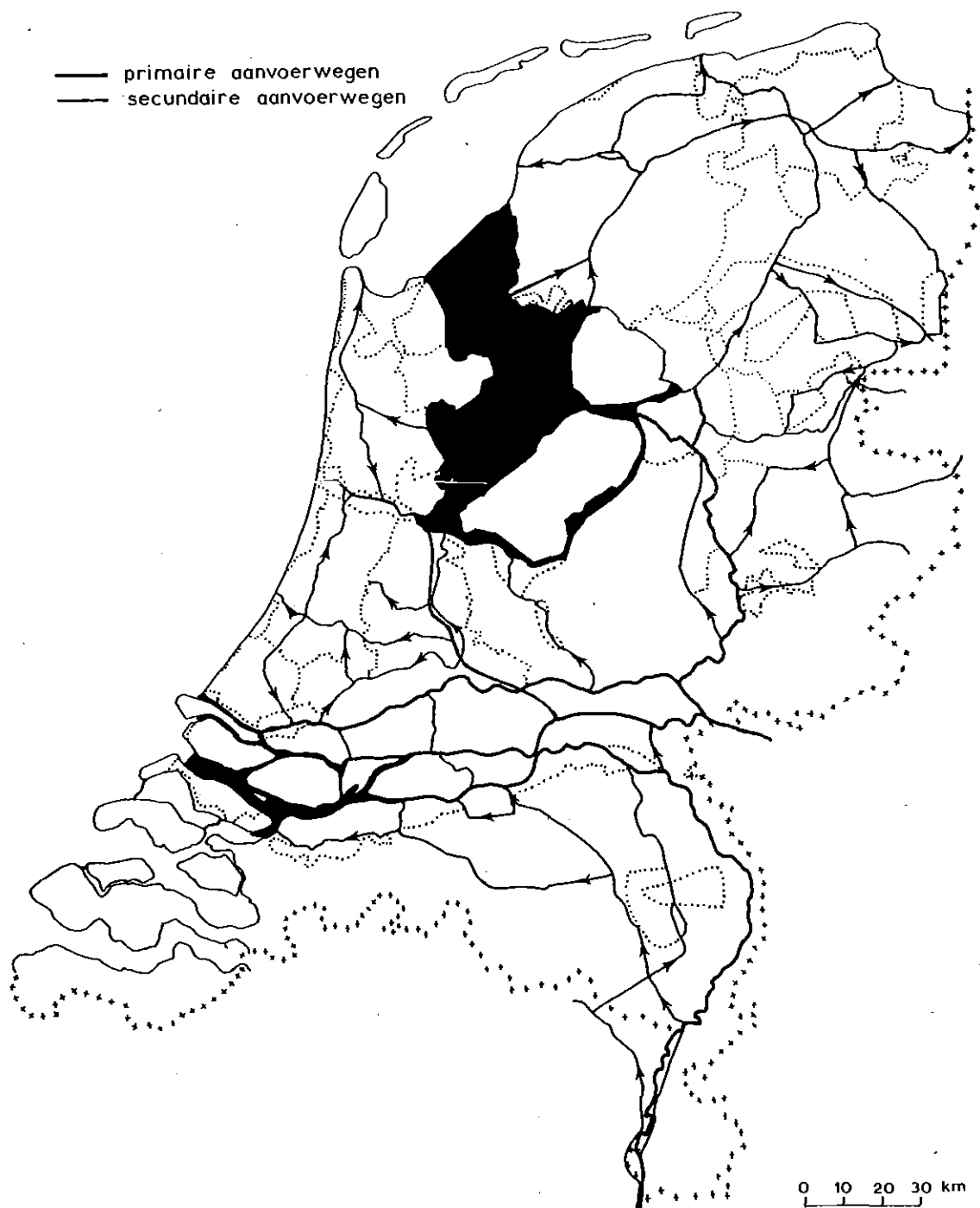


Fig. 1. De ligging van het primaire aanvoersysteem en van een aantal secundaire aanvoerwegen

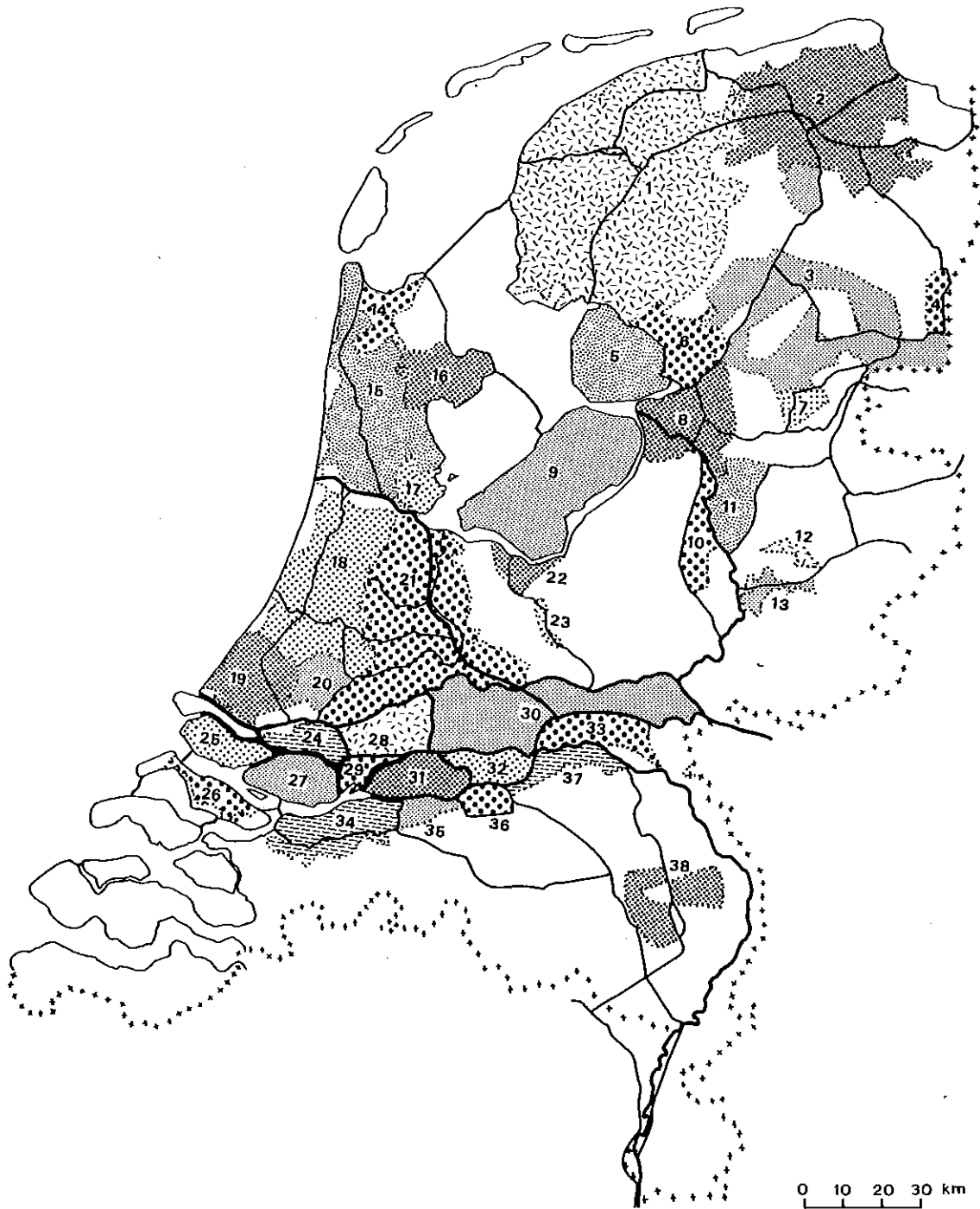


Fig. 2. De gebieden met wateraanvoer in 1976 (voor de benummering wordt verwezen naar blz. 8)

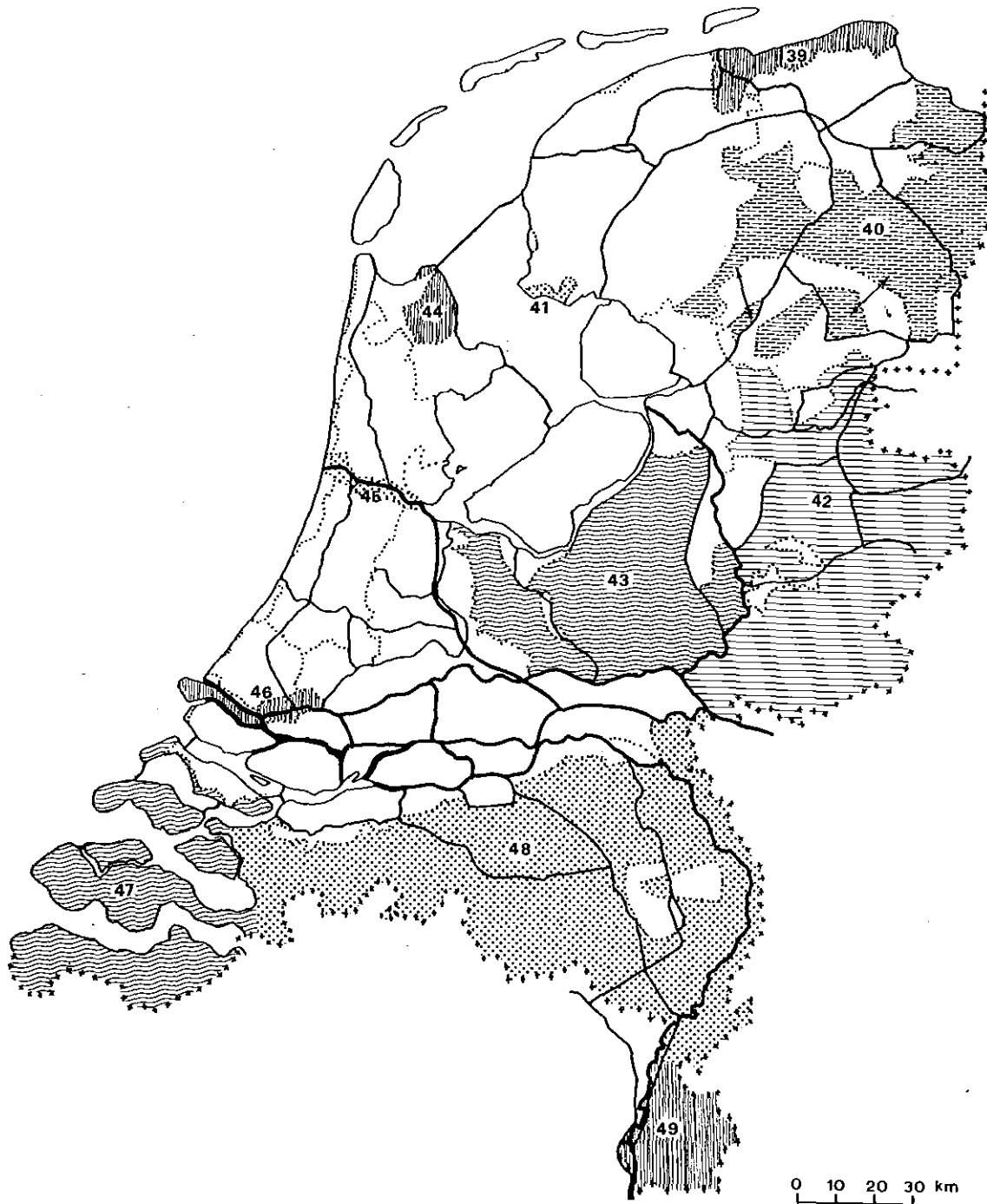


Fig. 3. De gebieden zonder wateraanvoer in 1976 (voor de benummering wordt verwezen naar blz. 8)

Benaming van de in de fig. 1 en 2 genummerde gebieden

De gebieden met wateraanvoer (fig. 1)

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| 1. Frieslandsboezem | 20. Schieland |
| 2. Groningsboezem | 21. Amsterdam-Rijnkanaal |
| 3. Drentsche boezem | 22. Eemland |
| 4. Veenmarken | 23. Gelderse Vallei |
| 5. Noordoostpolder | 24. IJsselmonde |
| 6. Vollenhove | 25. Voorne-Putten |
| 7. Ommerkanaal | 26. Goeree-Overflakkee |
| 8. West-Overijssel | 27. Hoekse Waard |
| 9. Flevopolders | 28. Alblasserwaard |
| 10. Linker IJsseloever | 29. Eiland van Dordrecht |
| 11. Salland | 30. Lingeboezem |
| 12. Schipbeek | 31. Land van Altena |
| 13. Berkel | 32. Bommelerwaard |
| 14. Amstelmeerboezem | 33. Land van Maas en Waal |
| 15. Schermerboezem | 34. West-Brabant |
| 16. West-Friesland | 35. Dongestroom |
| 17. Waterland | 36. Maas- en Diezepolders |
| 18. Rijnland | 37. Maaskant |
| 19. Delfland | 38. Lollebeek en Astense Aa |

De gebieden zonder wateraanvoer (fig. 2)

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 39. Noord-Groningen | 45. Amsterdamse Havengebied |
| 40. Noordelijk zandgebied | 46. Rotterdamse Havengebied |
| 41. Gaasterland | 47. Zuidwestelijk zeekleigebied |
| 42. Twente + Achterhoek | 48. Zuidelijk zandgebied |
| 43. Veluwe + Utrechtse Heuvelrug | 49. Zuid-Limburg |
| 44. Wieringermeer | |

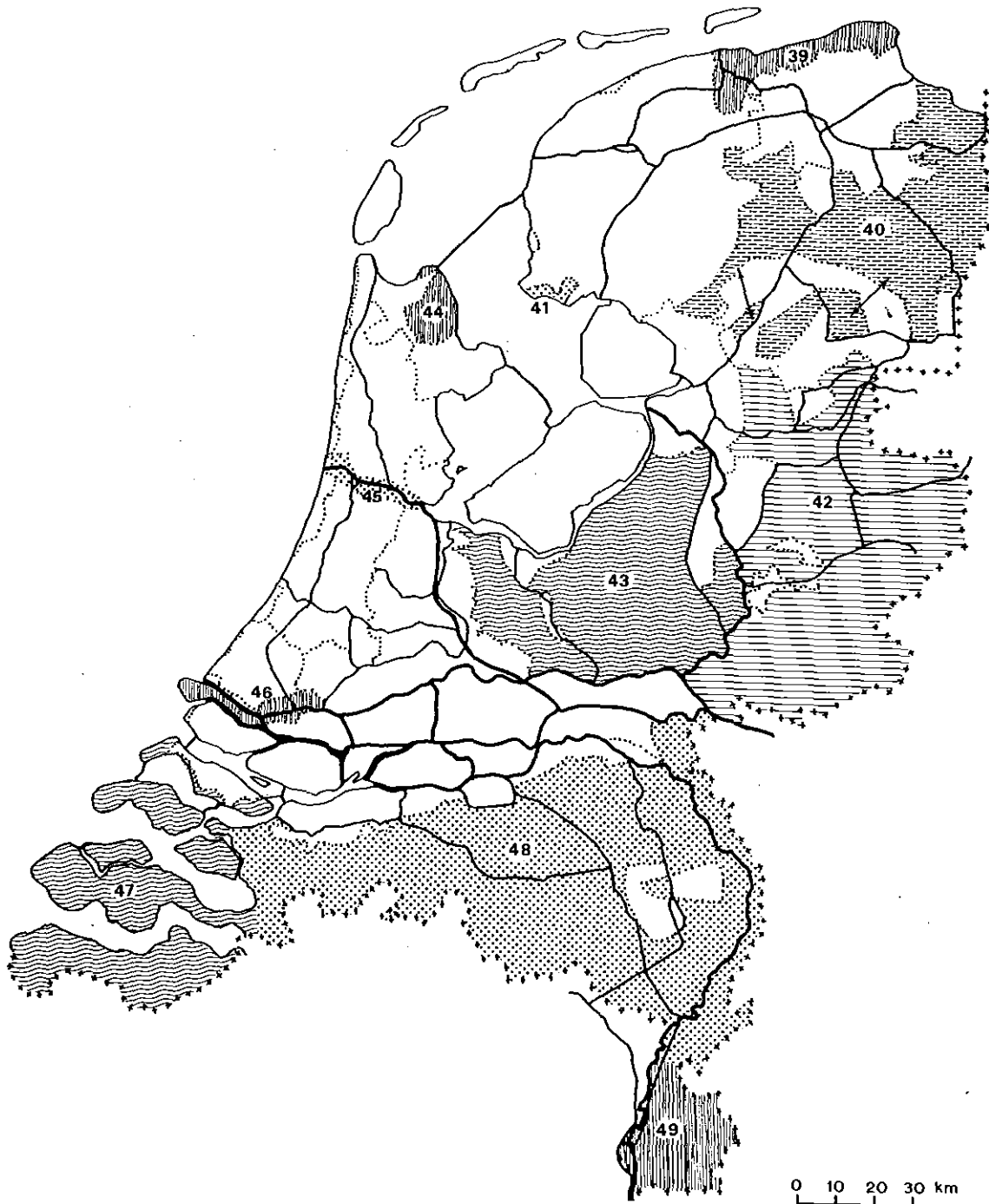


Fig. 3. De gebieden zonder wateraanvoer in 1976 (voor de benummering wordt verwezen naar blz. 8)

Benaming van de in de fig. 1 en 2 genummerde gebieden

De gebieden met wateraanvoer (fig. 1)

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| 1. Frieslandsboezem | 20. Schieland |
| 2. Groningsboezem | 21. Amsterdam-Rijnkanaal |
| 3. Drentsche boezem | 22. Eemland |
| 4. Veenmarken | 23. Gelderse Vallei |
| 5. Noordoostpolder | 24. IJsselmonde |
| 6. Vollenhove | 25. Voorne-Putten |
| 7. Ommerkanaal | 26. Goeree-Overflakkee |
| 8. West-Overijssel | 27. Hoekse Waard |
| 9. Flevopolders | 28. Alblasserwaard |
| 10. Linker IJsseloever | 29. Eiland van Dordrecht |
| 11. Salland | 30. Lingeboezem |
| 12. Schipbeek | 31. Land van Altena |
| 13. Berkel | 32. Bommelerwaard |
| 14. Amstelmeerboezem | 33. Land van Maas en Waal |
| 15. Schermerboezem | 34. West-Brabant |
| 16. West-Friesland | 35. Dongestroom |
| 17. Waterland | 36. Maas- en Diezepolders |
| 18. Rijnland | 37. Maaskant |
| 19. Delfland | 38. Lollebeek en Astense Aa |

De gebieden zonder wateraanvoer (fig. 2)

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 39. Noord-Groningen | 45. Amsterdamse Havengebied |
| 40. Noordelijk zandgebied | 46. Rotterdamse Havengebied |
| 41. Gaasterland | 47. Zuidwestelijk zeekleigebied |
| 42. Twente + Achterhoek | 48. Zuidelijk zandgebied |
| 43. Veluwe + Utrechtse Heuvelrug | 49. Zuid-Limburg |
| 44. Wieringermeer | |

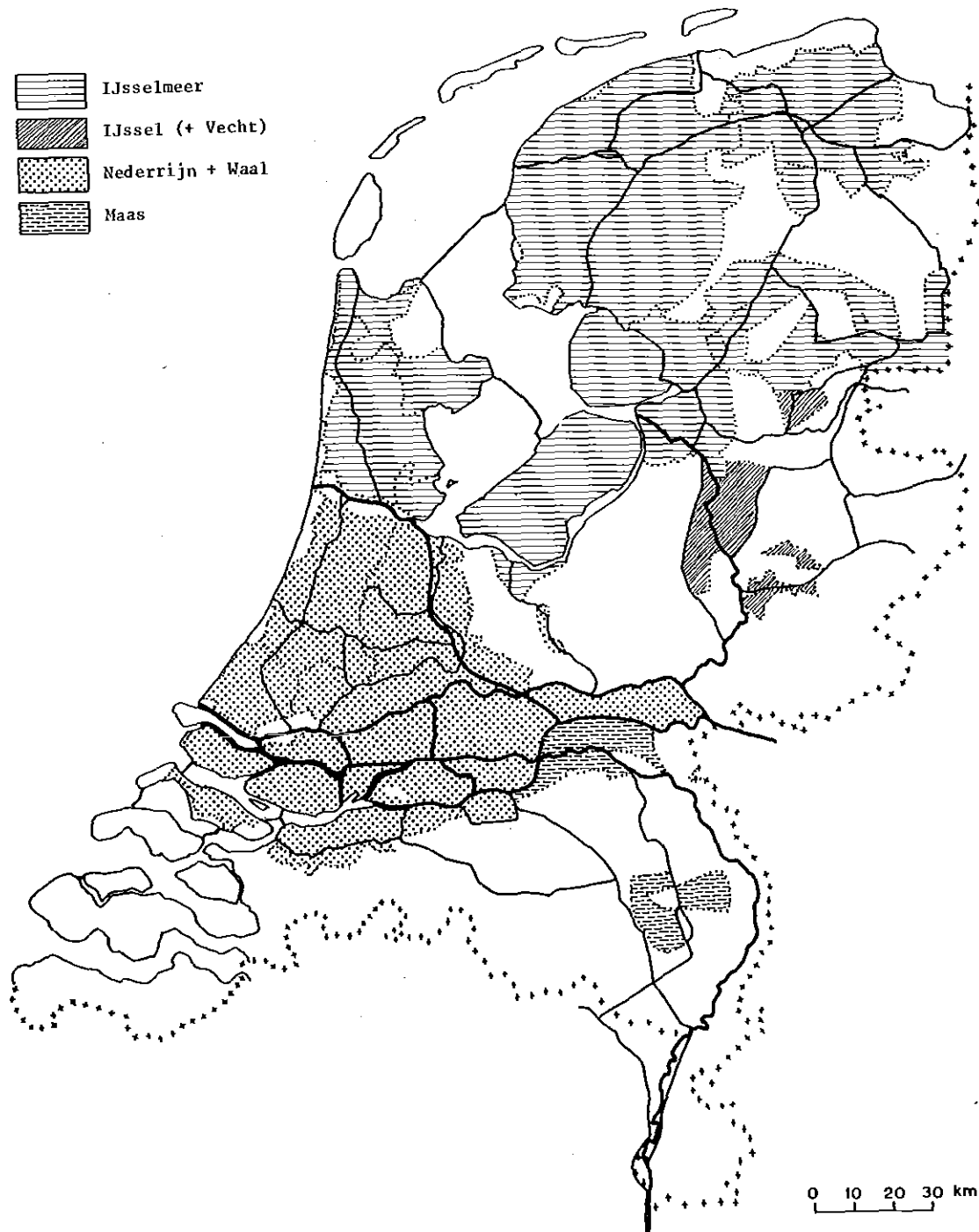


Fig. 4. De gebieden met wateraanvoer, ingedeeld naar de herkomst van het aangevoerde water

Tabel 1. Indeling gebieden met aanvoer naar herkomst van het water

IJsselmeer	57 %
IJssel	4 %
Nederrijn, Waal, Hollands Diep, Haringvliet	35 %
Maas	4 %
Totaal	100 %

De grens tussen het voorzieningsgebied van het IJsselmeer en dat van de IJssel is ter hoogte van Hattem gelegd. Uit tabel 1 blijkt, dat vanuit de Maas en de IJssel slechts betrekkelijk kleine eenheden zijn voorzien. Van het overige deel van Nederland met wateraanvoer is ca. 60% voorzien vanuit het IJsselmeer en ca. 40% vanuit de Nederrijn, de Waal, het Hollands Diep en het Haringvliet.

Met betrekking tot de uitgevoerde indelingen dient nog het volgende opgemerkt te worden.

- Als uitgangspunt is gekozen, dat alleen gesproken mag worden van een gebied met wateraanvoer, wanneer de binnen het gebied voorkomende kavels zijn gelegen aan waterlopen, die middels aanvoer van buiten het gebied op peil worden gehouden.
- Binnen enkele gebieden met wateraanvoer komen kleinere gebieden voor, die geen aanvoer kenden. Wanneer een dergelijk deelgebied slechts een klein onderdeel vormde, heeft in vele gevallen geen aparte aanduiding plaatsgevonden. Hetzelfde geldt voor kleine gebieden met wateraanvoer, welke gelegen zijn binnen grote gebieden zonder wateraanvoer.
- Een aparte opmerking moet gemaakt worden voor de zandgebieden met wateraanvoer. Veelal betreft het bij deze gebieden slechts een watervoorziening van een klein gedeelte van de totale oppervlakte, te weten de oppervlakte aan beekdalgronden. Vaak zijn de hogere zandgronden, die tussen de bereikte beek dalen zijn gelegen, verstoken gebleven van wateraanvoer. Er is echter niet nauwkeurig nagegaan welk deel van de zandgebieden bereikt is. De zandruggen, die verspreid tussen de gronden met wateraanvoer voorkomen, zijn daarom

ook opgenomen in de totale oppervlakte van de zandgebieden met wateraanvoer. Geschat wordt, dat in wezen ongeveer een derde deel van de zandgebieden met wateraanvoer bereikt is.

- De Flevopolders zijn ingedeeld bij de gebieden met wateraanvoer, terwijl in dit gebied in 1976 geen water is ingelaten. Dit houdt verband met het optreden van kwel vanuit onder andere het IJsselmeer, waardoor voldoende water in de waterlopen beschikbaar was. Inlaat van water was daarom niet nodig.
- In het gedeelte van de Wieringermeer, dat geen inlaat kende, was door het optreden van kwel vanuit onder andere het IJsselmeer ook oppervlaktewater beschikbaar. Het zoutgehalte van dit water was echter in 1976 dermate hoog, dat het in veel gevallen niet bruikbaar was. Het ontbreken van een waterinlaat leverde in dit gebied problemen op en in verband hiermede is een groot deel van de Wieringermeer ingedeeld bij de gebieden zonder wateraanvoer.
- Voor het gedeelte van de Gelderse Vallei, dat vanuit het Valleikanaal van water werd voorzien, is niet duidelijk of de watervoorziening heeft plaatsgevonden met water uit de Nederrijn of met water, dat als kwelwater uit de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug het Valleikanaal heeft gevoed. Vooralsnog wordt uitgegaan van de veronderstelling, dat het een voeding met Rijnwater betrof.
- De havengebieden en de stedelijke gebieden in het Nieuwe Waterweggebied en rondom het Noordzeekanaal worden gerekend tot de gebieden zonder wateraanvoer. Het oppervlaktewater, dat in deze gebieden aangevoerd is, kon namelijk niet voor landbouwkundige toepassingen aangewend worden vanwege een onvoldoende kwaliteit (verzilting). Ook in het oostelijke deel van Groningen was dit het geval. Zowel verzilting als verontreiniging door effluenten maakten hier het oppervlaktewater onbruikbaar.

3. EEN BESCHRIJVING VAN DE VOORZIENINGSGEBIEDEN

In dit hoofdstuk worden een aantal kengetallen van de onderscheiden voorzieningsgebieden besproken. Het betreft hier de volgende kengetallen:

- de totale oppervlakte
- het aandeel van de totale oppervlakte, dat in gebruik is als cultuurgrond
- het aandeel van de totale oppervlakte, dat wordt gevormd door brede wateren
- het bodemgebruik

Voordat deze kengetallen aan de orde komen, wordt allereerst toegelicht op welke wijze de voorzieningsgebieden zijn ingedeeld naar de binnen deze gebieden voorkomende hoofdbodemsoort.

3.1. Een indeling van de voorzieningsgebieden naar hoofdbodemsoort

Gebleken is, dat het niveau van de watervoorziening in de diverse voorzieningsgebieden in belangrijke mate samenhangt met de bodemgesteldheid. Naar aanleiding hiervan zijn de voorzieningsgebieden ingedeeld naar de binnen deze gebieden voorkomende hoofdbodemsoort en daarbij zijn de volgende groepen onderscheiden:

- veenweidegebieden
- zeekleigebieden
- overgangen veenweide/zeeklei
- rivierkleigebieden
- zandgebieden
- lössgebieden

Het resultaat van deze indeling is weergegeven in fig. 5.

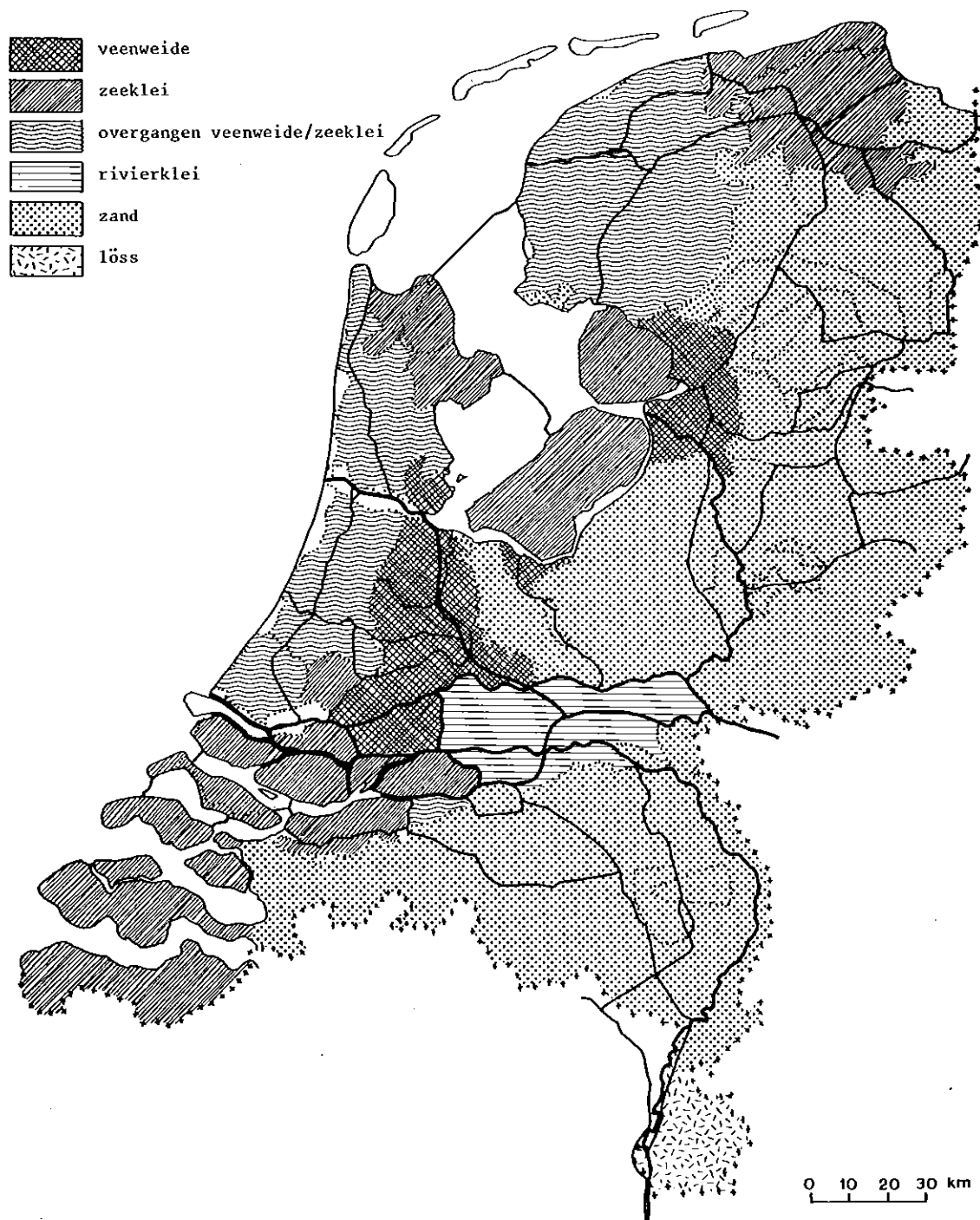


Fig. 5. Indeling van de voorzieningsgebieden naar hoofdbodemsoort

3.2. De grootte van de voorzienings- gebieden

De gemeenten van Nederland zijn ingedeeld naar de 49 onderscheiden gebieden. Vervolgens is aan de hand van de Bodemstatistiek van Nederland per 1-1-1975 (Bron:CBS) voor de, binnen een gebied liggende, gemeenten een sommering uitgevoerd van:

- de totale oppervlakten van de gemeenten
- de oppervlakten cultuurgrond, inclusief sloten smaller dan 6 m, bermen breder dan 6 m en verspreide bebouwing
- de oppervlakte wateren breder dan 6 m

De Waddeneilanden en een aantal wateren, die door het CBS wel gemeentelijk zijn ingedeeld, zijn buiten beschouwing gebleven, omdat de watervoorziening van deze gebieden in het kader van deze studie niet nader onderzocht is. Het betreft hier de volgende wateren: de Westerschelde, de Oosterschelde tot de Volkerakdam, de Grevelingen, de Waddenzee, de Eems, de Dollard en enkele gedeelten van de Noordzee.

In de bijlagen 1 en 2 is de grootte van de verschillende gebieden vermeld, alsmede de grootte van de binnen de verschillende gebieden voorkomende oppervlakten cultuurgrond. Een samenvatting van deze gegevens, per groep van gebieden met overeenkomende hoofdbodemsoort, is opgenomen in de tabellen 2A en 2B

Berekend is, dat 51% van de oppervlakte cultuurgrond in Nederland een wateraanvoer kende in 1976. Wanneer de situatie per hoofdbodemsoort wordt bekeken, dan kan het volgende gesteld worden.

De veenweidegebieden, de overgangsgebieden en de rivierkleigebieden kenden alle aanvoer van oppervlaktewater. Bij de zeekleigebieden is 63% van de oppervlakte aan cultuurgrond bereikt. Zuid-Limburg, het enige onderscheiden lössgebied, kende in het geheel geen aanvoer.

Ook volgde uit de berekeningen, dat voor 16% van de oppervlakte aan cultuurgrond in de zandgebieden wateraanvoer heeft plaatsgevonden. In dit percentage zijn ook complexen cultuurgrond zonder wateraanvoer opgenomen (zie hoofdstuk 1). In werkelijkheid bedraagt het percentage bereikte cultuurgrond bij deze groep van gebieden ca. 5%. In verband hiermede kende niet 51%, zoals bovenstaand vermeld, maar 46% van de oppervlakte cultuurgrond in Nederland wateraanvoer in 1976.

Tabel 2A. Indeling van de totale oppervlakte van Nederland naar het bezit van wateraanvoer (in ha en in %)

	Aanvoer		Geen aanvoer		Som	
Veenweidegebieden	258 821	100	-	0	258 821	100
Zeekleigebieden	454 397	65	247 226	35	701 623	100
Overgangen veen/zeeklei	542 478	100	-	0	542 478	100
Rivierkleigebieden	144 352	100	-	0	144 352	100
Zandgebieden	239 362	14	1 427 418	86	1 666 780	100
Lössgebieden	-	0	69 011	100	69 011	100
Havengebieden	-	0	42 713	100	42 713	100
Duinen, kwelders	-	0	21 520	100	21 520	100
Hollands Diep + Haringvliet	18 000	100	-	0	18 000	100
IJsselmeer (+ randmeren)	205 000	100	-	0	205 000	100
Totaal	1 862 410	51	1 807 888	49	3 670 298	100

Tabel 2B. Indeling van de oppervlakte cultuurgrond binnen Nederland naar het bezit van wateraanvoer (in ha en in %)

	Aanvoer		Geen aanvoer		Som	
Veenweidegebieden	194 778	100	-	0	194 778	100
Zeekleigebieden	360 486	63	213 656	37	574 142	100
Overgangen veen/zeeklei	426 007	100	-	0	426 007	100
Rivierkleigebieden	115 534	100	-	0	115 534	100
Zandgebieden	172 865	16	962 558	84	1 135 423	100
Lössgebieden	-	0	46 908	100	46 908	100
Havengebieden	-	0	6 545	100	6 545	100
Totaal	1 269 670	51	1 229 667	49	2 499 337	100

Met betrekking tot het begrip 'cultuurgrond' wordt opgemerkt, dat hieromtrent verschillende interpretaties in omloop zijn. Het in deze studie gehanteerde begrip 'cultuurgrond' is inclusief sloten smaller dan 6 m, bermen breder dan 6 m en verspreide bebouwing. Volgens de bodemstatistiek van Nederland per 1-1-1975 (Bron: CBS) bedraagt de totale omvang hiervan:

Nederland exclusief Waddeneilanden (zie tabel 2B)	2 499 337 ha
Waddeneilanden	<u>16 660 ha</u>
Totale oppervlakte cultuurgrond	2 515 997 ha

Bij de landbouwmetelling wordt de oppervlakte cultuurgrond op een andere wijze berekend. Volgens de landbouwmetelling van 1975 (Bron: CBS) bedraagt de totale omvang hiervan:

Akkerbouwgewassen	674 756 ha
Gras	1 286 195 ha
Tuinbouwgewassen in de vollegrond	106 787 ha
Tuinbouwgewassen onder glas	7 906 ha
Braakland	<u>6 320 ha</u>
Totale oppervlakte cultuurgrond	2 081 964 ha

Het areaal aan cultuurgrond, bepaald volgens de methode van de landbouwmetelling, is dus ca. 17% kleiner dan het areaal aan cultuurgrond, gemeten volgens de methode van de Bodemstatistiek.

3.3. H e t a a n d e e l c u l t u u r g r o n d i n d e t o t a l e o p p e r v l a k t e

Nagegaan is welk gedeelte van de totale oppervlakte wordt gevormd door het areaal aan cultuurgronden. In tabel 3 worden hiervoor percentages gegeven.

De gemiddelde percentages voor de veenweidegebieden, de overgangsggebieden, de rivierkleigebieden en de noordelijke en oostelijke zandgebieden komen redelijk met elkaar overeen. (De scheiding tussen de noordelijke en oostelijke zandgebieden en de centrale en zuidelijke zandgebieden wordt gevormd door de IJssel).

Tabel 3. De oppervlakte cultuurgrond in procenten van de totale oppervlakte (%)

	Aanvoer	Geen aanvoer
Veenweidegebieden	75	-
Zeekleigebieden	85*	86
Overgangen veenweide/zeekleigebieden	79	-
Rivierkleigebieden	80	-
Zandgebieden - noorden + oosten	76	77
- midden + zuiden	63	60
Lössgebied Zuid-Limburg	-	68

*Exclusief Flevopolders

Een nadere analyse voor deze gebieden leverde op, dat het aandeel cultuurgrond van de totale oppervlakte varieerde tussen 70 en 85%. Een uitzondering hierop wordt gemaakt door Vollenhove, Waterland, Rijnland en Delfland. De relatief lage percentages voor Vollenhove (69%) en voor Waterland (62%) houden verband met de betrekkelijk grote oppervlakten open water binnen deze twee gebieden. Voor Rijnland (67%) en Delfland (59%) moet de oorzaak van de lage waarden voor het aandeel cultuurgrond gezocht worden in de relatief grote oppervlakten stedelijk gebied.

Bij de bestudering van de zeekleigebieden zijn de Flevopolders buiten beschouwing gelaten, omdat een deel van dit gebied nog niet in cultuur is genomen. Het aandeel cultuurgrond bij de overige zeekleigebieden ligt tussen 78 en 91% van de totale oppervlakte. Deze hoge waarden houden verband met het feit, dat in de zeekleigebieden slechts op beperkte schaal stedelijke gebieden en bossen voorkomen.

Daarentegen is het voorkomen van veel bossen, soms samenvallend met het voorkomen van betrekkelijk veel stedelijk gebied, er de oorzaak van, dat in het lössgebied van Zuid-Limburg en op de zandgronden in het midden en zuiden van Nederland de cultuurgrond een betrekkelijk gering deel van de totale oppervlakte vormt. In het gebied Veluwe + Utrechtse Heuvelrug bedraagt het aandeel cultuurgrond

slechts 43% van de totale oppervlakte.

Het aandeel van de totale oppervlakte, dat als cultuurgrond in gebruik is, blijkt, ondanks overeenkomsten voor een aantal gebieden, een grote variatie te vertonen. Omdat de omvang van het watergebruik sterk samenhangt met de oppervlakte aan cultuurgrond zal in de navolgende hoofdstukken bij een nadere bestudering van het watergebruik steeds uitgegaan worden van het areaal aan cultuurgrond en niet van de totale oppervlakte.

3.4. H e t a a n d e e l b r e d e w a t e r e n i n d e t o t a l e o p p e r v l a k t e

De oppervlakte aan wateren, die breder zijn dan 6 m, is vanwege het optreden van verdampingsverliezen van invloed op de omvang van het gebruik van oppervlaktewater. Bij de analyse van het watergebruik is in verband hiermede met de oppervlakte aan bredere wateren rekening gehouden. Uitgegaan is daarbij van de in tabel 4 vermelde percentages voor het aandeel brede wateren in de totale oppervlakte. Deze percentages zijn berekend aan de hand van resultaten van de in par. 3.2 genoemde inventarisatie.

Tabel 4. Oppervlakte wateren breder dan 6 m als percentage van de totale oppervlakte (%)

	Aanvoer	Geen aanvoer
Veenweidegebieden		
Vollenhove, Waterland	12	–
Overige	5,0	–
Zeekleigebieden	2,6	2,8
Overgangen veenweide/zeeklei	5,4	–
Rivierkleigebieden	5,3	–
Zandgebieden	1,4	1,4
Lössgebied	–	1,1

3.5. Het bodemgebruik in de voorzieningsgebieden

Omdat ook het bodemgebruik in belangrijke mate de omvang van het watergebruik beïnvloedt, is per voorzieningsgebied nagegaan in welke verhouding grasland, akkerbouw, vollegrondstuinbouw en glastuinbouw naast elkaar voorkomen.

Het CBS heeft Nederland ingedeeld in 121 landbouwgebieden. Voor elk van deze landbouwgebieden wordt bij de landbouwmetelling het bodemgebruik bepaald. Ten behoeve van de bepaling van het bodemgebruik in de 49 voorzieningsgebieden, die bij dit onderzoek worden onderscheiden, zijn de 121 CBS-landbouwgebieden ingedeeld naar de verschillende voorzieningsgebieden. Aan de hand van het bodemgebruik ten tijde van de landbouwmetelling 1975 is een berekening uitgevoerd van het bodemgebruik in de verschillende voorzieningsgebieden (bijlagen 3 en 4). In tabel 5 is het resultaat van deze berekening samengevat.

Tabel 5. Het voorkomen van diverse vormen van bodemgebruik, uitgedrukt als percentage van de oppervlakte cultuurgrond

	Akkerbouw	Grasland	Glas- tuinbouw	Vollegr. tuinbouw
Veenweidegebieden	3	94	0	3
Zeekleigebieden	57	33	0	10
Overgangen veenweide/zeeklei	14	80	1	5
Rivierkleigebieden	1	76	1	12
Zandgebieden	30	67	0	3
Lössgebied Zuid-Limburg	45	47	0	8
Nederland	33	62	0	5

Een sterke variatie in bodemgebruik komt voor binnen de groep zeekleigebieden. Het aandeel vollegrondstuinbouw varieert van 1 tot 35% van de oppervlakte cultuurgrond. Veel vollegrondstuinbouw komt

voor op Goeree-Overvlakke (22%), op IJsselmonde (32%) en in West-Friesland (31%). Zeekleigebieden met weinig vollegrondstuinbouw zijn Groningsboezem (1%) en Noord-Groningen (2%). Ook de percentages voor het aandeel akkerbouw en die voor het aandeel grasland tonen een sterke variatie. Glastuinbouw van enige omvang komt alleen voor in Schieland (4%).

Met betrekking tot de overgangsgebieden wordt opgemerkt, dat Delfland gekenmerkt wordt door het voorkomen van veel glastuinbouw (20%). Verder onderscheidt Frieslandsboezem zich door het voorkomen van hoofdzakelijk grasland (90%).

Bij de rivierkleigebieden wijkt het gebied De Maaskant enigszins af. Dit gebied onderscheidt zich van de overige rivierkleigebieden door het voorkomen van relatief veel akkerbouw en relatief weinig vollegrondstuinbouw.

Ten aanzien van de zandgebieden kan het volgende opgemerkt worden. In het oosten en midden van Nederland (Overijssel, Gelderland en Utrecht) bedraagt het aandeel grasland in de totale oppervlakte meer dan 80% en het aandeel akkerbouw minder dan 20%. In het noordelijke zandgebied (Drenthe, Friesland en Groningen) komen akkerbouw en grasland in gelijke mate voor, behalve in het veenkoloniale gebied De Veenmarken. In het laatstgenoemde gebied komt in hoofdzaak akkerbouw voor. In het zuidelijke zandgebied (Noord-Brabant en Limburg) bedraagt het aandeel grasland ongeveer 60% en verder neemt de vollegrondstuinbouw in deze streek een belangrijke plaats in, te weten 7% van de oppervlakte cultuurgrond.

4. DE BESCHIKBAARHEID VAN OPPERVLAKTEWATER VOOR WATERINLAAT

In zeer droge jaren zoals 1976 wordt de beschikbaarheid van oppervlaktewater voor waterinlaat in hoofdzaak bepaald door de afvoer van de Rijn en verder, zij het in veel geringere mate, door de afvoer van de Maas en door de aangelegde voorraad in het IJsselmeer.

In dit hoofdstuk wordt behandeld in welke mate Rijn-, Maas- en IJsselmeerwater beschikbaar was en in welke mate enkele kleine rivieren hieraan bijdroegen.

4.1. D e R i j n a f v o e r

De in 1976 opgetreden afvoer van de Rijn te Lobith is af te lezen uit fig. 6 (Bron: Rijkswaterstaat). Tevens zijn in deze figuur de afvoeren weergegeven, die een onderschrijdingskans van 50% respectievelijk 5% bezitten (RIJKSWATERSTAAT, 1968).

Geconstateerd is, dat in het voorjaar (maart, april) bijzonder lage afvoeren optraden. In juni verbeterde de situatie enigszins, maar in juli was de afvoer weer extreem laag voor de tijd van het jaar. In augustus traden ook lage afvoeren op, maar dergelijk lage afvoeren treden vaker op in deze maand.

Het water, dat door de Rijn wordt afgevoerd, wordt verdeeld over de IJssel, de Nederrijn en de Waal. Uit bijlage 5 en uit fig. 7 is af te lezen op welke wijze in 1976 deze verdeling heeft plaatsgevonden (Bron: Rijkswaterstaat).

De Nederrijn is gekanaliseerd en hierdoor is slechts een klein debiet nodig voor het op peil houden van deze riviertak. Doordat er geen grote hoeveelheid water aan deze riviertak is onttrokken ten behoeve van de watervoorziening van land- en tuinbouwgebieden, is in droge perioden slechts $25 \text{ m}^3/\text{sec}$ aan Rijnwater via deze riviertak afgestroomd.

Om inundatie van uiterwaarden te voorkomen en om de zandhuishouding niet in belangrijke mate te verstoren, wordt er naar gestreefd een IJsselaflow van $350 \text{ m}^3/\text{sec}$ niet te overschrijden. Een afvoer, die lager is dan $250 \text{ m}^3/\text{sec}$, levert problemen op voor de scheepvaart. Daarom wordt getracht om zomers, door manipuleren met de stuwen in

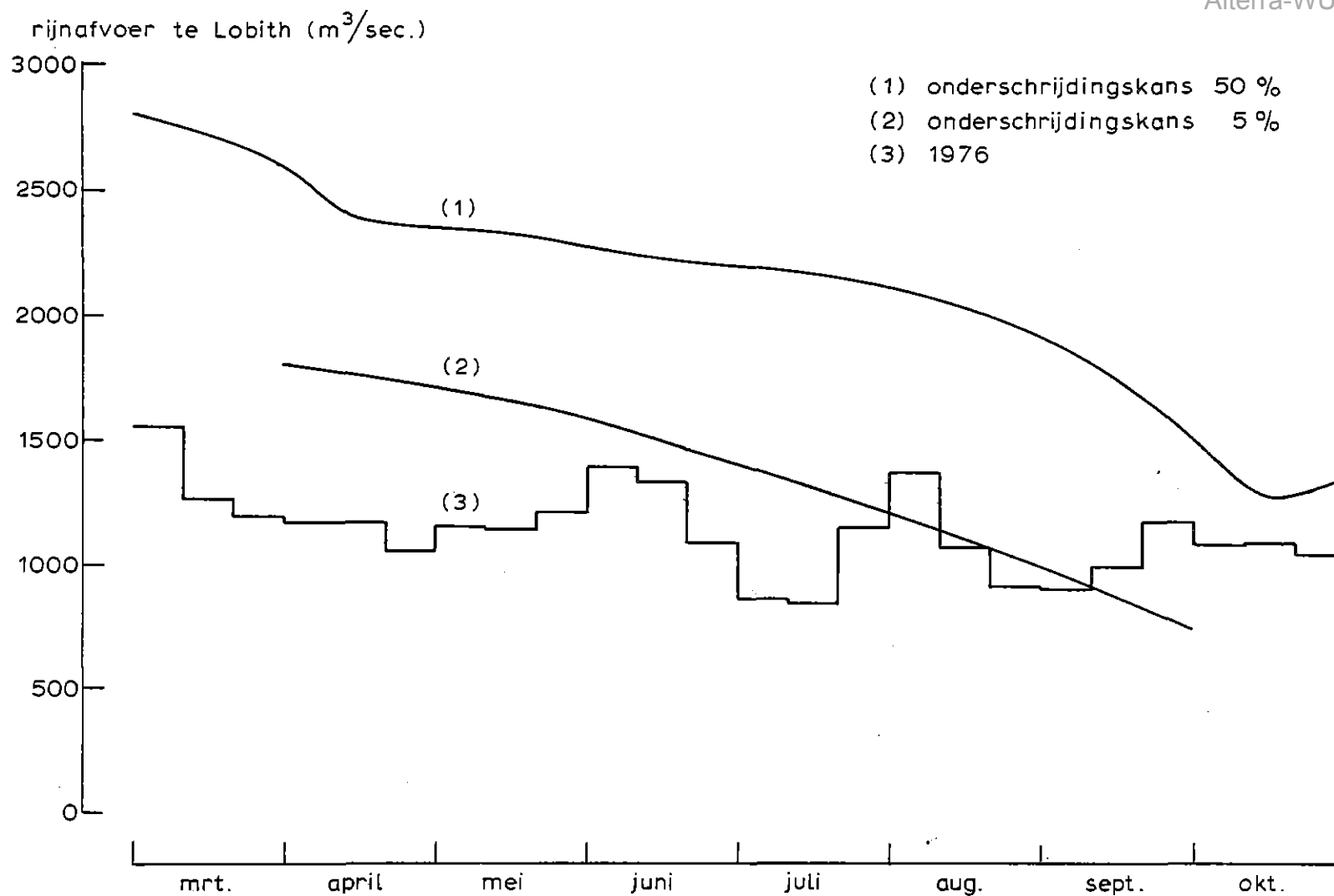


Fig. 6. Afvoer van de Rijn te Lobith in 1976 en voor onderschrijdingskansen van 50 en 5%. Bron: Rijkswaterstaat

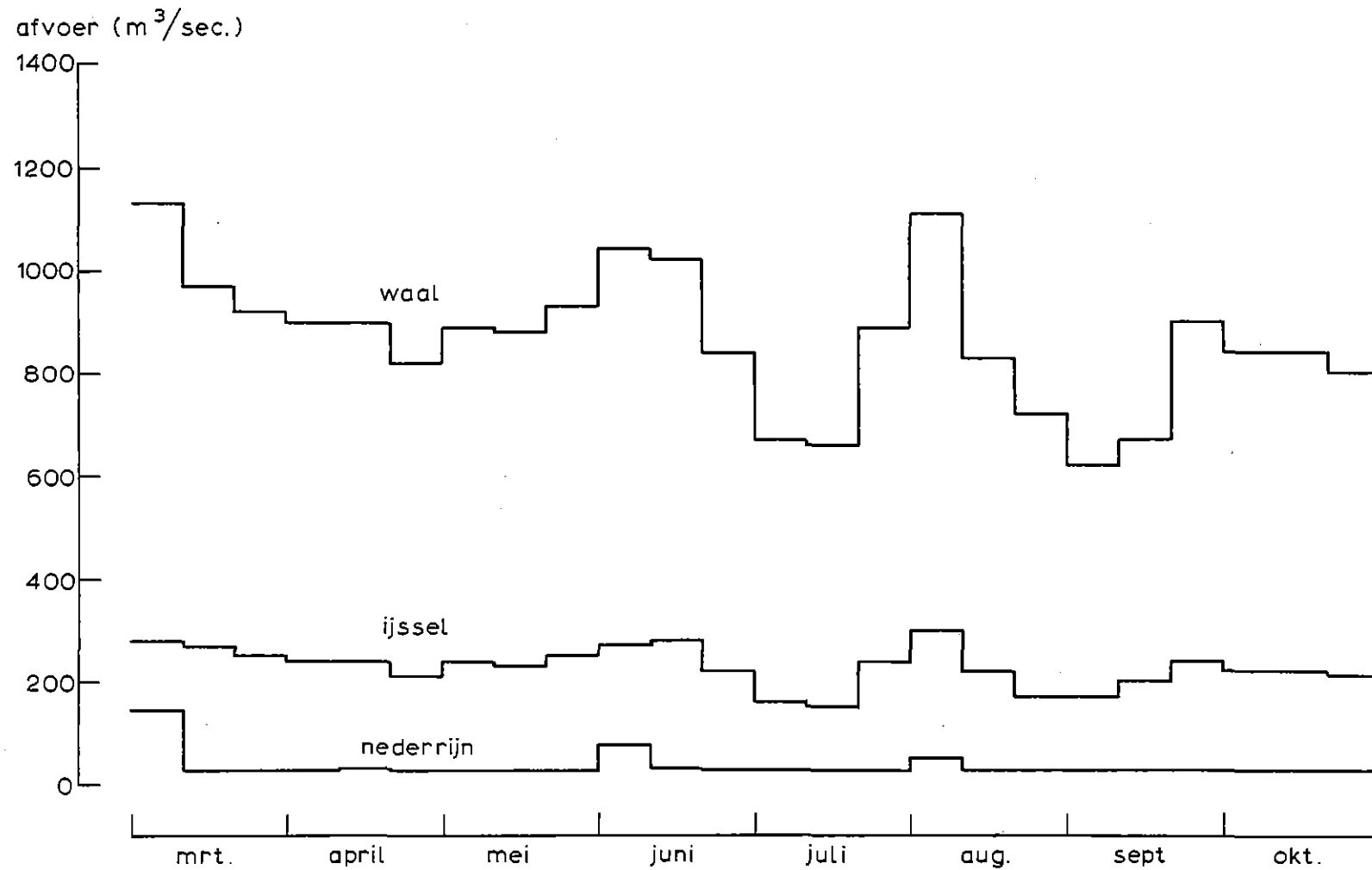


Fig. 7. Afvoeren van Waal, IJssel en Nederrijn in 1976. Bron: Rijkswaterstaat

de Nederrijn, een IJsselafoer in stand te houden met een grootte, die ligt tussen 250 en 350 m³/sec. Vanwege de lage Rijnafoer was het in 1976 niet mogelijk om het Rijnwater, dat niet via de Nederrijn afstroomde, zodanig te verdelen over de Waal en de IJssel, dat steeds een IJsselafoer van meer dan 250 m³/sec optrad. Zoals uit fig. 7 blijkt, traden met name in juli en in eind augustus/begin september zeer lage IJsselafoeren op.

De Waalafvoer vertoonde een sterke fluctuatie. In juli, augustus en september traden de laagste afvoeren op. In deze perioden kwamen gemiddelde decade-afvoeren voor van 650 à 700 m³/sec. Alleen voor het bestrijden van de verzilting in het Nieuwe Waterweggebied is minimaal ca. 650 m³/sec nodig. Dit illustreert, dat de onttrekkingsmogelijkheden aan de Waal zeer beperkt zijn geweest.

In de eerste en tweede decade van juli en in de tweede en derde decade van augustus bestond een zeer grote behoefte aan waterinlaat. Uit tabel 6 is af te lezen, welke waarden de afvoer van de Rijn, de Nederrijn, de Waal en de IJssel toen kenden.

Tabel 6. Gemiddelde decade-afvoeren (m³/sec) van Rijn, Nederrijn, IJssel en Waal in juli I + II en augustus II + III
 (Bron: Rijkswaterstaat)

	Rijn	Nederrijn	IJssel	Waal
1e + 2e decade juli	846	26	154	666
2e + 3e decade augustus	990	26	194	770

4.2. D e M a a s a f v o e r

Bij de Maas is de afvoer in zeer droge jaren een nog kleinere fractie van het langjarig gemiddelde dan dit bij de Rijn het geval is. Dit houdt verband met het feit, dat de Maas een regenrivier is, terwijl de Rijn, naast regenwater, ook smeltwater afvoert.

In fig. 8 worden afvoeren gegeven van de Maas te Borgharen, die een onderschrijdingskans van 50% en 5% bezitten. De in 1976 opgetre-

den afvoer van de Maas te Eijsden is ook in deze fig. opgenomen (Bron: Rijkswaterstaat). Geconstateerd is, dat de Maas gedurende de gehele zomerperiode een bijzonder lage afvoer had. De verhogingen van de afvoer in juli en augustus, die bij de Rijn zijn voorgekomen, waren bij de Maas in veel geringe mate aanwezig.

Van het Maaswater, dat bij Eijsden de grens passeert, vermeerderd met de afvoer van de Jeker, wordt onder normale omstandigheden ca. $15 \text{ m}^3/\text{sec}$ gebruikt voor het voeden van de Zuid-Willemsvaart en enkele andere kanalen (fig. 9). Verder is ca. $15 \text{ m}^3/\text{sec}$ aan Maaswater nodig voor compensatie van de verliezen, die optreden bij het sluisbedrijf te Born in het Julianakanaal. Daarnaast stroomt ten behoeve van de doorspoeling normaliter $10 \text{ m}^3/\text{sec}$ over de stuw in de Maas te Borgharen. Om aan alle wensen te voldoen is dus een afvoer van minstens $40 \text{ m}^3/\text{sec}$ nodig.

Reeds in juni onderschreed de afvoer van de Maas te Eijsden de waarde van $40 \text{ m}^3/\text{sec}$.

De afvoer van de Jeker was niet van betekenis. Dit had tot gevolg, dat maatregelen werden getroffen om het verlies aan water bij het schutten van schepen te beperken en om de lekkages te verminderen bij de verschillende stuwen, die in de Maas voorkomen. Onttrekkingen door de land- en tuinbouw waren alleen met toestemming van de waterbeheerder mogelijk. Door de geringe beschikbaarheid aan water waren de onttrekkingen in Zuid-Limburg niet noemenswaardig, uitgezonderd de onttrekking te Panheel ($2-3 \text{ m}^3/\text{sec}$).

Doordat de Roer en de Niers gedurende de gehele zomer de Maas hebben gevoed (samen $10-15 \text{ m}^3/\text{sec}$), was de situatie in Midden-Limburg niet zo precair. Mede door het inlaten van water in het Land van Maas en Waal en in De Maastkant was de afvoer van de Maas in Noord-Limburg weer zo gering, dat bij de stuw te Lith in de eerste helft van juli en de tweede helft van augustus zeer lage afvoeren optraden (bijlage 5 en tabel 7).

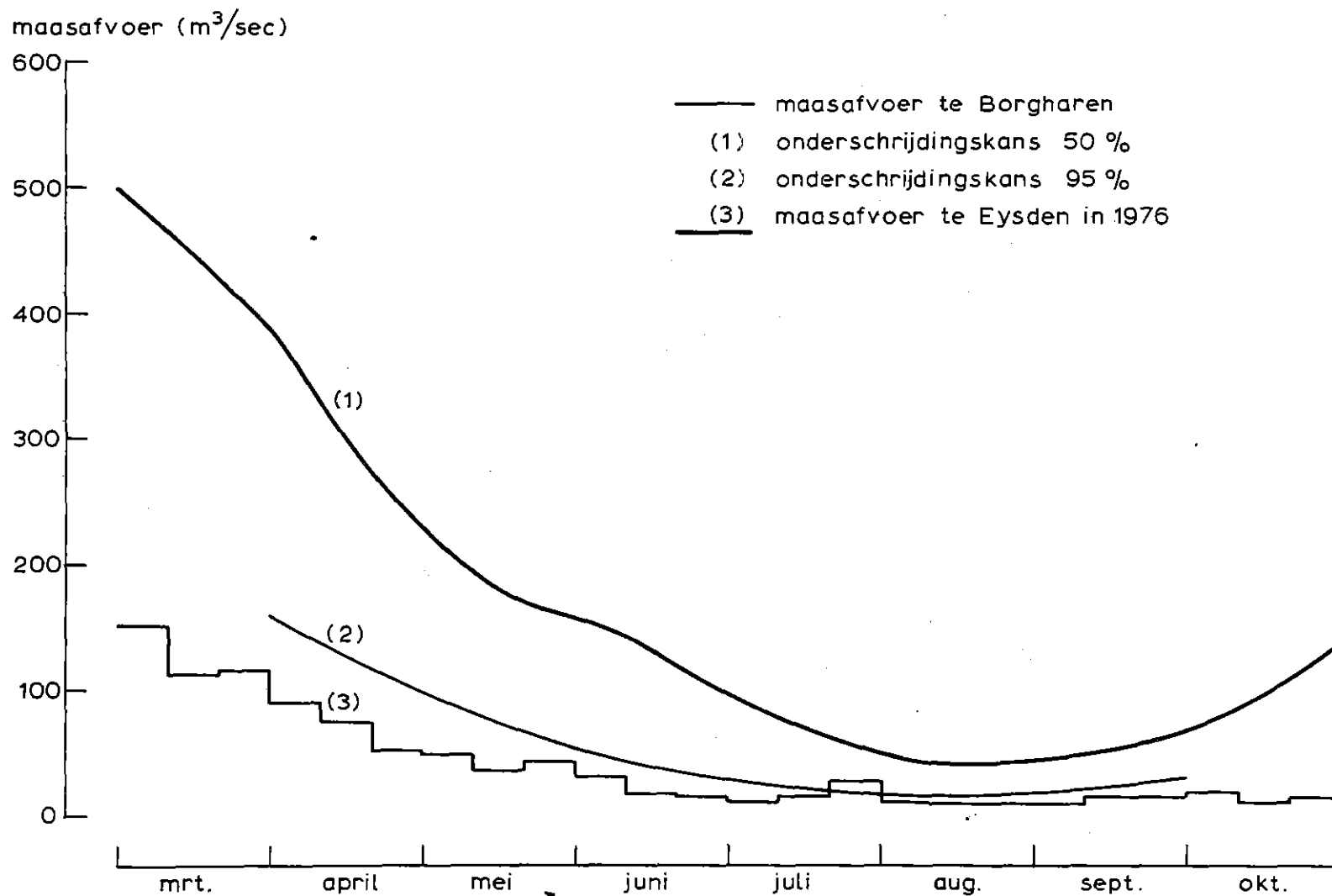


Fig. 8. Afvoer van de Maas in 1976 en voor onderschrijdingskansen van 50 en 5%. Bron: Rijkswaterstaat

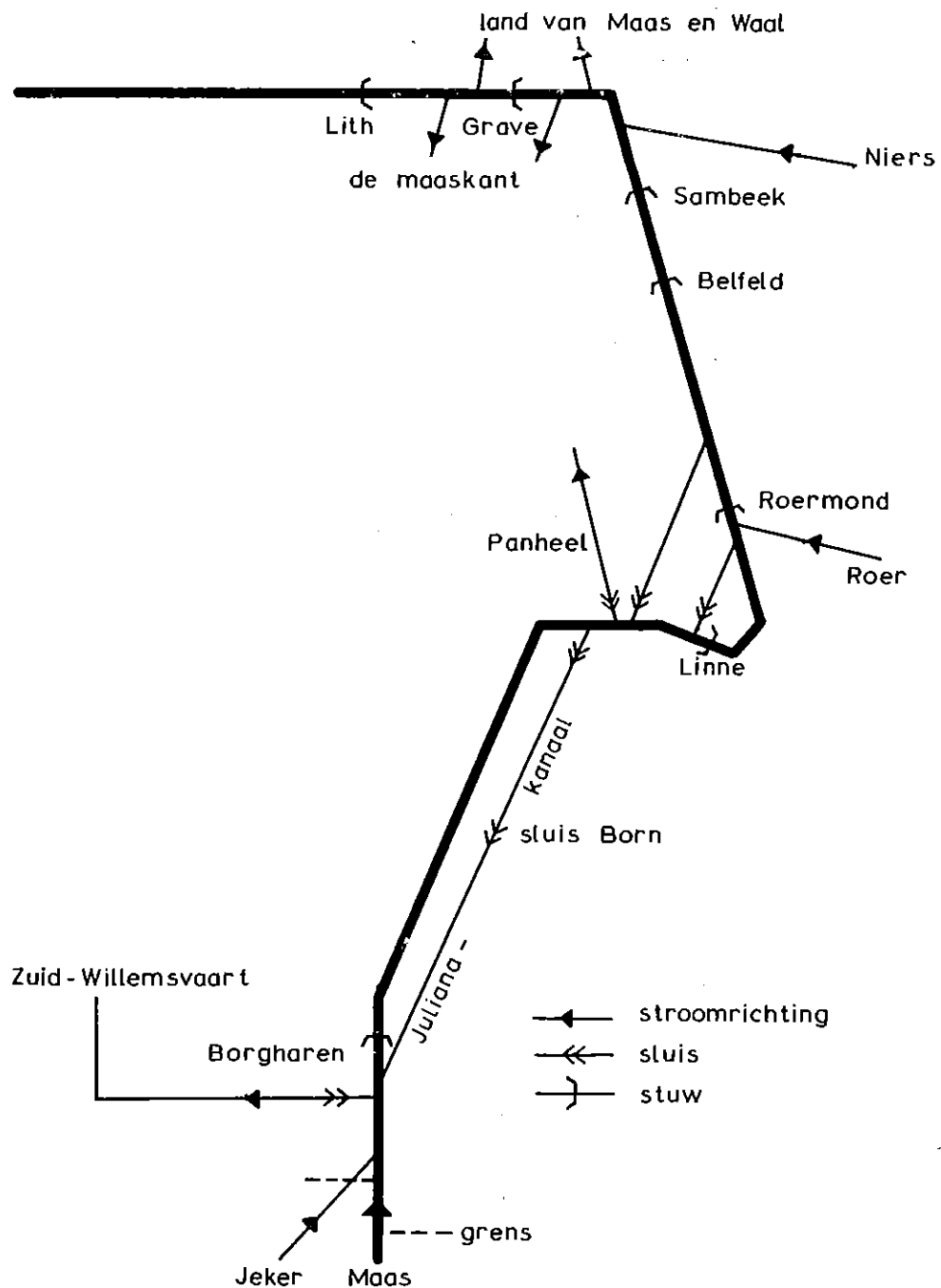


Fig. 9. Een schematische weergave van de loop van de Maas

Tabel 7. Afvoer (in m³/sec) van de Maas te Eijsden en te Lith in juli I + II en augustus II + III (Bron: Rijkswaterstaat)

	Eijsden	Lith
1e en 2e decade juli	14	9
2e en 3e decade augustus	10	6

4.3. De onttrekkingsmogelijkheden aan het IJsselmeer

De onttrekkingsmogelijkheden aan het IJsselmeer worden onder andere bepaald door de grootte van de open waterverdamping en de neerslag. Voor het station Lelystad worden door het KNMI waarden verstrekt voor de open waterdamping. Uit deze waarden voor 1976 zijn, na het in rekening brengen van een aftrekpost, de verliezen aan verdamping vanuit het IJsselmeer afgeleid (tabel 8). Het in rekening brengen van een aftrekpost houdt verband met het feit, dat het KNMI waarden berekent van de overdagverdamping in plaats van waarden van de etmaalverdamping (VAN BOHEEMEN, 1977). Ook zijn waarden verzameld van de neerslag in het district, waarvan het IJsselmeer deel uitmaakt (Bron: KNMI).

Tabel 8. Waarden voor het IJsselmeer van de verdampingsverliezen en de neerslag (mm/decade)

Decade	Verdamping	Neerslag	Verschil
Juni I	45	4	-41
II	42	21	-21
III	58	4	-54
Juli I	63	0	-63
II	38	10	-28
III	46	24	-22
Augustus I	35	12	-13
II	39	4	-35
III	43	9	-34

Het IJsselmeer is door de dijk Enkhuizen-Lelystad opgedeeld in Markermeer en Klein IJsselmeer. Het Markermeer vormt ca. 40% van het IJsselmeer en het Klein IJsselmeer 60%. De peilfluctuaties, die zich in 1976 op beide meren hebben voorgedaan kunnen worden afgelezen uit de bijlagen 6 en 7 (Bron: Rijkswaterstaat). Aan de hand van deze gegevens is nagegaan welke peilwijzigingen zijn opgetreden in de verschillende decaden van de maanden juni, juli en augustus (tabel 9). De gewogen gemiddelden van deze wijzigingen zijn vergeleken met de neerslagtekorten (tabel 9).

Tabel 9. Peilwijzigingen op het IJsselmeer, vergeleken met de neerslagtekorten (cm/decade)

		Peilstijging			Neerslag minus verdamping
		Klein IJsselmeer	Markermeer	gemiddeld	
Juni	I	+1	+ 3	+1,8	- 4,1
	II	+1	- 3	-0,6	- 2,1
	III	-7	+ 2	-3,4	- 5,4
Juli	I	-5	-13	-8,2	- 6,3
	II	-3	+ 1	-1,4	- 2,8
	III	+5	+ 3	+4,2	- 2,2
Augustus	I	+6	+10	+7,6	- 1,3
	II	0	+ 1	+0,4	- 3,5
	III	0	- 3	-1,2	- 3,4
Totaal		-2	+ 1	-0,8	-31,1

De hoogste peilen in het voorseizoen traden op omstreeks 10 juni. In de loop van juni is de aangelegde voorraad langzaam aangetast. De IJsselaafvoer, die te Westervoort een waarde had van 200-300 m³/sec, was nog zo groot, dat een deel hiervan aangewend kon worden voor het dekken van de verdampingsverliezen op het IJsselmeer.

In de eerste helft van juli is een deel van de aangelegde voorraad

benut voor de watervoorziening van gebieden, die vanuit het IJsselmeer zijn voorzien. In de eerste decade van juli was de peildaling op het IJsselmeer namelijk ongeveer 1,9 cm groter dan de waarde van het neerslagtekort. Dit betekent dat in de genoemde decade het onttrekkingsdebiet ca. $45 \text{ m}^3/\text{sec}$ groter was dan de voeding door de IJssel. Vastgesteld is, dat een verschil van meer dan $45 \text{ m}^3/\text{sec}$ tussen het onttrekkingsdebiet en de voeding door de IJssel geleid zou hebben tot ontoelaatbare peilonderschrijdingen op het IJsselmeer.

Door het optreden van neerslag in de tweede decade van juli is in deze decade de peildaling op het IJsselmeer kleiner geweest dan de waarde van het neerslagtekort.

De laagste peilen op de beide meren traden op omstreeks half juli. Na deze datum is het peil gestegen onder invloed van een verhoogde IJsselaafvoer en een verminderde onttrekking. Ongeveer halverwege de maand augustus stopte deze peilstijging.

Doordat in de tweede en derde decade van augustus een deel van de IJsselaafvoer beschikbaar was voor het dekken van de verdampingsverliezen, is in deze periode het IJsselmeerpeil niet noemenswaardig veranderd.

Samenvattend kan gesteld worden, dat alleen in de eerste helft van juli geprofiteerd is van de voorraad, die in het IJsselmeer is aangelegd. In deze periode is ca. $45 \text{ m}^3/\text{sec}$ meer onttrokken aan het IJsselmeer dan de IJssel aanvoerde. Bij Westervoort bedroeg de IJsselaafvoer toen ca. $155 \text{ m}^3/\text{sec}$.

4.4. De afvoer van de beken en de kleine rivieren

Door de grote behoefte aan oppervlaktewater voor onder andere infiltratie, beregening en bevoeiing en door de geringe neerslag waren vele beken en riviertjes in 1976 niet in staat de grote rivieren te voeden. Op de afvoeren, die toch tot stand kwamen, volgt onderstaand een korte toelichting.

De Maas is gevoed door diverse riviertjes. In de provincie Limburg voerden de Roer en de Niers samen $10\text{-}15 \text{ m}^3/\text{sec}$ af in de droogste

perioden. Benedenstrooms van de stuw te Lith, de laagste stuw in de Maas, lozen de Dommel en de Aa normaliter via de Dieze op de Maas. In de droogste perioden van 1976 is de Diezeafvoer ($1-2 \text{ m}^3/\text{sec.}$) echter afgeleid naar het Drongelenskanaal, ten behoeve van de watervoorziening van de Maas- en Diezepolders.

De voeding van de IJssel door de Vecht bedroeg in de periode april tot en met augustus ca. $32 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, waarvan 68% plaats vond in de maand april. In de droogste perioden bedroeg deze voeding $0-1 \text{ m}^3/\text{sec.}$ Bij de Nederlands-Duitse grens had de Vecht in de maanden juli en augustus een afvoer van $1-2 \text{ m}^3/\text{sec}$ (Bron: Rijkswaterstaat en Provinciale Waterstaat Overijssel).

In de Nota Waterhuishouding van Nederland (RIJKSWATERSTAAT, 1968) is over de afvoer van de kleine rivieren het volgende gesteld (tabel 10);

Tabel 10. Afvoer van de kleine rivieren in een 95%-droge zomer (m^3/sec)

Afvoer kleine rivieren	Bij de grens	Binnen Nederland
Gemiddelde voor zomerperiode	30	15
hiervan naar IJsselmeer	5	7
Gemiddelde voor junimaand	28	13
hiervan naar IJsselmeer	4	5

Aangenomen wordt, dat de in tabel 10 vermelde afvoeren in 1976 niet opgetreden zijn. Dit houdt verband met de geringe neerslag in de winter 1975/1976 en in het voorjaar en de zomer van 1976.

5. DE GROOTTE VAN DE VERDAMPING EN DE NEERSLAG

In bijlage 8 worden voor 15 stations decadewaarden gegeven van de open waterverdamping E_o , berekend door het KNMI. Ook zijn decadewaarden opgenomen voor de gemiddelde neerslag in de districten, waarin de betreffende stations zijn gelegen (Bron: KNMI-overzichten Weersgesteldheid).

Maart kende een betrekkelijk gering neerslagtekort. Uit bijlage 8 is af te lezen, dat de E_o -waarde in maart 10-25 mm/decade bedroeg. Over geheel Nederland trad in de derde decade van deze maand enige neerslag (10-20 mm) op. Daarnaast trad in het zuidwesten (Naaldwijk, Vlissingen, Andel, Oudenbosch) ook nog enige neerslag op in de tweede decade.

In april kwam nergens neerslag van betekenis voor (minder dan 10 mm/decade), terwijl tegelijkertijd E_o -waarden van 20-35 mm/decade optraden.

Ook de eerste decade van mei was betrekkelijk droog, maar de tweede en de derde decade kenden relatief veel regen (10-30 mm/decade). Alleen in de westelijke kuststrook was het gedurende de hele maand mei betrekkelijk droog. De E_o -waarden varieerden in mei tussen 35-45 mm/decade en in verband hiermede kwam op geen enkel station een decade met een neerslagoverschot voor.

De eerste decade van juni was droog, maar de tweede decade kende enige neerslag (10-20 mm/decade), behalve in de provincie Limburg. Overall traden E_o -waarden van 40-50 mm/decade op.

In de derde decade van juni en de eerste decade van juli kwamen bijzonder hoge E_o -waarden voor (60-70 mm/decade) en neerslag van enige betekenis trad toen niet op. Uitzonderlijk hoge waarden van het neerslagtekort waren hiervan het gevolg.

Aanzienlijk lagere E_o -waarden dan 60-70 mm/decade traden weer op in de tweede en derde decade van juli en in augustus. Bovendien kende een deel van deze periode betrekkelijk veel regen. Op veel plaatsen viel in de tweede decade van juli 10-20 mm neerslag, in de derde decade van juli 20-30 mm en in de eerste decade van augustus 10-20 mm. Doordat de tweede en de derde decade van augustus betrekkelijk droog waren, traden in dit tijdsbestek weer hoge waarden van het

neerslagtekort op.

In september en in de eerste decade van oktober kwamen lage E_o -waarden (10-20 mm/decade) voor en tevens trad er veel regen op. Als gevolg hiervan trad alleen in de tweede en derde decade van september op enkele plaatsen een klein neerslagtekort op.

Voor de tweede en de derde decade van oktober zijn E_o -waarden van 5-15 mm/decade berekend en de neerslaghoeveelheid was in deze periode van dezelfde grootte.

Samenvattend kan gesteld worden, dat in de periode april tot en met augustus overal in Nederland continu een neerslagtekort heerste, dat in de derde decade van juni en de eerste decade van juli een uitzonderlijk hoge intensiteit bereikte.

Het neerslagtekort, dat in de periode april tot en met augustus 1976 is opgetreden bij grasland, is weergegeven in fig. 10. Bij de bepaling van dit neerslagtekort, welke is uitgevoerd door Ryhiner en De Wilde, is de potentiële verdamping van grasland gelijkgesteld aan 0,8 maal de door het KNMI berekende waarde van de open waterverdamping.

Uit fig. 10 is af te lezen, dat in het zuidwesten van Nederland het neerslagtekort het grootst was.

In fig. 11 zijn voor de stations Eelde, De Bilt en Vlissingen grafisch de decadewaarden van het neerslagtekort voor grasland weergegeven.

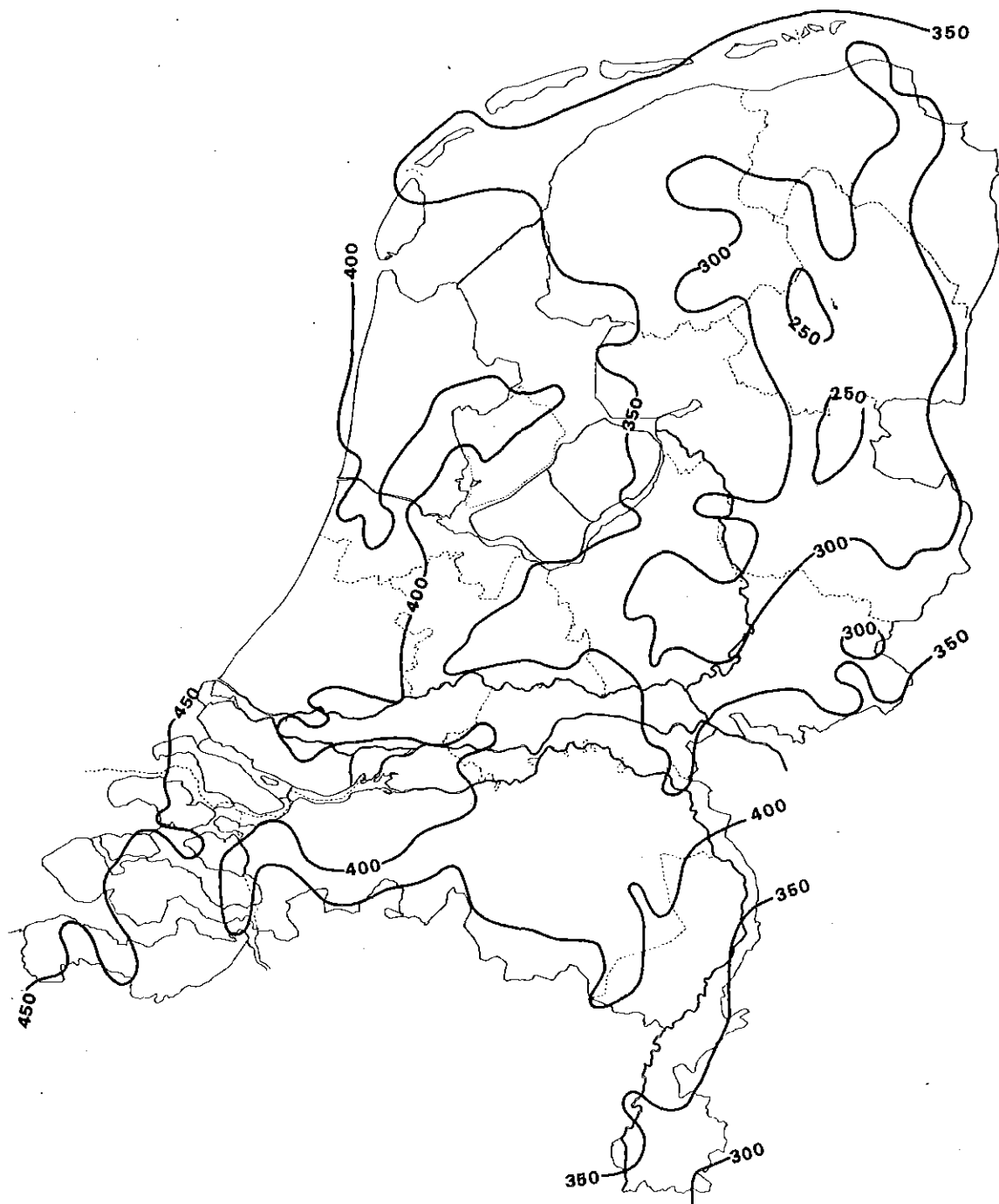


Fig. 10. Het neerslagtekort (mm) voor grasland in de periode april
t/m augustus 1976

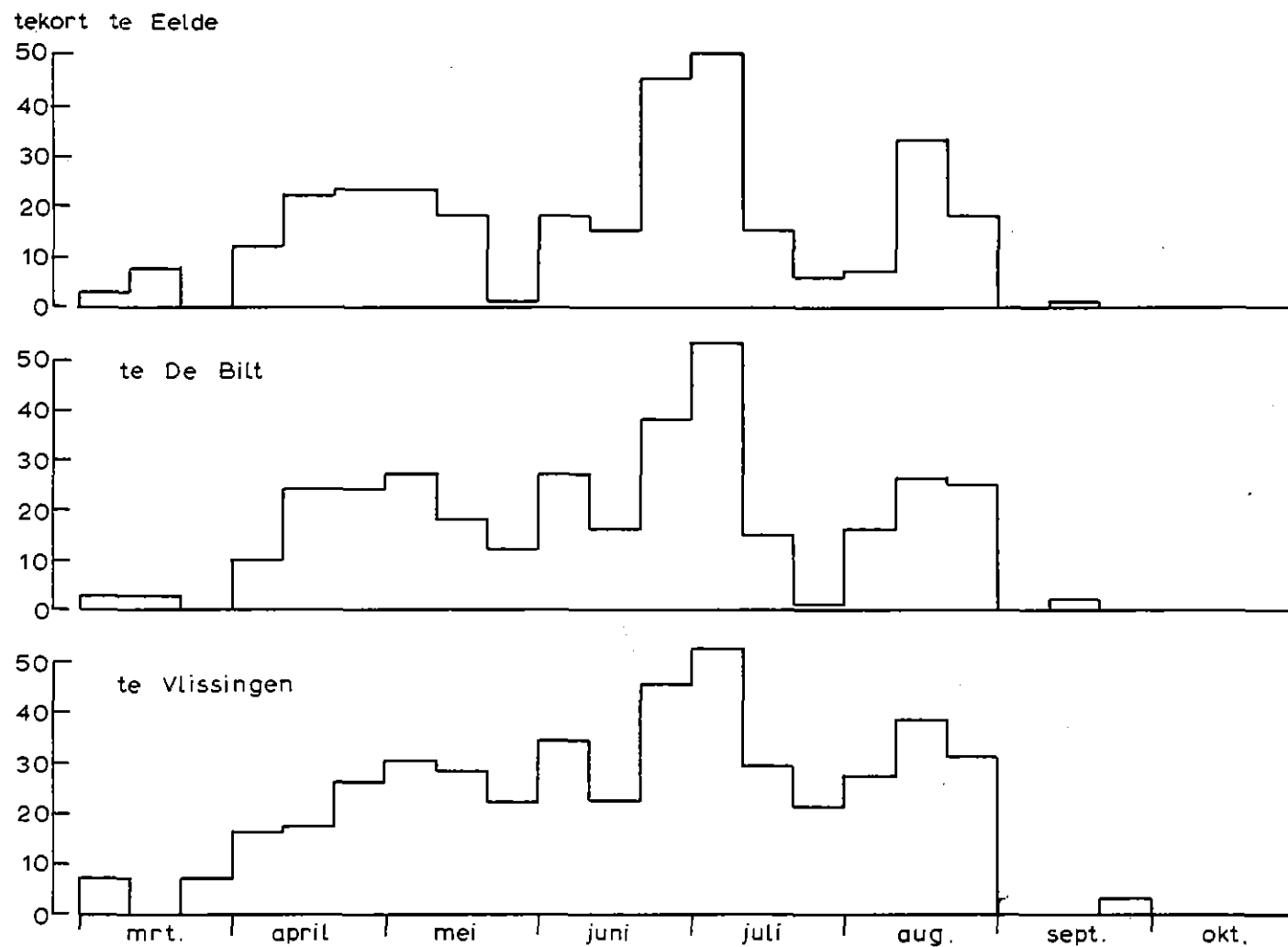


Fig. 11. Waarden van het neerslagtekort voor grasland in 1976 te Eelde, De Bilt en Vlissingen

6. DE PERIODE MET WATERAANVOER

In een diagram (fig. 12) is aangegeven in welke perioden water is aangevoerd naar de verschillende gebieden. Alleen die tijdvakken zijn aangegeven, waarin de waterinlaat groter is geweest dan de waterafvoer. Het betreft hier dus perioden met wateraanvoer voor de watervoorziening van de land- en tuinbouw en dus niet perioden, waarin de aanvoer alleen verband heeft gehouden met de doorspoeling.

Uit het diagram is af te lezen, dat op vele plaatsen de wateraanvoer in april op gang is gekomen. In de zeekleigebieden is dit vaak later het geval geweest. Ook in enkele zandgebieden (Berkel, Veenmarken) is de aanvoer later gestart.

Dat met de aanvoer in april een aanvang is gemaakt, houdt verband met het gelijktijdig optreden van belangrijke neerslagtekorten. Maart kende nog een betrekkelijk gering neerslagtekort. Door het optreden van grondwaterafvoer uit hoger gelegen delen (en van effluentlozingen) kon het aanvoeren van water in enkele gebieden tot na april uitgesteld worden. In de zeekleigebieden, waar slechts in geringe mate infiltratie optreedt en waar vaak enige kwel voorkomt, is het aanvoeren van water pas noodzakelijk geworden na het starten van de beregening (mei/juni).

In de veenweidegebieden, de zeekleigebieden en de overgangsggebieden is de aanvoer omstreeks 1 september beëindigd. In de rivierkleigebieden en de zandgebieden is de aanvoer aanzienlijk later stopgezet. Bij enkele van de laatstgenoemde gebieden is de wateraanvoer tot in november doorgegaan.

In vele gebieden is de wateraanvoer omstreeks 1 september beëindigd, omdat in september en in de eerste decade van oktober veel regen optrad. Bovendien kenmerkte deze periode zich door lage waarden van de potentiële verdamping. In de rivierkleigebieden en de zandgebieden was het grondwaterpeil zover beneden het peil in de waterlopen gedaald, dat ook in september en in oktober, ondanks het optreden van veel neerslag en een geringe verdamping, aanvoer van water noodzakelijk was om de optredende infiltratie te compenseren.

In het kader van deze studie wordt op de eerste plaats nagegaan in welke mate oppervlaktewater en grondwater is aangewend voor de

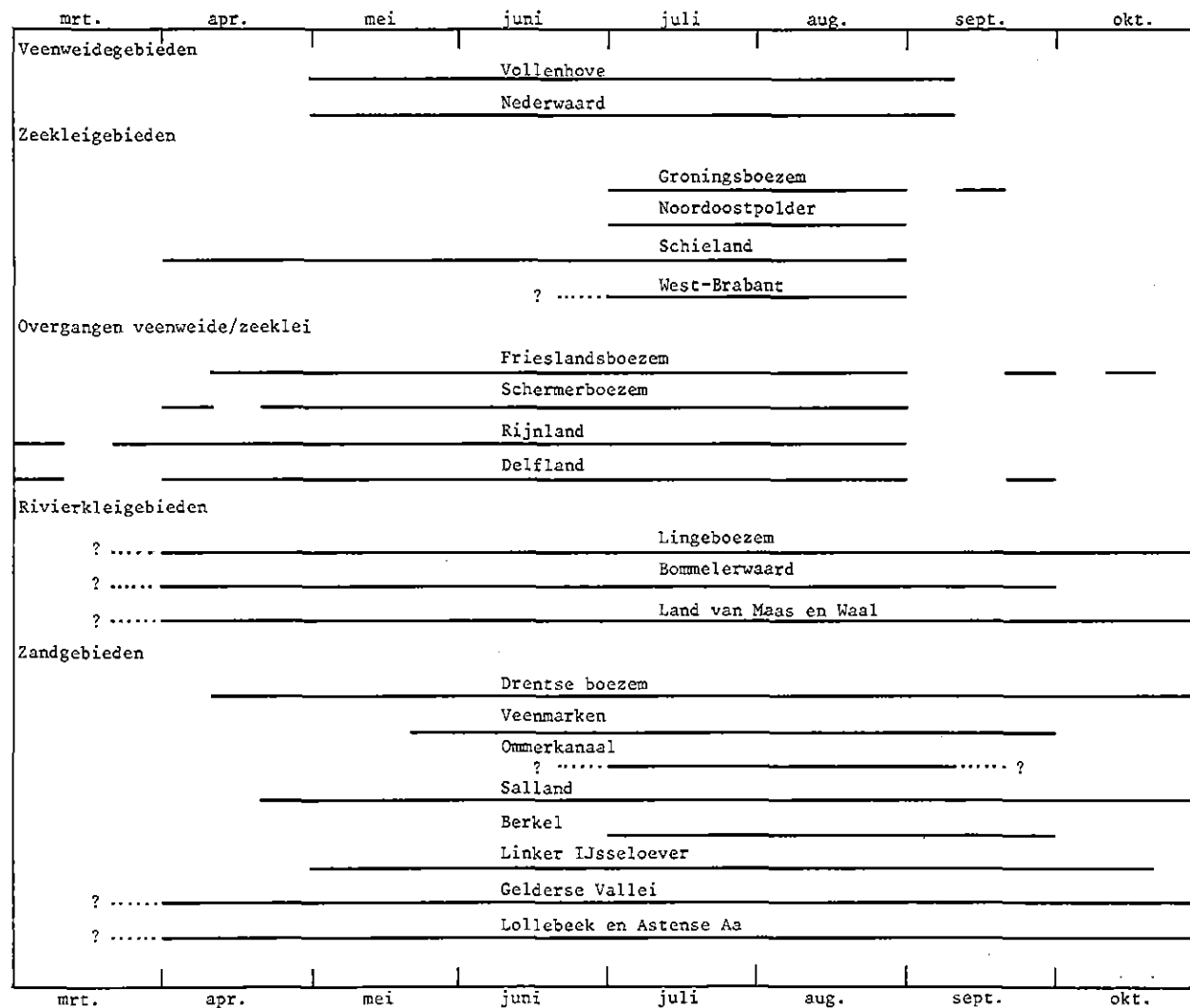


Fig. 12. Periode van aanvoer ten behoeve van de watervoorziening van de land- en tuinbouw

watervoorziening van de land- en tuinbouw in de periode met een duidelijke behoefte aan een kunstmatige watervoorziening. In verband hiermede wordt in het navolgende de aandacht primair gericht op het watergebruik in de periode april tot en met augustus (hfd. 7 t/m 12).

De aanvoer, die na 1 september heeft plaatsgevonden, had niet zo zeer tot doel de optredende neerslagtekorten te dekken, maar was bedoeld om door middel van infiltratie de aangesproken bodemvochtvoorraden weer enigszins aan te vullen. De aanvoer, welke in september en oktober heeft plaatsgevonden, wordt daarom in een apart hoofdstuk (hfd. 13) behandeld.

7. DE BEREGENING EN DE BEVLOEIING

Door het inzetten van beregenings- en bevoeiingsinstallaties is in 1976 getracht om reducties in de gewasopbrengsten te vermijden. In dit hoofdstuk zal worden besproken welke omvang de beregening en de bevoeiing had. Aan de orde komen de grootte van de behandelde oppervlakte in de diverse voorzieningsgebieden en de grootte van de hoeveelheid water, die voor beregening en bevoeiing is gebruikt.

7.1. Het aandeel cultuurgrond, dat beregend en bevoeid is

Door de StULM is binnen de land- en tuinbouw (excl. glastuinbouw) een enquête gehouden naar het gebruik van beregenings- en bevoeiingsinstallaties in 1976. Door het ICW is deze enquête uitgewerkt (DE WILDE e.a., 1977) en dit leverde onder andere gegevens op over de grootte van het beregende en bevoeide areaal. Deze gegevens zijn op gemeenteniveau uitgewerkt.

Aan de hand van een opgestelde indeling van alle gemeenten in Nederland naar voorzieningsgebied is nagegaan, welk deel van de oppervlakte cultuurgrond in de verschillende gebieden beregend en bevoeid is. Tevens is bepaald voor welk gedeelte van het beregende en bevoeide areaal oppervlaktewater is aangewend. Het gebruik van leidingwater is zeer gering geweest (DE WILDE e.a., 1977). Daarom wordt verondersteld, dat op plaatsen, waar geen oppervlaktewater is aangewend, de grondwatervoorraad is aangesproken. In tabel 11 is het resultaat per groep gebieden met overeenkomende hoofdbodemsoort weergegeven. Voor gegevens op gebiedsniveau wordt verwezen naar bijlagen 9 en 10.

Uit tabel 11 is af te lezen, dat in 1976 8,9% van de oppervlakte cultuurgrond (incl. sloten smaller dan 6 m, bermen breder dan 6 m en verspreide bebouwing) is beregend en 1,5% van deze oppervlakte is bevoeid. Volgens de resultaten van de landbouwmetelling van 1975 (Bron: CBS) bedraagt de oppervlakte akkerbouwgewassen, gras en tuinbouwgewassen in de vollegrond 2 067 738 ha. Uitgaande van deze uitkomsten van de landbouwmetelling 1975 is berekend, dat 10,7% van

het areaal aan land- en tuinbouwgewassen is berekend en 1,8% is be-
vloeid.

Tabel 11. Het gedeelte van de oppervlakte cultuurgrond, dat berekend en bevoeid
is; alsook het deel van het beregende en bevoeide areaal, dat behan-
deld is met oppervlaktewater (beide in %)

	Berekening		Bevoeiing	
	cultuur- grond	oppervlakte- water	cultuur grond	oppervlakte- water
Gebieden met aanvoer				
Veenweidegebieden	8,3	93	4,9	99
Zeekleigebieden*	15,2	96	0,3	100
Overgangen veenweide/zeeklei	9,5	98	2,3	98
Rivierkleigebieden	22,6	86	6,8	93
Zandgebieden	6,6	44	1,3	93
Gebieden zonder aanvoer				
Zeekleigebieden	0,5	94	0,1	66
Zandgebieden	7,5	25	0,5	87
Lössgebied	0,8	46	0,9	92
Nederland*	8,9	69	1,5	95

*Exclusief Flevopolders

Met betrekking tot de veenweidegebieden wordt opgemerkt, dat in de Alblasserwaard en in Eemland betrekkelijk weinig berekening voor- kwam. Vollenhove onderscheidt zich, doordat in dit gebied op zeer grote schaal bevoeiing is toegepast. Grondwater is in de veenweide- gebieden alleen aangewend voor berekening in gedeelten, waar zand- gronden met een extensief aanvoerstelsel voorkomen (West-Overijssel, Eemland).

Binnen de groep zeekleigebieden met wateraanvoer komt een grote variatie voor in het aandeel cultuurgrond dat berekend is. Dit houdt verband met grote verschillen in het voorkomen van vollegrondstuin-

bouw tussen deze gebieden onderling. Grondwater is alleen gebruikt in een deel van West-Brabant.

Over de overgangsgebieden kan opgemerkt worden, dat de verschillen in het voorkomen van beregening in verband gebracht kunnen worden met verschillen in bodemgebruik. In het gebied Frieslandsboezem is betrekkelijk weinig beregend. Dit houdt verband met het feit, dat er veel bevoeid is. Verder komt in het oosten van Frieslandsboezem een zandgebied met een extensief aanvoersysteem voor, waarvan de transportcapaciteit niet berekend is op de aanvoer van water voor beregeningsdoeleinden. Grondwaterwinning vindt in dit gebied nauwelijks plaats.

Binnen de rivierkleigebieden, waar op zeer grote schaal beregend en bevoeid is, bezitten niet alle gronden een aanvoer van oppervlaktewater. Op de onbereikte gronden, welke voornamelijk bestaan uit hoger gelegen stroomruggen, is gebruik gemaakt van de aanwezige grondwatervoorraad. In het gebied De Maaskant komt beregening en bevoeding op enigszins kleinere schaal voor dan in de overige rivierkleigebieden. Dit verschijnsel hangt voor een deel samen met verschillen in bodemgebruik.

Bij de zandgebieden met aanvoer valt op, dat in het gebied Maas- en Diezepolders 18% van de oppervlakte cultuurgrond met oppervlaktewater is beregend. Ook langs de IJssel is een belangrijk deel van de cultuurgrond met oppervlaktewater beregend: Salland 5%, Linker IJssel-oever 4%. In de overige zandgebieden met wateraanvoer is slechts 1 à 2% van de oppervlakte cultuurgrond met oppervlaktewater beregend. Beregening met grondwater is van behoorlijke omvang in de gebieden: Linker IJsseloevers (5%), Salland (8%) en Lollebeek en Astense Aa (14%).

Over de zandgebieden, die geen aanvoer kenden, wordt opgemerkt, dat in het noordelijk zandgebied slechts op kleine schaal beregening is voorgekomen. Daar staat tegenover, dat op 12% van de oppervlakte cultuurgrond in het zuidelijk zandgebied beregening heeft plaatsgevonden, in hoofdzaak met grondwater.

In totaal is in 1976 221 000 ha beregend en 36 000 ha bevoeid. Bij een onderzoek naar het gebruik van beregenings- en bevoeiingsinstallaties in 1973 bleek, dat toen, buiten de glastuinbouw, 41 000 ha beregend is en 1400 ha bevoeid (DE WILDE e.a., 1977). Met betrekking tot het herkomst van het water is vastgesteld, dat in

1973 62% van het beregende areaal met oppervlaktewater is behandeld en 38% met grondwater. Van het bevoeide areaal is 73% met oppervlaktewater behandeld en 27% met grondwater. Een vergelijking van de gegevens voor 1973 met die voor 1976 leert, dat in 1976 een aanzienlijk grotere oppervlakte is behandeld. Verder is in 1976 naar verhouding meer oppervlaktewater gebruikt, met name bij de bevoeiing.

7.2. De hoeveelheid water, die voor berekening is gebruikt

De beregenings- en bevoeiingsenquête leverde op gemeenteniveau gegevens op over;

Q_{ber}^i : de hoeveelheid water (m^3), die in gemeente i voor berekening is gebruikt. Deze hoeveelheid is berekend als produkt van de capaciteit en het aantal draaiuren van de pomp, die bij de berekening is ingezet,

A_o : de oppervlakte (ha), die in gemeente i beregend is met oppervlaktewater,

A_g^i : idem grondwater (ha),

A_l^i : idem leidingwater (ha).

Met leidingwater heeft nauwelijks berekening plaatsgevonden en in verband hiermede is A_l^i steeds op nul gesteld. De hoeveelheden oppervlaktewater en grondwater, die voor berekening zijn aangewend, kunnen niet rechtstreeks uit de enquêtegegevens afgeleid worden. Goede schattingen hiervoor zijn:

$$\frac{A_o^i}{A_o^i + A_g^i} Q_{\text{ber}}^i \quad : \quad \text{de hoeveelheid oppervlaktewater (m}^3\text{), die in gemeente } i \text{ voor berekening is gebruikt}$$

$$\frac{A_g^i}{A_o^i + A_g^i} Q_{\text{ber}}^i \quad : \quad \text{idem de hoeveelheid grondwater (m}^3\text{)}$$

Aan de hand van het bovenstaande en een indeling van alle gemeenten in Nederland naar voorzieningsgebied is voor alle voorzieningsgebieden een berekening uitgevoerd van:

$$R_o^k = \sum_i \frac{A_o^i}{A_o^i + A_g^i} Q_{ber}^i : \text{de hoeveelheid oppervlaktewater (m}^3\text{), die in gebied K voor berekening is gebruikt}$$

$$R_g^k = \sum_i \frac{A_g^i}{A_o^i + A_g^i} Q_{ber}^i : \text{idem de hoeveelheid grondwater (m}^3\text{)}$$

$$P_o^k = \frac{R_o^k}{R_o^k + R_g^k} \times 100 : \text{de aangewende hoeveelheid oppervlaktewater als percentage van de totale hoeveelheid water, die in gebied K voor berekening is gebruikt (\%)}$$

$$P_g^k = \frac{R_g^k}{R_o^k + R_g^k} \times 100 : \text{idem voor grondwater (\%)}$$

$$q_o^k = \frac{R_o^k}{10 \sum_i A_o^i} : \text{de gemiddelde seizoensgift (mm) op de gronden in gebied K, die met oppervlaktewater zijn beregend}$$

$$q_g^k = \frac{R_g^k}{10 \sum_i A_g^i} : \text{idem voor grondwater (mm)}$$

De voor de verschillende gebieden verkregen resultaten zijn in de bijlagen 11 en 12 vermeld. In tabel 12 is een samenvatting hiervan opgenomen. In totaal is $656,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ water voor berekening aangewend. In 1973 bedroeg deze hoeveelheid $78,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ (DE WILDE e.a., 1977).

Blijkens tabel 12 bestaat de hoeveelheid water, die voor berekening is aangewend, voor 56% uit oppervlaktewater en voor 44% uit grondwater. Eerder is vastgesteld, dat 69% van het beregende areaal met oppervlaktewater is behandeld en 31% met grondwater (tabel 11). Dit verschil houdt verband met het feit, dat op de gronden, die met grondwater zijn beregend, een grotere seizoensgift is gegeven dan op de gronden, die met oppervlaktewater zijn beregend. Dit vloeit voort uit het feit, dat de gronden, die met oppervlaktewater zijn beregend, veelal een geringere droogtegevoeligheid bezitten vanwege een belangrijke vochtlevering uit ondiep voorkomend grondwater.

Tabel 12. Voor oppervlakte- en grondwater, dat voor berekening is gebruikt: het aandeel in de totale hoeveelheid (%), de gemiddelde seizoengift (mm) en de aangewende hoeveelheid (10^6 m^3)

	Oppervlaktewater			Grondwater		
	aandeel	watergift	hoeveelheid	aandeel	watergift	hoeveelheid
Gebieden met aanvoer						
Veenweidegebieden	90	305	45,8	10	411	4,8
Zeekleigebieden	93	158	75,5	7	278	5,6
Overgangen veenweide/ zeeklei	97	199	80,4	3	259	2,4
Rivierkleigebieden	86	346	78,1	14	357	12,8
Zandgebieden	42	384	18,2	58	421	29,8
Gebieden zonder aanvoer						
Zeekleigebieden	97	149	5,9	3	170	0,2
Zandgebieden	21	345	62,4	79	433	233,3
Lössgebied	34	237	0,4	66	384	0,8
Havengebieden	-	-	0,3	-	-	0,1
Nederland	56	242	367,0	44	418	289,8

De verschillen tussen de gebieden in de grootte van de gemiddelde seizoengift kunnen in verband gebracht worden met verschillen in beschikbaarheid aan water, de kwaliteit van het beschikbare water, de droogtegevoeligheid van de bodem, de grootte van het neerslagtekort en het bodemgebruik.

In de zeekleigebieden zijn de kleinste watergiften toegediend. Dit houdt onder andere verband met een minder goede waterkwaliteit (Goeree-Overflakkee, West-Brabant, Voorne-Putten, Hoekse Waard, Amstelmeerboezem, Wieringermeer en Groningen) en met een geringere droogtegevoeligheid van de bodem door het optreden van kwel (Noord-oostpolder, Flevopolders, Schieland). Het onttrekken van grondwater is bij de zeekleigebieden niet als alternatief aanwezig.

Bij de veenweidegebieden zijn de giften, die zijn berekend voor

West-Overijssel en Amsterdam-Rijnkanaal, opmerkelijk hoog. Een nadere analyse voor het gebied Amsterdam-Rijnkanaal leverde op, dat ca. 45% van het beregende areaal is gelegen in het Kromme Rijngebied en directe omgeving. De gemiddelde seizoengift in dit gebied bedroeg ongeveer 460 mm. In het overige deel van het gebied Amsterdam-Rijnkanaal had de gemiddelde gift één waarde van ca. 230 mm. Deze waarde komt overeen met de grootte van de giften, die voor Vollenhove, Waterland en Eemland zijn berekend.

Bij de zandgebieden valt op, dat in het noorden en het oosten (Drentse boezem, Noordelijk zandgebied, Achterhoek + Twente) lagere giften zijn toegediend in de rest van Nederland. Hierbij wordt aangekend dat in de eerstgenoemde gebieden het neerslagtekort geringere seizoenwaarden heeft bereikt dan in het midden en het zuiden van Nederland. (Dit regionale verschil treedt in bijna elk jaar op).

7.3. D e h o e v e e l h e i d w a t e r d i e v o o r b e v l o e i i n g i s g e b r u i k t

Bij de berekening van de hoeveelheden water, die in de verschillende gebieden zijn aangewend bij bevoeiing, zijn dezelfde handelingen uitgevoerd als bij de berekening van de hoeveelheden water, die verzet zijn bij berekening (zie voorgaande paragraaf). In bijlagen 13 en 14 en in tabel 13 worden de resultaten voor de bevoeiing genoemd.

De bevoeiing blijkt hoofdzakelijk met oppervlaktewater te hebben plaatsgevonden. De giften met grondwater waren in tegenstelling tot de situatie bij de berekening, niet aanzienlijk groter dan de giften met oppervlaktewater. De totale hoeveelheid, die voor bevoeiing is aangewend, bedroeg $112,0 \times 10^6 \text{ m}^3$. In 1973 betrof het een hoeveelheid van $2,4 \times 10^6 \text{ m}^3$ (DE WILDE e.a., 1977).

In de rivierkleigebieden en in de overgangsgebieden zijn de bevoeiingsgiften ca. 100 mm groter geweest dan de berekeningsgiften. In de zandgebieden trad het tegenovergestelde op. Het laatstgenoemde verschijnsel houdt waarschijnlijk verband met een zeer beperkte beschikbaarheid van oppervlaktewater in de zandgebieden. In de eerstgenoemde gebieden is dit niet het geval geweest. Dat bij deze gebie-

Tabel 13. Voor oppervlakte- en grondwater, dat voor bevloeiing is gebruikt:
 het aandeel in de totale hoeveelheid (%), de gemiddelde seizoengift
 (mm) en de aangewende hoeveelheid (10^6 m^3)

	Oppervlaktewater			Grondwater		
	aandeel	seizoen- gift	hoeveel- heid	aandeel	seizoen- gift	hoeveel- heid
Gebieden met aanvoer						
Veenweidegebieden	98	289	27,2	2	440	0,5
Zeekleigebieden	100	203	2,1	0	300	0,0
Overgangen veenweide/ zeeklei	98	296	28,5	2	317	0,5
Rivierkleigebieden	93	463	33,6	7	458	2,6
Zandgebieden	92	147	2,9	8	181	0,2
Gebieden zonder aanvoer						
Zeekleigebieden	73	195	0,4	27	174	0,1
Zandgebieden	86	235	10,8	14	262	1,8
Lössgebied	92	195	0,8	8	212	0,0
Havengebieden	-	-	0,0	-	-	0,0
Totaal	95	308	106,3	5	328	5,7

den de bevloeiingsgiften groter waren dan de beregeningsgiften,
 houdt verband met het feit, dat bij bevloeiing grotere verliezen op-
 treden dan bij beregening.

8. BALANSEN VAN HET OPPERVLAKTEWATER

Voor 21 voorzieningsgebieden zijn gegevens verwerkt over de aangevoerde hoeveelheden water. Bij drie hiervan (Alblasserwaard, West-Brabant en Bommelerwaard) handelt het om de aanvoer naar een onderdeel van het voorzieningsgebied.

De gegevens over de wateraanvoer zijn, voor zover mogelijk, omgewerkt tot decadecijfers (bijlagen 15 t/m 25).

Bij een aantal gebieden is ook water aangevoerd ten behoeve van het doorspoelen. Verondersteld wordt, dat water, dat tijdens de aanvoerperiode is afgevoerd, aangevoerd water is, dat voor doorspoeling heeft gediend. Het overig aangevoerde water is, naar verwachting, nodig geweest voor het dekken van de waterbehoefte van de land- en tuinbouw en voor de verdampingsverliezen en peilverhogingen van het open water. In enkele gebieden was mogelijk ook wateraanvoer nodig voor het compenseren van wegzijgingsverliezen.

Voor 19 gebieden is een nadere analyse van het watergebruik uitgevoerd. Twee gebieden, te weten Ommerkanaal en De Gelderse Vallei zijn buiten beschouwing gebleven, omdat in beide gevallen onvoldoende bekend was op welke wijze het water gebruikt is. In tabel 14 zijn voor de bestudeerde gebieden de volgende kengetallen vermeld:

- A_w : de oppervlakte (ha) wateren breder dan 6 m. Bij het vaststellen van deze oppervlakte is uitgegaan van de in tabel 4 vermelde percentages voor het aandeel wateren breder dan 6 m in de totale oppervlakte,
- A_c : de oppervlakte (ha) cultuurgrond (zie bijlage 1),
- b : het deel van de oppervlakte cultuurgrond dat beregend is (zie bijlage 9),
- c : idem bevoeid is (zie bijlage 9),
- d : het deel van de oppervlakte cultuurgrond dat in gebruik is bij de glastuinbouw (zie bijlage 3),
- Q_{inl} : de hoeveelheid (m^3) aangevoerd water, exclusief doorspoeling, in de periode april tot en met augustus (zie bijlagen 15 t/m 35)
- Q_{ber} : de hoeveelheid (m^3) oppervlaktewater, die aangewend is voor berekening. Verondersteld wordt, dat de gehele berekening

Tabel 14. Balansen van het oppervlaktewater voor een aantal gebieden met wateraanvoer

	Brede wateren ha	Cultuur- grond ha	Deel cultuurgrond			Inlaat 10^6 m^3	Bere- gening 10^6 m^3	Bevloei- ing 10^6 m^3	Glas- tuinbouw 10^6 m^3	Restverbruik		
			bereg. %	bevl. %	glast. %					10^6 m^3	mm	mm
Veenweidegebieden												
Vollenhove	3 178	18 267	10	14	0	45,1	4,0	9,4	-	31,7	186	226
Alblasserwaard (35%)	486	7 623	3	6	0	21,1	0,4	0,9	-	19,8	267	
Zeekleigebieden												
Groningsboezem	3 269	107 292	3	0	0	43,5	4,2	0,4	-	38,9	36	42*
Noordoostpolder	1 222	42 127	33	1	0	5,8	14,3	0,4	-	- 8,9	-31	
Schieland	354	10 542	9	1	4	8,0	1,4	0,3	2,8	3,5	37	
West-Brabant (45%)	416	13 161	16	0	0	9,5	3,2	0,1	-	6,2	54	
Overgangen veenweide/zeeklei												
Frieslandsboezem	16 245	254 844	6	3	0	265,5	29,0	22,8	-	213,7	86	125
Schermerboezem	5 541	80 757	20	2	0	111,1	33,2	2,4	-	75,5	110	
Rijnland	4 762	58 923	11	2	2	103,2	12,4	3,1	8,0	79,7	145	
Delfland	2 197	24 012	9	0	20	67,6	4,3	0,1	32,4	30,8	160	
Rivierkleigebieden												
Lingeboezem	4 610	71 656	23	7	1	118,4	46,9	21,2	4,8	45,5	84	66
Bommelerwaard (30%)	251	3 825	33	11	1	8,4	4,0	2,1	0,3	2,0	85	
Land van Maas en Waal	1 315	18 393	23	7	0	21,0	13,3	3,7	-	4,0	28	
Zandgebieden												
Drentseboezem	1 715	92 366	2	2	0	34,2	1,7	2,5	-	30,0	33	85
Veenmarken	120	6 186	4	0	0	4,4	0,3	-	-	4,1	66	
Salland	375	20 904	13	0	0	34,4	3,8	0,3	-	30,3	163	
Berkel	98	5 020	11	0	0	5,3	0,4	-	-	4,9	107	
Linker IJsseloever	275	11 266	9	0	0	6,4	1,4	0,1	-	4,9	47	
Lollebeek en Astense Aa	425	19 878	19	0	0	20,6	5,0	-	-	15,6	94	

*Exclusief Noordoostpolder

heeft plaatsgevonden in de periode april tot en met augustus (zie bijlage 11),

Q_{bev1} : idem voor bevoeiing (zie bijlage 13)

Q_{g1} : de hoeveelheid (m^3) oppervlaktewater, welke binnen de glastuinbouw is gebruikt. Uitgaande van de door TOUSSAINT (1968) opgegeven waarden voor het watergebruik in de tuinbouw, is de hoeveelheid, die in de periode april tot en met augustus binnen de glastuinbouw is aangewend, geschat op

$$Q_{g1} = 6750 \text{ d } A_c$$

(verondersteld wordt, dat binnen de glastuinbouw alleen oppervlaktewater is gebruikt),

Q_{rest} : de hoeveelheid (m^3) aangevoerd water, die niet is aangewend voor berekening of bevoeiing, en ook niet binnen de glastuinbouw is gebruikt. Deze hoeveelheid bedraagt:

$$Q_{rest} = Q_{in1} - Q_{ber} - Q_{bev1} - Q_{g1}$$

Een aantal berekeningen is uitgevoerd, waarbij gekozen is voor het volgende uitgangspunt: de hoeveelheid Q_{rest} is aangewend voor verdampingsverliezen en peilverhogingen van het open water en voor watergebruik op gronden, waarop geen glastuinbouw voorkomt en welke niet zijn berekend of bevoeid. De infiltratie op de berekende en bevoeide gronden en in de glastuinbouwgebieden wordt hierbij dus niet van betekenis geacht.

Uit de uitgevoerde berekeningen, die als volgt zijn verlopen,

$$q_{rest} = \frac{Q_{rest}}{10 \{A_w + A_c (1 - b - c - d)\}}$$

resulteerden waarden van q_{rest} (mm) voor het gemiddelde watergebruik op de resterende oppervlakte cultuurgrond en wateren (tabel 14).

Vastgesteld is, dat binnen de verschillende groepen van gebieden met overeenkomende hoofdbodemsoort, met uitzondering van de zandgebieden, de uitkomsten redelijk overeenstemmen. Tussen de resultaten voor de verschillende gebiedsgroepen komen wel grote verschillen voor.

Voor de veenweidegebieden zijn de hoogste waarden berekend. De gemiddelde waarde van q_{rest} bedraagt voor deze gebieden 226 mm. Het verschil in resultaat voor de Alblasserwaard en Vollenhove hangt samen met verschillen in de mogelijkheden tot waterin-

laat en mogelijk ook met verschillen in de seizoenwaarde van het neerslagtekort (fig. 10). Met betrekking tot de Alblasserwaard wordt opgemerkt, dat dit gebied in het geheel geen problemen met de waterinlaat kende.

Bij de uitkomsten voor de groep zeekleigebieden valt op, dat voor de Noordoostpolder een negatieve waarde van q_{rest} is berekend. Dit houdt verband met het optreden van een omvangrijke kwel als gevolg van bijzondere geohydrologische omstandigheden. De resultaten voor de overige zeekleigebieden stemmen met elkaar overeen.

Bij de overgangsgebieden is enige spreiding in de uitkomsten waarneembaar. De relatief lage waarde voor Frieslandsboezem* hangt samen met het voorkomen van een belangrijk areaal aan zand- en zeekleigronde, die een extensief aanvoersysteem bezitten. Bij de overige drie overgangsgebieden is dit in veel mindere mate het geval. Verder spelen hierbij mogelijk ook verschillen in neerslagtekorten een rol.

Bij de rivierkleigebieden zijn voor Lingeboezem en Bommelerwaard uitkomsten verkregen, die elkaar dicht benaderen. Voor het Land van Maas en Waal is een aanzienlijk lagere uitkomst bepaald.

De afwijkingen tussen de uitkomsten, die voor de zandgebieden zijn verkregen, moeten in verband gebracht worden met verschillen in de beschikbaarheid van oppervlaktewater voor waterinlaat en met verschillen in de geohydrologische gesteldheid. Zo is van het Drents plateau bekend, dat dit gebied, in tegenstelling met vele andere hooggelegen gebieden, betrekkelijk ondiepe grondwaterstanden kent (WALTER, 1977). Dit verklaart de lage waarde van q_{rest} voor de Drentseboezem.

Zoals reeds aangegeven is in hoofdstuk 2, kan alleen gesproken worden over 'voorzien door aanvoer', wanneer de binnen een gebied voorkomende kavels gelegen zijn aan waterlopen, die op peil worden gehouden met aangevoerd Rijn-, Maas- of IJsselmeerwater. Met betrekking tot de zandgebieden, die een wateraanvoer kenden, is gesteld, dat slechts een derde deel van deze gebieden door wateraanvoer voor-

*De hoeveelheid water, die aangewend is voor het doorspoelen van de waterschappen Noordlik Westergoa en Tuskes Waed en Ie is vooralsnog op nul gesteld

zien is. Bij de veenweide-, zeeklei-, overgangs- en rivierkleigebieden met wateraanvoer bedraagt dit aandeel ongeveer één. Wanneer de waarden van q_{rest} , die voor de verschillende gebieden zijn berekend, onderling vergeleken worden, moet met deze afwijkingen in voorzi- ningsgraad rekening gehouden worden.

Zowel COUWENHOVEN (1968) als RIJTEMA (1968) vonden op grond van waterbalansen voor het droge jaar 1959, bodemeigenschappen en hydro- logische omstandigheden voor het polderland in West-Nederland een maximale infiltratie-intensiteit van 1,5 mm/dag voor veengrasland en 1 mm/dag voor kleibouwland. Door WESSELING (1976) is deze benade- ring nader uitgewerkt (tabel 15).

Tabel 15. Maximum waarden (mm/dag) van de infiltratie-intensiteit
 (WESSELING, 1976)

Veengrasland - hoog peil	1,7
- laag peil	1,3
Kleigrasland	0,5
Zandgrasland	2,5
Kleibouwland	0,5
Zandbouwland	2,0

Op grond van:

- de in tabel 15 vermelde maximum waarden van de infiltratie-inten- siteit,
 - de lengte van de periode april tot en met augustus 1976 (153 dagen),
 - het niveau van de watervoorziening in de verschillende gebieden,
 - de grootte van het neerslagtekort, dat tijdens (en vòòr) de be- studeerde periode is voorgekomen,
 - de gerealiseerde verhogingen van het open waterpeil,
- wordt geconcludeerd, dat de uitgevoerde berekeningen waarden voor q_{rest} hebben opgeleverd, die acceptabel zijn.

9. HET TOTALE WATERGEBRUIK IN 1976 DOOR DE LAND- EN TUINBOUW

Op grond van de resultaten, die in voorgaande hoofdstukken zijn besproken, wordt het mogelijk geacht om een raming op te stellen van de hoeveelheid water, die in de periode april tot en met augustus 1976 binnen de land- en tuinbouwgebieden gebruikt is. Hiermede wordt bedoeld: de aanwending van grondwater en van Rijn-, Maas- en IJsselmeerwater in gebieden met wateraanvoer, vermeerderd met de hoeveelheid grond- en oppervlaktewater, die voor beregening en bevloeiing is aangewend in gebieden zonder aanvoer.

Hierbij treedt een zekere dubbeltelling op. De aantasting van de grondwatervoorraad werd in dezelfde periode voor een deel gecompenseerd, doordat het grondwater gevoed werd door infiltrerend Rijn-, Maas- en IJsselmeerwater. Met name in de zandgebieden is dit het geval geweest. Verder is, als gevolg van het optreden van percolatieverliezen, een deel van het grond- en oppervlaktewater, dat voor beregening en bevloeiing is aangewend, ten goede gekomen aan de grondwatervoorraad. Deze twee verschijnselen worden niet van grote invloed geacht op de waarde, die voor het totale watergebruik is berekend, en in verband hiermede zijn geen correcties uitgevoerd.

Bij de bepaling van de omvang van het watergebruik is uitgegaan van de volgende gegevens:

- Zowel voor de gebieden met aanvoer als voor de gebieden zonder aanvoer is bekend hoeveel oppervlaktewater en hoeveel grondwater is aangewend voor beregening en bevloeiing (bijlagen 11 t/m 14).
- Het verbruik binnen de glastuinbouw kan geschat worden volgens de, in de voorgaande paragraaf beschreven methode. (Verondersteld wordt, dat binnen de glastuinbouw geen grondwater is gebruikt).
- Voor 19 gebieden is het zogenaamde restverbruik bekend: dat wil zeggen de hoeveelheid aangevoerd water, welke niet door de glastuinbouw is opgenomen en welke niet voor beregening of bevloeiing is aangewend. Voor die gebieden, waarvoor dit gegeven niet voorhanden is, heeft als volgt een schatting plaatsgevonden van het restgebruik Q_{rest} (bijlage 26):

$$Q_{rest} = 10^4 q_{rest} \{ A_w + (1 - b - c - d) A_c \}$$

Q_{rest} = het restgebruik (m^3)

q_{rest} = gekozen uit de in tabel 14 vermelde waarden van q_{rest} , afhankelijk van de in het gebied voorkomende omstandigheden

A_w = de oppervlakte (ha) wateren breder dan 6 m (zie tabel 4 en bijlage 1)

A_c = de oppervlakte (ha) cultuurgrond (zie bijlage 1)

b = het aandeel cultuurgrond, dat berekend is (zie bijlage 9)

c = het aandeel cultuurgrond, dat bevoeid is (zie bijlage 9)

d = het aandeel cultuurgrond in gebruik binnen de glastuinbouw (zie bijlage 3)

- Voor Waterland, Amsterdam-Rijnkanaal en West-Overijssel, waar zich beperkingen in de waterinlaat voordeden, is voor q_{rest} niet het gemiddelde aangehouden van de waarden, welke voor Volkenhove en de Alblasserwaard zijn berekend. Gekozen is voor waarden van resp. 100, 150 en 150 mm. Voor de Noordoostpolder en de Flevopolders is de waarde van q_{rest} op nul gesteld, terwijl voor de Maas- en Diezepolders de waarde aangehouden is, welke voor Salland is berekend.
- Voor Ommerkanaal en de Gelderse Vallei is het restgebruik Q_{rest} gelijk gesteld aan de totale aangevoerde hoeveelheid water. Bij de berekening van Q_{rest} voor de Schipbeek is uitgegaan van een gebruik van $1 m^3/sec$ in de periode mei t/m augustus.

In tabel 16 zijn alle bovengenoemde gebruiksposten bijeengebracht en gesommeerd. Als eindresultaat is verkregen, dat binnen de land- en tuinbouw ca. 1,8 miljard m^3 water is gebruikt in de periode april tot en met augustus 1976.

Binnen de gebieden met wateraanvoer bedroeg het gebruik 1,5 miljard m^3 , waarvan 96% uit oppervlaktewater bestond. Het gemiddelde gebruik had een waarde van 114 mm. In de gebieden zonder aanvoer is 0,3 miljard m^3 voor beregening en bevoeiing aangewend, waarvan 74% uit het grondwater. Het gemiddelde gebruik bedroeg in deze gebieden 25 mm.

In fig. 13 is voor alle voorzieningsgebieden aangegeven welke waarde het watergebruik in 1976 heeft bereikt (het seizoengebruik is omgeslagen over de som van de oppervlakte bereikte cultuurgrond en de oppervlakte wateren breder dan 6 m). Voor Delfland en voor de Alblasserwaard zijn de grootste waarden berekend (260 mm).

Tabel 16. Het watergebruik in 1976 binnen de land- en tuinbouwgebieden

	Cult.gr. + water	Oppervlaktewater					Grondwater			Totaal gebruik	
		bereg.	bevl.	glast.	rest.	som	bereg.	bevl.	som		
	ha	10 ⁶ m ³					10 ⁶ m ³			10 ⁶ m ³	mm
Gebieden met aanvoer											
Veenweidegebieden	210 324	45,8	27,2	-	309,7	382,7	4,8	0,5	5,3	388,0	184
Zeekleigebieden	372 300	75,5	2	5,1	96,0	178,7	5,6	0,0	5,6	184,3	50
Overgangen veenweide/zeeklei	455 301	80,4	28,5	40,4	409,0	558,3	2,4	0,5	2,9	561,2	123
Rivierkleigebieden	123 184	78,1	33,6	5,8	64,0	181,5	12,8	2,6	15,4	196,9	160
Zandgebieden	176 216	18,2	2,9	-	148,6	169,7	29,8	0,2	30,0	199,7	113
Subtotaal	1 337 325	298,0	94,3	51,2	1027,3	1470,9	55,4	3,8	59,2	1530,1	114
Gebieden zonder aanvoer											
Zeekleigebieden	220 578	5,9	0,4	-	-	6,3	0,2	0,1	0,3	6,6	3
Zandgebieden	982 542	62,4	10,8	-	-	73,2	233,3	1,8	236,1	309,3	31
Lössgebieden	47 667	0,4	0,8	-	-	1,2	0,8	0,0	0,8	2,0	4
Havengebieden	17 564	0,3	0,0	-	-	0,3	0,1	0,0	0,1	0,4	-
Subtotaal	1 268 351	69,0	12,0	-	-	81,0	234,4	1,9	237,3	318,3	25
Totaal	2 605 676	367,0	106,3	51,2	1027,3	1551,9	289,8	5,7	296,5	1848,4	71

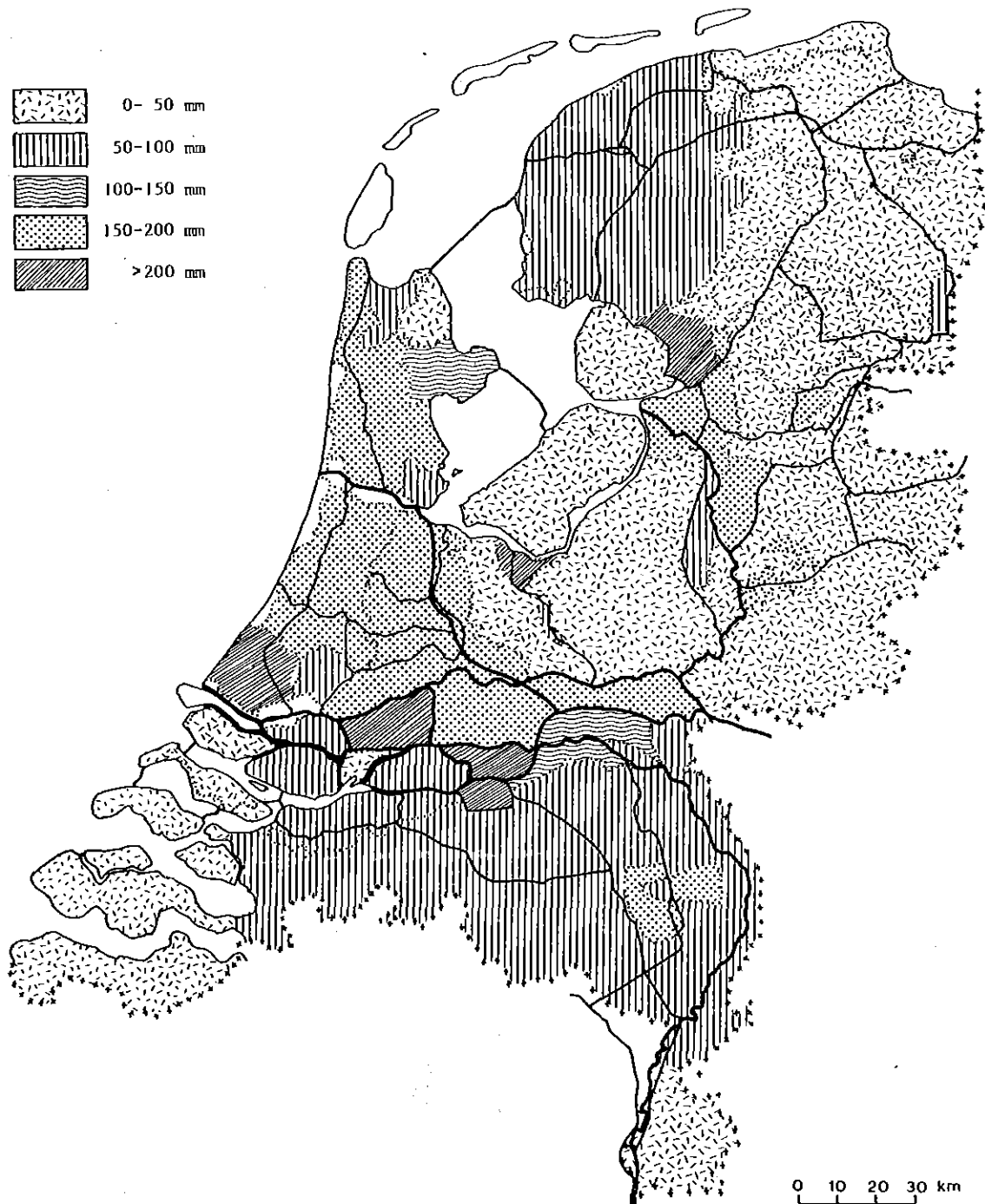


Fig. 13. Het totale watergebruik in april t/m augustus 1976 door de land- en tuinbouw

10. DE WATERAANVOER TEN BEHOEVE VAN HET DOORspoelen

Door het optreden van zoute kwel is in vele poldergebieden doorspoelen nodig om een goede waterkwaliteit te handhaven. Als gevolg hiervan, alsmede vanwege de penetratie van zout water bij sluizen, is doorspoelen van vele boezemwateren noodzakelijk. In de praktijk is gebleken, dat door de aanvoer van water, nodig om binnendringend zout of brak water te verhinderen ver in het boezemgebied door te dringen, tevens een redelijke doorspoeling van de boezem optreedt.

Nagegaan is welke hoeveelheden Rijn-, Maas- en IJsselmeerwater zijn aangewend ten behoeve van het doorspoelen en vervolgens op zoute wateren zijn geloosd in de perioden:

- in de eerste en tweede decade van juli en in de tweede en derde decade van augustus. In deze twee perioden trad een grote waterschaarste op met als gevolg, dat voor het doorspoelen betrekkelijk weinig water beschikbaar was,
- in de periode april tot en met augustus.

Voor Amstelmeerboezem en Goeree-Overflakkee is de wateraanvoer ten behoeve van de doorspoeling gelijk gesteld aan de schatting voor de aangevoerde hoeveelheid water ten behoeve van de watervoorziening van de land- en tuinbouw (zie hoofdstuk 9). Voor deze twee gebieden wordt namelijk niet beschikt over aanvoergegevens.

Uit tabel 17 blijkt dat in totaal $587,4 \times 10^6 \text{ m}^3$ water is aangevoerd ten behoeve van het doorspoelen. In de betreffende gebieden is in dezelfde periode $633,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ aangevoerd ten behoeve van de watervoorziening van de land- en tuinbouw. De totale aanvoer naar gebieden, die ook doorgespoeld zijn, bedroeg dus $1221,2 \times 10^6 \text{ m}^3$, waarvan 48% bestemd is geweest voor het doorspoelen. Berekeningen voor de voorzieningsgebieden afzonderlijk laten een zeer grote variatie zien in de waarden voor het aandeel van het aangevoerde water, dat voor doorspoeling is aangewend (3-67%).

In de perioden met een grote waterschaarste is in Rijnland, Schermerboezem, Delfland en Schieland de doorspoeling verminderd om meer water beschikbaar te stellen voor de watervoorziening van de land- en tuinbouw. De doorspoelingsgebieden dienen voor drie van deze gebieden minimaal de

Tabel 17. Wateriaanvoer ten behoeve van het doorspoelen

	Juli I + II	Augustus II + III	April t/m augustus	
			gemiddeld	totaal
	m ³ /sec	m ³ /sec	m ³ /sec	10 ⁶ m ³
Groningsboezem	6,4	8,4	6,9	91,6
Amstelmeerboezem	0,7	0,7	0,7	7,8
Goeree-Overflakkee	0,6	0,6	0,6	5,9
West-Brabant	0,0	0,0	0,1	0,7
Frieslandsboezem	8,6	8,0	9,0	130,6
Schermerboezem	11,2	16,0	16,8	222,5
Rijnland	2,8	6,5	8,1	107,6
Delfland	0,0	0,7	1,2	16,2
Schieland	0,3	0,4	0,3	4,5
Totaal	30,6	41,3	44,6	587,4

volgende waarden te bezitten: Rijnland 8 m³/sec, Delfland 6 m³/sec en Schermerboezem 18 m³/sec. Een vergelijking van deze waarden met de in 1976 gerealiseerde doorspoelingsdebieten laat zien, dat in 1976 in onvoldoende mate doorgespoeld kon worden, met name in Delfland (SLIJKHUIS, 1977).

Ook in Frieslandsboezem moest de doorspoeling verminderd worden. In Groningsboezem kon weliswaar een vrijwel constant doorspoelingsdebiet gehandhaafd worden, maar dit was niet afdoende. Een deel van Groningen heeft namelijk te kampen gehad met een slechte waterkwaliteit door verzilting en effluentlozingen.

Doorspoeling van West-Brabant en Schieland heeft nauwelijks plaatsgevonden.

Voor de zoutbestrijding bij de contactpunten tussen zoet binnenwater en zout buitenwater, die niet binnen de reeds eerdergenoemde voorzieningsgebieden zijn gelegen, zijn de volgende minimumdebieten nodig:

Noordzeekanaal	60 m ³ /sec
Nieuwe Waterweg	650 m ³ /sec
Haringvlietsluizen	5 m ³ /sec
Volkerakdam	<u>25 m³/sec</u>
Totaal	740 m ³ /sec

Het handhaven van een debiet van 740 m³/sec in de periode april tot en met augustus vraagt een hoeveelheid van $9,8 \times 10^9$ m³ water. Dit is aanzienlijk meer dan de hoeveelheid water, die in dezelfde periode nodig is voor het doorspoelen van de poldergebieden. Opge-merkt wordt nog dat een klein deel van de doorspoelbehoefte van de genoemde wateren gedekt wordt met water, dat voor doorspoeling in de poldergebieden is gebruikt.

11. EEN VERGELIJKING VAN 1976 MET ANDERE DROGE JAREN

11.1. De neerslag en de verdamping in andere droge jaren

Door het KNMI is een onderzoek verricht naar de kans van optreden van een periode als maart tot en met augustus 1976 (KNMI, 1976). Vastgesteld is, dat in de gebiedsgemiddelde neerslagreeks voor Nederland, die aanvangt in 1849, geen voorjaar + zomer (maart t/m augustus) voorkomt, die minder neerslag kende dan voorjaar + zomer 1976. Ook in de lange neerslagreeks van de plaats Hoofddorp (vanaf 1734) bleek voorjaar + zomer 1976 de droogste te zijn. De zeldzaamheid van het optreden van dit verschijnsel is geschat op 0,3% (ca. 1 keer per 300 jaar).

Met betrekking tot de waarde van het neerslagtekort bij gras, welke gesteld wordt op 0,8 maal de open waterverdamping minus de neerslag, is door het KNMI het volgende gevonden. Over de maanden maart tot en met augustus bedroeg het neerslagtekort gemiddeld over Nederland 374 mm. Deze waarde bleek nog niet eerder voorgekomen te zijn in de beschikbare reeks van deze grootheid. Het aanvangsjaar van de genoemde reeks is 1911. Vergelijkbare, maar iets minder extreme, situaties deden zich voor in 1911, 1921, 1929 en 1959.

Doordat in maart vrijwel geen gewasgroei en geen gewasverdamping plaats vindt, is voor de land- en tuinbouw de waarde van het neerslagtekort in de periode april tot en met augustus/september van meer betekenis dan de waarde hiervan in de periode maart tot en met augustus.

Nagegaan is in welke jaren na 1910 het neerslagtekort in de periode april tot en met augustus/september een grotere waarde dan 300 mm bereikte. Dit bleek in de jaren 1911, 1921, 1947, 1959 en 1976 het geval te zijn.

In tabel 18 is vermeld welke waarden in deze jaren bereikt werden. (Deze waarden zijn berekend als het verschil tussen 0,8 maal de door het KNMI berekende waarden van de open waterverdamping en de gemiddelde districtsneerslag).

Tabel 18. Waarden voor het neerslagtekort bij gras (mm)

Station	1911	1921	1947	1959	1976
De Koog	226	326	343	415	351
Eelde	328	322	275	294	309
De Bilt	286	377	284	344	336
Vlissingen	360	362	372	389	441
Beek	321	305	283	320	338
Gemiddeld	304	338	311	352	355

Op grond van de in tabel 18 vermelde resultaten wordt aangenomen, dat een neerslagtekort bij gras in de periode april tot en met augustus/september met een waarde, welke van dezelfde orde van grootte is als die voor 1976, ongeveer één keer per 20 jaar voorkomt. (In een gemiddeld jaar bedraagt dit neerslagtekort ca. 125 mm).

11.2. D e w a t e r a a n v o e r i n a n d e r e d r o g e j a r e n

Resultaten van een in het verleden uitgevoerde studie van de wateraanvoer in droge jaren worden gegeven door VAN DEN BERG (1970). Het betreft hier een vergelijking tussen de hoeveelheden water, die in droge jaren vóór 1976 zijn aangevoerd naar de poldergebieden en een raming van de aanvoerbehoefte in een 95%-droog jaar. De genoemde raming is afkomstig uit de nota 'De waterhuishouding in Nederland' (RIJKSWATERSTAAT, 1968). Deze vergelijking had zowel betrekking op de watervoorziening van de land- en tuinbouw als op de doorspoeling.

De door Van den Berg bepaalde aanvoersituatie is vergeleken met de aanvoersituatie in 1976 (tabel 19).

Tabel 19 toont enkele overeenkomsten tussen de resultaten van Van den Berg en de voor 1976 verkregen resultaten. De watervoorziening van de land- en tuinbouw in Midden-West-Nederland en in het Rivierengebied blijkt beter te zijn dan door Van den Berg is vastgesteld. Hetzelfde geldt voor de doorspoeling van Noord-Nederland en Noord-West-Nederland. Daar staat tegenover, dat de watervoorziening

WATERAANVOER LANDBOUW IN DROGE ZOMER

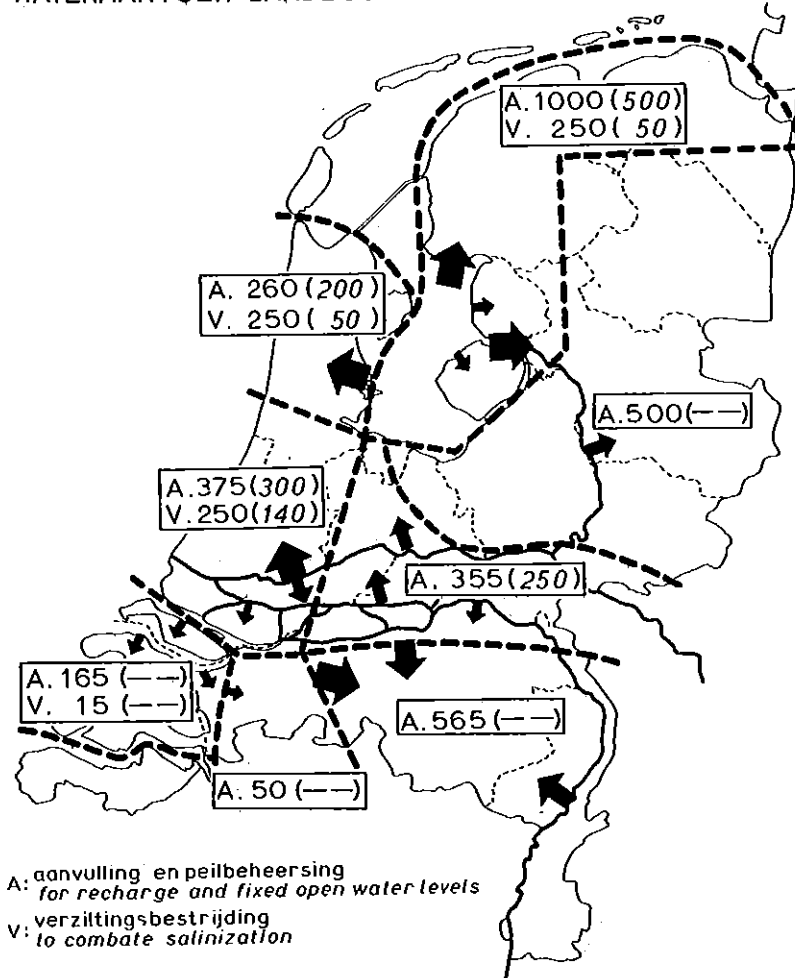
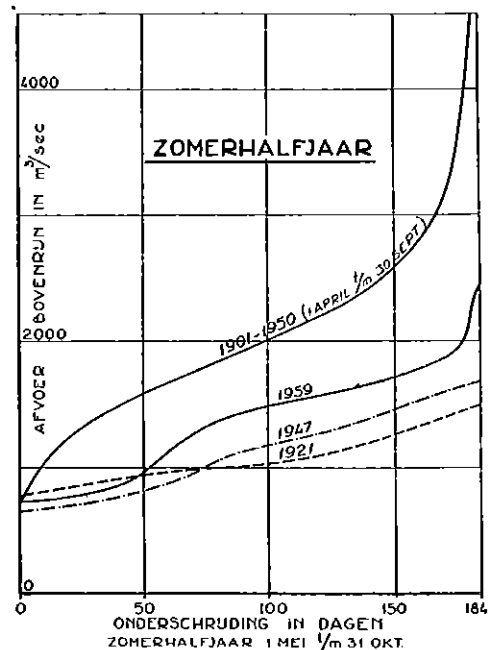


Fig. 14. Schema van de wateraanvoer in een droge zomer volgens de nota 'De waterhuishouding van Nederland' (in 10^6 m^3). Tussen haakjes de hoeveelheden, die worden aangevoerd volgens VAN DEN BERG

Fig. 15. Afvoerdurlijnen van de Rijn te Lobith voor diverse zomerhalfjaren volgens VAN WIJNGAARDEN.



van de land- en tuinbouw in Noord-West-Nederland minder omvangrijk blijkt te zijn.

Tabel 19. De raming van de aanvoersbehoefte door Rijkswaterstaat, de door Van den Berg bepaalde aanvoersituatie en de aanvoersituatie in 1976 (10^6 m^3), W = watervoorziening land- en tuinbouw, D = doorspoelen

	Raming Rijkswaterstaat		Van den Berg		Situatie 1976	
	W	D	W	D	W	D
Poldergebieden						
Noord-Nederland	1000	250	500	50	444	222
Noord-West-Nederland	260	250	200	50	156	230
Midden-West-Nederland	375	250	300	140	384	128
Zuid-West-Nederland	165	15	-	-	5	7
Rivierengebied	355	0	250	0	308	0
Subtotaal	2155	765	1250	240	1297	587
Hoge gronden						
Noord-Oost-Nederland	500	0	-	0	153	0
Zuid-Oost-Nederland	565	0	-	0	21	0
Zeeuws-Vlaanderen e.a.	50	0	-	0	0	0
Subtotaal	1115	0	-	0	174	0
Totaal	3270	765	-	240	1471	587

Uit tabel 19 is ook af te lezen dat de watervoorziening van de hoge gronden weliswaar enige betekenis heeft, maar dat deze nog een aanzienlijke verbetering behoeft.

11.3. D e R i j n a f v o e r i n a n d e r e d r o g e j a r e n

Wat betreft de Rijnafvoer kan gesteld worden, dat ook in de droge jaren 1921, 1947 en 1959 zeer lage afvoeren optraden. In het droge jaar 1911 was de Rijnafvoer niet zo extreem laag. Het bijzondere van de Rijnafvoer in 1976 was, dat de laagste afvoeren optraden in juli. De gemiddelde afvoer in deze maand bedroeg $953 \text{ m}^3/\text{sec}$. In de jaren 1921, 1947 en 1959 kwamen nog lagere maandafvoeren voor dan in 1976, maar het tijdstip van optreden was minder ongunstig. De laagste Rijnafvoeren in de jaren 1921, 1947 en 1959 traden op in de nazomer (eind augustus/september/oktober), terwijl in 1921 ook in het voorjaar (maart, april, mei) door de Rijn betrekkelijk weinig werd afgevoerd. Uit fig. 15 kan worden afgelezen welke duur de debietonderschrijdingen hebben gehad in de zomerperioden van 1921, 1947 en 1959 (VAN WIJNGAARDEN, 1962). Ter oriëntatie wordt vermeld, dat de afvoerduurlijn voor 1976 veel overeenkomsten vertoont met die voor 1921.

12. DE VERDELING VAN HET OPPERVLAKTEWATER IN DE PERIODEN MET EEN GROTE SCHAARSTE

Nagegaan is op welke wijze het beschikbare oppervlaktewater is verdeeld in de eerste en tweede decade van juli en de tweede en derde decade van augustus. In deze perioden traden zeer lage rivierafvoeren op, terwijl tegelijkertijd de grootste aanvoerbehoefte binnen de land- en tuinbouw voorkwam.

Van 21 gebieden stonden gegevens ter beschikking over het gemiddelde aanvoerdebiet. In tabel 20 zijn deze gegevens bijeengebracht. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen aanvoer ten behoeve van de watervoorziening van de land- en tuinbouw en aanvoer ten behoeve van het doorspoelen. Bepaald is welke waarde de aanvoerintensiteit bezat. Daartoe is het inlaatdebiet omgeslagen over de oppervlakte aan bereikte cultuurgrond en aan wateren breder dan 6 m. In fig. 16 is voor de gebieden, die in 1976 een wateraanvoer kenden, de intensiteit van de aanvoer ten behoeve van de watervoorziening van de land- en tuinbouw in kaartvorm weergegeven. Voor die gebieden, waarvan geen gegevens ter beschikking stonden, is een schatting van deze aanvoerintensiteit gemaakt.

Voor de laatstgenoemde groep gebieden is ook een schatting gemaakt van het aanvoerdebiet. Op grond van de gegevens over de grootte van de diverse aanvoerdebieten is een schema gemaakt van de waterverdeling. In dit schema is ook een aantal onttrekkingen opgenomen, die tot doel hadden om enkele scheepvaartkanalen op peil te houden. Het betreft hier de volgende debieten: Oude IJssel $0,5 \text{ m}^3/\text{sec}$, Apeldoornskanaal $0,5 \text{ m}^3/\text{sec}$ en Twentekanaal $3,5 \text{ m}^3/\text{sec}$. Met de onttrekkingen ten behoeve van de drinkwatervoorziening is geen rekening gehouden, omdat er ook talloze effluentlozingen hebben plaatsgevonden (waarvan de grootte niet onderzocht zijn).

De verdeling van het water, dat de IJssel afvoerde in de eerste en tweede decade van juli en de tweede en derde decade van augustus, is af te lezen uit tabel 21. Voor de voeding van het voorzieningsgebied van het IJsselmeer resteerde een debiet van gemiddeld $161 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Tabel 20. Waarden van de aanvoerintensiteit in juli I + II en
augustus II + III

	Cultuur- grond + water ha	Aanvoerintensiteit			
		land- en tuinbouw		doorspoelen	
		m ³ /sec	mm/dag	m ³ /sec	mm/dag
Veenweidegebieden					
Vollenhove	21 445	5,7	2,3	-	-
Alblasserwaard (35%)	8 109	2,7	2,9	-	-
Gemiddeld	-	-	2,6	-	0
Zeekleigebieden					
Groningsboezem	110 561	8,9	0,7	6,3	0,5
Noordoostpolder	43 349	1,8	0,4	-	-
Schieland	10 896	1,5	1,2	0,4	0,3
West-Brabant (45%)	13 577	1,6	1,0	-	-
Gemiddeld	-	-	0,8	-	0,4
Overgangen veenweide/zeeklei					
Frieslandsboezem	271 089	36,8	1,2	8,2	0,3
Schermerboezem	86 298	17,3	1,7	13,7	1,4
Rijnland	63 685	17,2	2,3	4,6	0,6
Delfland	26 209	7,6	2,5	0,4	0,1
Gemiddeld	-	-	1,9	-	0,6
Rivierkleigebieden					
Lingeboezem	76 266	11,6	1,3	-	-
Bommelerwaard (30%)	4 661	1,1	2,0	-	-
Land van Maas en Waal	19 708	1,8	0,8	-	-
Maaskant	13 624	2,0	1,3	-	-
Gemiddeld	-	-	1,4	-	-
Zandgebieden					
Drentse boezem	94 081	4,6	0,4	-	-
Veenmarken	6 306	0,7	1,0	-	-
Salland	21 279	4,3	1,7	-	-
Schipbeek	3 213	1,0	2,7	-	-
Berkel	5 118	1,0	1,7	-	-
Linker IJsseloever	11 541	0,9	0,7	-	-
Lollebeek en Astense Aa	20 303	1,8	0,8	-	-
Gemiddeld	-	-	1,3	-	-

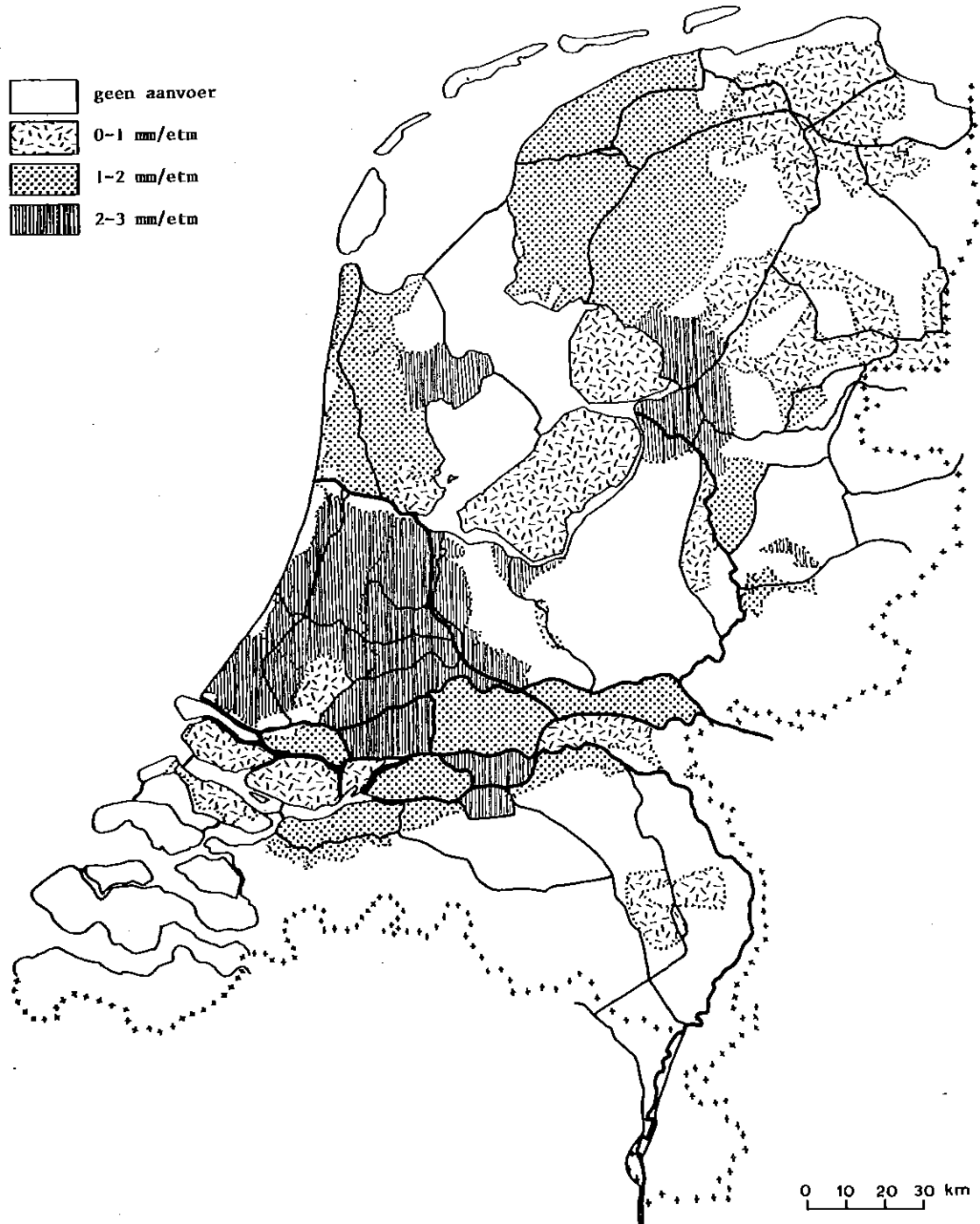


Fig. 16. Intensiteit van de aanvoer ten behoeve van de watervoorziening van de land- en tuinbouw in juli I + II en augustus II + III

Tabel 21. Verdeling van de afvoer van de IJssel (m^3/sec) in juli I + II en augustus II + III

IJsselaafvoer te Westervoort		174
Watervoorziening land- en tuinbouw		
Linker IJsseloever	1	} 9
Berkel	1	
Schipbeek	1	
Ommerkanaal	2	
Salland	4	
Peilbeheer van de scheepvaartwegen		
Oude IJssel	0,5	} 4
Apeldoornskanaal	0,5	
Twentekanaal	3,5	
Voeding voorzieningsgebied IJsselmeer		161

De wijze, waarop aan het IJsselmeer is onttrokken, kan worden afgelezen uit tabel 22. Als eindresultaat is verkregen, dat de voorraad in het IJsselmeer is aangetast met een snelheid van $65 \text{ m}^3/\text{sec}$. Dit is in overeenstemming met de grootte van de peildalingen, welke zich voordeden op het IJsselmeer in de eerste en tweede decade van juli en de tweede en derde decade van augustus. Uit de gegevens over de waterstanden op het IJsselmeer (tabel 9) is afgeleid, dat de gemiddelde snelheid, waarmee de IJsselmeer-voorraad slonk, $60 \text{ m}^3/\text{sec}$ bedroeg.

Uit tabel 23 kan opgemaakt worden welke onttrekkingen hebben plaatsgevonden aan de Nederrijn, de Waal, de Maas (benedenstrooms van Lith), het Hollands Diep en het Haringvliet. In totaal was gemiddeld $753 \text{ m}^3/\text{sec}$ beschikbaar, waarvan $623 \text{ m}^3/\text{sec}$, vermeerderd met enkele doorspoelingsdebieten (ca. $20 \text{ m}^3/\text{sec}$), via de Nieuwe Waterweg en het Noordzeekanaal is afgevoerd. Voor de verziltingsbestrijding in het Nieuwe Waterweggebied is $650 \text{ m}^3/\text{sec}$ nodig en bij het Noordzeekanaal is hiervoor $60 \text{ m}^3/\text{sec}$ nodig. Doordat echter minder beschikbaar was

Tabel 22. Verdeling van het IJsselmeerwater (m^3/sec) in juli I + II
 en augustus II + III

Voeding door IJssel			161
Watervoorziening land- en tuinbouw			
Groningsboezem	9	}	97
Frieslandsboezem	37		
Vollenhove	6		
West-Overijssel	10		
Drentse boezem	5		
Veenmarken	1		
West-Friesland	6		
Amstelmeerboezem	1		
Schermermeerboezem	17		
Waterland	1		
Noordoostpolder	2		
Flevopolders	0		
Eemland	2		
Doorspoelen			
Frieslandsboezem	8	}	39
Groningsboezem	6		
Amstelmeerboezem	1		
Schermerboezem	14		
Amsterdam	10		
Verdamping-Neerslag (3,9 mm/dag)			90
Uitputting IJsselmeervoorraad			65

dan gewenst is, kon een penetratie van zout water optreden, met name in het Nieuwe Waterweggebied.

Aan de Maas, bovenstrooms van de stuw te Lith, kwamen slechts enkele onttrekkingen voor en wel

Lollebeek en Astense Aa	$2 \text{ m}^3/\text{sec}$
De Maaskant	$2 \text{ m}^3/\text{sec}$
Land van Maas en Waal	$2 \text{ m}^3/\text{sec}$
Totaal	$6 \text{ m}^3/\text{sec}$

Tabel 23. Verdeling van de afvoer van de Nederrijn, Waal en Maas
(benedenstrooms Lith) in juli I + II en augustus II + III
(m³/sec)

Afvoer rivieren		
Waal	718	} 753
Nederrijn	26	
Maas te Lith	7	
Dieze	2	
Watervoorziening land- en tuinbouw		
Lingeboezem	12	} 94
Gelderse Vallei	3	
Bommelerwaard	4	
Maas- en Diezepolders	2	
Dongestroom	1	
West-Brabant	4	
Land van Altena	2	
Eiland van Dordrecht	0,4	
Hoekse Waard	2	
Goeree-Overflakkee	1	
Voorne-Putten	1	
IJsselmonde	2	
Alblasserwaard	8	
Amsterdam-Rijnkanaal	25	
Rijnland	17	
Delfland	8	
Schieland	2	
Doorspoelen		
West-Brabant	0	} 36
Goeree-Overflakkee	0,4	
Rijnland	5	
Delfland	0,4	
Schieland	0,4	
Haringvlietsluizen	5	
Volkerakdam	25	
Avoer* via Noordzeekanaal en Nieuwe Waterweg		

623

*Exclusief lozing van Rijnland, Delfland, Schieland, Schermerboezem en Amsterdam op het Noordzeekanaal en de Nieuwe Waterweg (totaal ca. 20 m³/sec)

Ondanks deze onttrekkingen bedroeg de afvoer van de Maas te Lith
gemiddeld $7 \text{ m}^3/\text{sec.}$

13. DE WATERAANVOER IN DE NAZOMER

Na 1 september heeft alleen in de rivierklei- en de zandgebieden een voortzetting van de wateraanvoer plaatsgevonden. Doordat echter in de maanden september en oktober slechts geringe verschillen tussen de potentiële verdamping en de neerslag optraden, zal het water, dat in deze periode is aangevoerd, in hoofdzaak gediend hebben voor het aanvullen van de grondwatervoorraad en de vochtvoorraad in de onverzadigde zone. Berekening en bevoeiing van enige omvang is, naar verwachting, in deze periode niet voorgekomen.

Voor de gebieden waarvan gegevens met betrekking tot de wateraanvoer ter beschikking stonden, is de hoeveelheid bepaald, die in september en oktober is aangevoerd. In tabel 18 zijn deze hoeveelheden vermeld. Ook is in deze tabel, ter oriëntatie, vermeld welke hoeveelheid grondwater in de verschillende gebieden voor berekening en bevoeiing is aangewend en welke vochtlevering door de bodem aan de gewassen heeft plaatsgevonden. Uitgegaan is daarbij van een vochtlevering van 105 mm in de rivierkleigebieden en van 90 mm in de zandgebieden, gerekend over de gehele oppervlakte aan cultuurgrond in de verschillende gebieden, die buiten de glastuinbouw in gebruik is.

Tabel 24. De wateraanvoer in september en oktober, vergeleken met de grondwaterwinning ten behoeve van de berekening en de bevoeiing en met de bodemvochtleverantie (10^6 m^3)

	Grondwater berekening + bevoeiing	Bodemvocht- leverantie	Wateraanvoer
Lingeboezem	9,3	75,2	33,3
Bommelerwaard (30%)	0,6	4,0	0,3
Land van Maas en Waal	3,0	18,4	5,1
Drentse boezem	1,3	83,1	17,2
Salland	6,1	18,8	11,3
Linker IJsseloever	1,9	4,5	2,0
Lollebeek en Astense Aa	13,6	10,1	8,0
Totaal	35,8	214,1	77,2

Uit tabel 24 blijkt, dat de wateraanvoer in september en oktober bij de meeste gebieden een veelvoud is van de hoeveelheid grondwater, die voor beregening en bevoeding is aangewend. Daar staat tegenover, dat deze aangevoerde hoeveelheid slechts fractie vormt van de hoeveelheid vocht, die door de gewassen aan de bodem is onttrokken.

14. HET NIVEAU EN HET EFFECT VAN DE WATERVOORZIENING

Nagegaan is welk voorzieningsniveau is bereikt in enkele gebieden met wateraanvoer. Daarbij is de glastuinbouw buiten beschouwing gebleven, omdat er vanuit mag worden gegaan, dat de glastuinbouw over voldoende water beschikte.

Als aanname is gedaan, dat het gebiedsgemiddelde voor de waterbehoefte van de gewassen en de verdampingsverliezen van het open water in de periode april tot en met augustus 1976, ongeveer overeenkomt met 0,8 maal de waarde van de open waterverdamping E_o , die door het KNMI voor deze periode is berekend (bijlage 8).

In deze waterbehoefte is op de volgende wijzen voorzien:

- door de neerslag, die in de periode april tot en met augustus is opgetreden (bijlage 8),
- door een deel van de vochtvoorraad, die per 1 april in de bodem aanwezig was. Aangenomen wordt, dat aan deze vochtvoorraad de volgende hoeveelheden onttrokken konden worden, voordat ontoelaatbare vochtspanningen bereikt werden voor de gewassen (tabel 25);

Tabel 25. Maximum waarden voor de bodemvochtleverantie

Veenweidegronden		165 mm
Zeekleigronden	grasland	120 mm
	bouwland	225 mm
	vollegrondstuinbouw	100 mm
Rivierkleigronden		105 mm
Zandgronden		90 mm

- door het van elders aangevoerde oppervlaktewater en het opgepompte grondwater. Deze hoeveelheid is als volgt berekend: op het totale watergebruik (hoofdstuk 9) is het gebruik van de glastuinbouw in mindering gebracht en de resterende hoeveelheid is omgeslagen over de oppervlakte aan brede wateren en cultuurgrond, die buiten de glastuinbouw in gebruik is. Voor de zandgebieden is een

andere procedure gevolgd. Hierbij is er vanuit gegaan, dat alleen de hoeveelheid water, die voor beregening en bevoeiing is aangewend, beschikbaar was voor de gewassen. In hoeverre in de zandgebieden het aangevoerde oppervlaktewater, dat niet voor beregening en bevoeiing is aangewend, bijgedragen heeft in de watervoorziening van de gewassen, is niet eenvoudig aantoonbaar.

Vooralsnog is de bijdrage van dit deel van het aangevoerde oppervlaktewater in de watervoorziening van de gewassen niet in rekening gebracht. Voor de veenweide-, zeeklei-, overgangs- en rivierkleigebieden is dus aangenomen, dat al het aangevoerde oppervlaktewater wel beschikbaar was voor de gewassen.

Voor een aantal voorzieningsgebieden is in tabel 26 vermeld, welke waterbehoefte opgetreden is en op welke wijze in deze behoefte is voorzien. De bodemvochtleverantie is berekend aan de hand van tabel 25 en van gegevens over het bodemgebruik.

In tabel 26 is ook vermeld welke voorzieningsgraad bereikt is. Ook is een berekening van de voorzieningsgraad opgesteld voor het geval, dat er niet over grondwater en niet over aangevoerd oppervlaktewater beschikt had kunnen worden.

Opgemerkt wordt, dat uit de berekeningen waarden voor de voorzieningsgraad kunnen volgen, die groter zijn dan 100%. Dit kan het geval zijn, wanneer de gemiddelde verdamping in werkelijkheid groter is geweest dan $0,8 E_0$ of wanneer veel water nodig is geweest voor peilverhogingen van het open water. Ook ontstaan dit resultaat, wanneer binnen een gebied wegzijging optreedt of wanneer een deel van het aangevoerde water is gebruikt voor de watervoorziening van bossen, natuurterreinen en stedelijke gebieden. In dit verband wordt verder opgemerkt, dat geen correcties zijn uitgevoerd voor de verliezen, die bij het beregenen en het bevoeien optraden, en dat verondersteld wordt, dat alle neerslag voor opname door de gewassen beschikbaar is gekomen.

Voor de veenweidegebieden Vollenhove en Alblasserwaard is vastgesteld, dat de voorzieningsgraad ca. 110% was in 1976. Zonder wateraanvoer en grondwinning zou de voorzieningsgraad ca. 60% bedragen hebben.

In de zeekleigebieden is door de kunstmatige watervoorziening de voorzieningsgraad van de gewassen met ca. 10% verhoogd. Voor de gewassen als

Tabel 26. Het niveau van de watervoorziening in enkele voorzieningsgebieden

	Behoefte	Neerslag	Max. bodem- vochtlev.	Aanvoer + grondwater	Voorzieningsniveau		
					incl. aanvoer + grondwater	excl. aanvoer + grondwater	Vershil
	mm	mm	mm	mm	%	%	%
Veenweidegebieden							
Vollenhove	460	135	165	211	111	65	46
Alblasserwaard	505	115	165	260	107	55	52
Zeekleigebieden							
Groningsboezem	465	155	169	39	78	70	8
Schieland	515	115	163	50	64	54	10
West-Brabant	525	115	182	84	73	57	16
Overgangen veenweide/zeeklei							
Frieslandsboezem	460	130	140	98	80	59	21
Schermerboezem	490	115	135	130	78	51	29
Rijnland	520	110	135	153	76	47	29
Delfland	525	110	140	164	79	48	21
Rivierkleigebieden							
Lingeboezem	500	130	105	163	80	47	33
Bommelerwaard	510	120	105	215	86	44	42
Land van Maas en Waal	500	130	105	122	71	47	24
Zandgebieden							
Drentse boezem	465	180	90	6	59	58	1
Salland	480	170	90	48	64	54	10
Linker IJsseloever	480	170	90	29	60	54	6
Lollebeek + Astense Aa	510	120	90	92	59	41	18

vollegrondsgroenten en aardappelen, die op grote schaal berekend zijn, zal dit aanzienlijk meer geweest zijn dan voor de overige gewassen. Het niveau van de watervoorziening bereikte in 1976 een waarde van gemiddeld 70%.

In de overgangsgebieden bedroeg de voorzieningsgraad ca. 75%. Zonder wateraanvoer en grondwaterwinning zou dit niveau ongeveer 25% lager zijn geweest. Voor de rivierkleigebieden zijn percentages berekend van 80% voor het bereikte voorzieningsniveau en van 45% voor het niveau, wanneer geen kunstmatige watervoorziening had plaatsgevonden.

Met betrekking tot de watervoorziening van de zandgebieden kan het volgende gezegd worden. In het zuiden van Nederland bedroeg de voorzieningsgraad van de onberegende en onbevloede percelen ca. 40%. In het noorden en oosten is een waarde van 55 à 60% bereikt. Door het inzetten van beregenings- en bevoeiingsinstallaties is de voorzieningsgraad toegenomen, met name in het gebied Lollebeek + Astense Aa (toename 18%).

Tussen de relatieve gewasverdamping en de droge stofproductie van een gewas is voor gras en aardappelen een lineair verband vastgesteld (RIJTEMA, 1969; RIJTEMA e.a., 1970). De in 1976 bereikte waarden van de relatieve gewasverdamping (dit is de verhouding tussen de werkelijk opgetreden gewasverdamping en de potentiële gewasverdamping) komen bij benadering overeen met de waarden, die berekend zijn voor de gerealiseerde voorzieningsgraad. Via deze ingang kan dus uit tabel 26 afgelezen worden, welk effect de wateraanvoer en de grondwaterwinning had op de gewasopbrengsten en welke opbrengstdepressies, ondanks deze ingrepen, opgetreden zijn. Bedacht dient te worden, dat dit zeer ruwe schattingen vormen en de eerder gemaakte kanttekeningen met betrekking tot eventuele fouten in de berekening van de voorzieningsgraad moeten in deze beschouwing betrokken worden.

Geschat wordt, dat ondanks de bijdrage van de kunstmatige watervoorziening in het voorkomen van vochttekorten, in de periode april tot en met augustus 1976 de volgende opbrengstdepressies zijn opgetreden:

20-30% in de poldergebieden

40-50% in de zandgebieden

Wanneer er geen kunstmatige watervoorziening had kunnen plaatsvinden, waren de opbrengstdepressies 10-20% groter geweest. Opgemerkt wordt nog, dat vele gewassen in de nazomer een deel van de groeiachterstand ingehaald hebben.

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Het optreden van een zeer droge zomerperiode in 1976 bood gelegenheid tot het verrichten van een onderzoek naar de mogelijkheden om met de op dit moment beschikbare middelen de land- en tuinbouw van water te voorzien in een periode, dat er een grote behoefte aan watervoorziening optreedt.

Uit het uitgevoerde onderzoek is gebleken, dat in 1976 46% van de oppervlakte cultuurgrond in Nederland een aanvoer van Rijn, Maas of IJsselmeerwater kende. Ca. 57% hiervan is met IJsselmeerwater voorzien, 39% met Rijnwater en 4% met Maaswater.

Tot de gronden, die geen aanvoer van oppervlaktewater kenden, behoren ca. 95% van de zandgronden en verder het lössgebied in Zuid-Limburg en de zeekleigronden in het zuidwesten van Nederland, de Wieringermeer en Noord-Groningen.

De beschikbaarheid van oppervlaktewater was in 1976 aanzienlijk geringer dan dit in minder droge jaren het geval is. Met name in de eerste helft van juli, toen een zeer grote aanvoerbehoefte optrad binnen de land- en tuinbouw, kende de Rijn en de Maas een bijzonder lage afvoer. Dit had tot gevolg dat, mede door het watergebruik binnen de land- en tuinbouw, de verzilting in het Nieuwe Waterweggebied onvoldoende werd bestreden, met alle gevolgen van dien voor de wateraanvoer naar Midden-West-Nederland en enkele Zuidhollandse eilanden. Verder bemoeilijkten de lage waterstanden op de rivieren de waterinlaat.

Als gevolg van het feit, dat in vele gebieden meer oppervlaktewater werd gebruikt dan er werd aangevoerd, dreigden ontoelaatbare peilonderschrijdingen op diverse boezemwateren. In enkele poldergebieden verminderde de waterkwaliteit in ernstige mate, doordat niet voldoende water voor de doorspoeling aangevoerd kon worden.

Ook op het IJsselmeer was de situatie in de eerste helft van juli kritiek. In juni was het verschil tussen de voeding door de IJssel en de som van de onttrekkingen aan het IJsselmeer nog zo groot, dat de verdampingsverliezen van het IJsselmeer gedeeltelijk gecompenseerd konden worden en als gevolg hiervan daalde het peil slechts geleidelijk. In de eerste helft van juli trad een snelle peildaling op.

De som van de onttrekkingen was toen ca. $45 \text{ m}^3/\text{sec}$ groter dan de IJsselafvoer en bovendien trad tegelijkertijd een zeer groot neerslagtekort op. Vanwege de betrekkelijk geringe peilfluctuatie, die op het IJsselmeer wordt toegestaan, dreigde ontoelaatbare peilonderschrijdingen. Door een verandering van het weer en door een verhoogde IJsselafvoer verbeterde de situatie in de tweede helft van juli echter snel.

Het jaar 1976 heeft geleerd, dat in een zeer droog jaar de afvoer van de rivieren en de voorraad op het IJsselmeer niet voldoende zijn om aan alle wensen te voldoen. Een verruiming van de voorraadvorming zal moeten plaatsvinden om bij een herhaling van omstandigheden, die vergelijkbaar zijn met die van 1976, beter te kunnen beantwoorden aan de wensen. Dit wordt nog meer urgent, wanneer de inlaatmogelijkheden van een aantal gebieden verbeterd worden en wanneer de recente ontwikkelingen met betrekking tot de omvang van de beregening en de bevoeiing doorzetten.

Verder is een behoefte opgetreden aan een schema voor de verdeling van het beschikbare oppervlaktewater in een periode met een grote schaarste. Dit geldt zowel voor de verdeling tussen de verschillende voorzieningsgebieden als voor de verdeling binnen de voorzieningsgebieden zelf.

Berekening heeft plaatsgevonden op ca. 221 000 ha, waarvan 69% met oppervlaktewater en 31% met grondwater. Aan oppervlaktewater is in totaal $367,0 \times 10^6 \text{ m}^3$ (gem. seizoengift 242 mm) aangewend en aan grondwater $289,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ (gem. seizoengift 418 mm).

Ca. 36 000 ha is bevoeid. Hiervoor is $106,3 \times 10^6 \text{ m}^3$ oppervlaktewater (gem. seizoengift 308 mm) gebruikt en $5,7 \times 10^6 \text{ m}^3$ grondwater (gem. seizoengift 328 mm).

Uitgaande van gegevens over de aanvoer van oppervlaktewater naar een aantal voorzieningsgebieden is een schatting gemaakt van de totale hoeveelheid Rijn-, Maas- en IJsselmeerwater, welke gebruikt is voor de watervoorziening van de land- en tuinbouw. Deze hoeveelheid bedroeg $1470,9 \times 10^6 \text{ m}^3$. Aan grondwater is $296,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ aangewend en verder is er in de gebieden zonder wateraanvoer nog $81,0 \times 10^6 \text{ m}^3$ aan het oppervlaktewater onttrokken ten behoeve van de beregening en de bevoeiing. In totaal is dus $1848,4 \times 10^6 \text{ m}^3$ op kunstmatige wijze

onttrokken aan het oppervlaktewater en het grondwater. Het hoogste watergebruik trad op in de veenweidegebieden (gem. 232 mm).

Voor de doorspoeling van de poldergebieden is ca. $587,4 \times 10^6$ water gebruikt.

In de zandgebieden is hoofdzakelijk grondwater aangewend, omdat de beken en de riviertjes vanwege de geringe neerslag weinig afvoer kenden. Wateraanvoer kende slechts 5% van de zandgronden. Er zal dan ook gestreefd moeten worden naar betere aanvoermogelijkheden voor de zandgronden. Hierdoor kan de keuze voor het gebruik van grondwater beperkt worden en bovendien kunnen dan de bestaande onttrekkingen - zowel de landbouwkundige als de niet-landbouwkundige - door infiltratie gedeeltelijk gecompenseerd worden.

Ook vele zeekleigebieden vragen om een verbetering van de aanvoermogelijkheden. Grondwaterwinning is in deze gebieden namelijk niet als alternatief aanwezig. Een te geringe beschikbaarheid van oppervlaktewater met een goede kwaliteit beperkt daar op dit moment de mogelijkheden voor het telen van vollegrondsgroenten (en aardappelen).

Een studie van de waterverdeling in de eerste en tweede decade van juli en de tweede en derde decade van augustus leverde op, dat in deze perioden gemiddeld $200 \text{ m}^3/\text{sec}$ door de land- en tuinbouw is aangewend voor de watervoorziening van de gewassen en dat gemiddeld $79 \text{ m}^3/\text{sec}$ gebruikt is voor doorspoeling van de poldergebieden.

Geschat wordt, dat ondanks de bijdrage van de kunstmatige watervoorziening in het voorkomen van vochttekorten, in de periode april tot en met augustus 1976 de volgende opbrengstdepressies zijn opgetreden:

20-30% in de poldergebieden

40-50% in de zandgebieden

Wanneer er geen kunstmatige watervoorziening had kunnen plaatsvinden, waren de opbrengstdepressies 10-20% groter geweest.

LITERATUUR

- BERG, C. VAN DEN, 1962. Enige landbouwkundige aspecten van de droogte in 1959. Versl. Med. Com. Hydr. Onderz. TNO, Nr 7, 1962.
- 1970. De waterbehoefte in land- en tuinbouw. De Ingenieur 82, 17, 1970.
- 1977. De waterhuishouding van het Grevelingenbekken en de watervoorziening van de landbouw in Zuid-Nederland. ICW-nota 972.
- BOHEEMEN, P.J.M. VAN, 1977. Verschillen tussen drie berekeningswijzen van de open waterverdamping ICW-nota nr 956.
- COUWENHOVEN, T., 1968. Enige opmerkingen naar aanleiding van het rapport. De Watervoorziening van Midden-West-Nederland. ICW-nota nr 483.
- DEIJ, L.J.L., 1962. De uitzonderlijkheid van lente en zomer 1959 in klimatologisch opzicht. Versl. Med. Com. Hydr. Onderz. TNO Nr 7, 1962.
- JONG, C.H. DE, 1961. Het onderzoek ten behoeve van de waterhuishouding van het IJsselmeer. Versl. Med. Com. Hydr. Onderz. TNO Nr 6, 1961.
- KNMI, 1976. De droogte van 1976. KNMI-publikatie nr 154, 1976.
- OSKAM, W., 1962. Landbouwkundige facetten van de watervoorziening. Cult.Tijdschrift 1962, 2, 1.
- RIJKSWATERSTAAT, 1968. De Waterhuishouding van Nederland.
- RIJTEMA, P.E., 1968. Grondwaterstand, infiltratie en bodémvochtvoorraad in graslandgebieden in verband met de vaststelling van de waterbehoefte voor peilbeheersing. ICW-nota nr 482.
- 1969. On the relation between transpiration, soil physical properties and crop production as a basis for water supply plans. Techn. Bull. ICW 58.
- and G. ENDRÖDI, 1970. Calculation of production of potatoes. Techn. Bull. ICW 70.
- en P.W. VELTHUIJSEN, 1977. Landbouwkundige gevolgen van de waterinlaat in het gebied van de Astense Aa. ICW-nota 947.
- SMIT, W.J., 1962. Problemen rond de wateraanvoer in Nederland. Cult. Tijdschrift 1962, 2, 1.

- SLIJKHUIS, W.P., 1977. Een waterschap in de droge zomer van 1976.
H₂O 8/77.
- STELLING, P., 1962. De invloed van de droogte in 1959 op kanalen en
boezemwateren in Friesland, Drenthe, Overijssel en Noord-
-Holland ten noorden van het Noordzeekanaal. Versl. Med. Com.
Hydr. Onderz. TNO Nr 7, 1962.
- TOPS, J.W., 1961. Het regime van de Rijn. Versl. Med. Com. Hydr.
Onderz. TNO Nr. 6, 1961.
- TOUSSAINT, C.G., 1968. De waterbehoefte van de tuinbouw in West-
-Nederland. Waterschapsbelangen 53, 20, 1968.
- VALKEN, K.F., 1961. Het onderzoek ten behoeve van het Zeeuwse Meer.
Versl. Com. Hydr. Onderz. TNO Nr 6, 1961.
- WALTER, F., 1977. De grondwaterstanden in de droge zomer van 1976
H₂O 8/77.
- WESSELING, 1976. Waterbehoefte van poldergebieden (Niet gepubliceerd).
—— 1977. De landbouw in de droge zomer van 1976. H₂O 8/77.
- WEMELSFELDER, P.J., 1961. Lage Rijnafoeren en het optreden van per-
sistenties. Versl. Med. Com. Hydr. Onderz. TNO Nr 6, 1961.
- WERKCOMMITTEE WATERVOORZIENING MIDDEN-WEST-NEDERLAND, 1967. De water-
voorziening van Midden-West-Nederland.
- WILDE, J.G.S. DE, A.H. RYHINER en Th.J. LINTHORST, 1977. Berekening en
bevloeiing in Nederland in het droge jaar 1973. Landb.Tijd-
schrift (1977) 89-4.
—— en Th.J. LINTHORST, 1977. Berekening en bevloeiing in
Nederland in 1976. ICW-nota nr 973.
- WIJNGAARDEN, H. VAN, 1962. Het afvoerregiem van de Rijn en zijn
takken in 1959. Versl. Med. Com. Hydr. Onderz. TNO Nr 7,
1962.

De totale oppervlakte en de oppervlakte cultuurgrond in de gebieden met wateraanvoer (ha)

	Totale oppervlakte	Cultuurgrond
Veenweidegebieden		
Vollenhove	26 485	18 267
West-Overijssel	48 908	40 436
Waterland	10 740	6 657
Eemland	10 246	7 214
Amsterdam-Rijnkanaal	134 682	100 425
Alblasserwaard	27 760	21 779
Zeekleigebieden		
Groningsboezem	125 735	107 292
West-Friesland	23 371	20 063
Noordoostpolder	46 984	42 127
Flevopolders	96 127	57 359
Amstelmeerboezem	13 036	10 595
Schieland	13 599	10 542
Land van Altena	20 847	17 539
Eiland van Dordrecht	5 440	4 589
Hoekse Waard	28 760	24 273
Voorne-Putten	17 880	14 022
IJsselmonde	12 160	10 306
Goeree-Overflakkee	14 864	12 532
West-Brabant	35 594	29 247
Overgangen veenweide/zeeklei		
Frieslandsboezem	300 838	254 844
Schermerboezem	102 602	80 757
Rijnland	88 177	58 923
Delfland	40 692	24 012
Dongestroom	10 169	7 471
Rivierkleigebieden		
Lingeboezem	86 988	71 656
Bommelerwaard	15 768	12 750
Land van Maas en Waal	24 817	18 393
De Maaskant	16 779	12 735

	Totale oppervlakte	Cultuurgrond
Zandgebieden		
Drentse boezem	122 470	92 366
Veenmarken	8 562	6 186
Ommerkanaal	8 197	6 357
Salland	26 779	20 904
Schipbeek	4 273	3 153
Berkel	7 019	5 020
Linker IJsseloevers	19 627	11 266
Gelderse Vallei	2 385	1 374
Maas- en Diezepolders	9 661	6 361
Lollebeek en Astense Aa	30 389	19 878

De totale oppervlakte en de oppervlakte cultuurgrond in de gebieden
 zonder wateraanvoer (ha)

	Totale oppervlakte	Cultuurgrond
Zeekleigebieden		
Noord-Groningen	38 725	32 730
Zuidwestelijk zeekleigebied	189 568	163 567
Wieringermeer	18 933	17 359
Zandgebieden		
Noordelijk zandgebied	243 240	194 110
Gaasterland	4 441	3 129
Achterhoek en Twente	380 457	289 068
Veluwe en Utrechtse Heuvelrug	254 992	110 367
Zuidelijk zandgebied	544 288	365 884
Lössgebied		
Zuid-Limburg	69 011	46 908
Havengebieden		
Amsterdam	20 542	5 205
Rotterdam	22 171	1 340
Duinen en kwelders	21 520	-

Bijlage 3

Het bodemgebruik in de gebieden met wateraanvoer, uitgedrukt als
 percentage van de oppervlakte cultuurgrond (%)

	Akkerbouw	Grasland	Glas- tuinbouw	Voll. tuinbouw
Veenweidegebieden				
Vollenhove	1	99	0	0
West-Overijssel	3	97	0	0
Waterland	0	100	0	0
Eemland	1	98	0	1
Amsterdam-Rijnkanaal	4	91	0	5
Alblasserwaard	1	98	0	1
Zeekleigebieden				
Groningsboezem	47	52	0	1
West-Friesland	6	63	0	31
Noordoostpolder	67	19	0	14
Flevopolders	83	9	0	8
Amstelmeerboezem	57	28	0	15
Schieland	41	48	4	7
Land van Altena	46	42	0	12
Eiland van Dordrecht	72	17	0	11
Hoekse Waard	72	17	0	11
Voorne-Putten	47	44	1	8
IJsselmonde	44	22	2	32
Goeree-Overflakkee	69	9	0	22
West-Brabant	62	23	0	15
Overgangen veenweide/zeeklei				
Frieslandsboezem	9	90	0	1
Schermerboezem	13	76	0	11
Rijnland	33	50	2	15
Delfland	7	68	20	5
Dongestroom	30	64	0	6

	Akkerbouw	Grasland	Glas- tuinbouw	Voll. tuinbouw
Rivierkleigebieden				
Lingeboezem	10	74	1	15
Bommelerwaard	11	79	1	9
Land van Maas en Waal	10	81	0	9
De Maaskant	23	75	0	2
Zandgebieden				
Drentse boezem	45	54	0	1
Veenmarken	89	10	0	1
Ommerkanaal	17	83	0	0
Salland	16	84	0	0
Schipbeek	16	84	0	0
Berkel	17	83	0	0
Linker IJsseloever	13	86	0	1
Gelderse Vallei	6	93	0	1
Maas- en Diezepolders	13	84	0	3
Lollebeek en Astense Aa	30	63	0	7

Bijlage 4

Het bodemgebruik in de gebieden zonder wateraanvoer, uitgedrukt als
 percentage van de oppervlakte cultuurgrond (%)

	Akkerbouw	Grasland	Glas- tuinbouw	Voll. tuinbouw
Zeekleigebieden				
Noord-Groningen	58	40	0	2
Zuidwestelijk zeeklei- gebied	76	14	0	10
Wieringermeer	79	16	0	5
Zandgebieden				
Noordelijk zandgebied	54	46	0	0
Gaasterland	0	100	0	0
Achterhoek en Twente	18	82	0	0
Veluwe en Utrechtse Heuvelrug	12	87	0	1
Zuidelijk zandgebied	32	61	0	7
Lössgebied				
Zuid-Limburg	45	47	0	8

Decade-afvoeren van Rijn, Waal, Nederrijn, IJssel en Maas in 1976
 (m³/sec). Bron: Rijkswaterstaat

Decade		Rijn	Waal	Nederrijn	IJssel	Maas	
		Lobith	Pannerden			Eijsden	Lith
Maart	I	1549	1127	144	278	154	207
	II	1265	972	26	267	111	164
	III	1187	915	26	246	116	168
April	I	1167	899	26	242	90	141
	II	1168	898	31	239	75	110
	III	1055	818	26	211	52	81
Mei	I	1147	885	25	237	51	76
	II	1141	880	26	235	36	62
	III	1210	930	26	254	46	64
Juni	I	1389	1042	74	273	33	52
	II	1333	1021	31	281	18	32
	III	1092	844	26	222	16	26
Juli	I	855	673	26	156	11	11
	II	836	659	26	151	16	7
	III	1149	885	27	237	28	38
Aug.	I	1466	1113	51	302	14	23
	II	1067	825	26	216	10	9
	III	913	715	26	172	10	3
Sept.	I	901	707	26	168	11	16
	II	990	769	26	195	17	18
	III	1172	902	26	244	15	28
Okt.	I	1081	835	26	220	20	36
	II	1094	845	26	223	14	30
	III	1032	799	26	206	19	27

Bijlage 6

Peil van Klein IJsselmeer, (cm-NAP. Bron: Rijkswaterstaat

	Mrt.	Apr.	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.
1	35	34	23	16	21	24	18	21
2	34	32	20	19	21	23	18	24
3	36	31	19	20	21	21	18	28
4	38	29	18	18	21	21	17	30
5	39	28	19	16	22	20	15	30
6	41	27	20	14	24	19	14	29
7	39	27	20	14	25	19	13	27
8	36	27	20	14	26	19	12	26
9	37	25	20	14	25	19	12	27
10	38	24	20	14	26	18	10	28
11	38	23	21	15	26	18	10	29
12	40	24	16	15	26	16	14	29
13	38	23	20	15	27	16	14	27
14	36	21	19	15	27	17	15	26
15	34	22	17	16	28	18	15	26
16	34	22	16	18	28	17	17	32
17	39	23	16	18	29	18	18	34
18	41	23	16	17	29	18	19	33
19	41	22	16	16	28	18	19	33
20	39	26	17	14	29	18	18	34
21	37	23	18	14	29	18	18	32
22	37	24	18	15	30	18	18	32
23	38	24	18	17	30	17	16	33
24	40	26	19	17	30	17	19	33
25	37	27	20	17	29	18	19	33
26	36	26	18	16	28	19	17	34
27	36	28	19	16	27	22	16	34
28	34	27	18	16	28	21	16	36
29	33	26	18	17	26	20	18	37
30	34	25	16	19	25	19	19	37
31	33		16		26	19		36
Gem.	37	26	18	16	26	19	16	31

Peil van het Markermeer, '(in cm-NAP). Bron: Rijkswaterstaat

	Mrt.	Apr.	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.
1	29	39	24	20	18	27	19	31
2	29	39	25	19	20	27	18	32
3	29	39	25	16	21	28	16	32
4	29	37	24	17	23	24	17	33
5	29	37	25	19	24	23	17	33
6	29	36	24	20	24	22	18	33
7	31	34	24	21	25	21	19	33
8	30	33	25	19	27	20	20	33
9	30	32	24	18	29	18	19	33
10	31	30	24	17	30	17	18	33
11	31	29	23	17	31	17	18	33
12	32	26	24	19	32	18	20	34
13	32	24	25	21	31	18	20	35
14	32	24	26	21	32	17	18	33
15	32	24	27	19	34	17	19	32
16	32	24	28	19	31	16	19	33
17	33	24	28	19	31	17	19	34
18	35	26	28	20	29	17	19	35
19	37	29	26	21	30	17	20	35
20	37	26	26	20	31	17	21	36
21	38	25	26	20	30	16	21	36
22	38	24	25	19	27	17	22	36
23	40	24	23	18	26	18	23	36
24	41	24	21	19	27	18	24	37
25	41	25	21	18	26	19	25	37
26	39	24	23	17	26	19	27	37
27	39	24	23	18	26	17	28	38
28	39	22	20	17	26	16	28	37
29	40	23	20	16	26	17	30	37
30	39	24	21	17	26	17	30	38
31	39		21		26	18		38
Gem.	34	28	24	19	27	19	21	35

Decade-waarden (mm) van de open waterverdamping E_o en van de neerslag N . Bron: KNMI

		Mrt.			April			Mei			Juni			Juli			Aug.			Sept.			Okt.		
De Kooij	E_o	12	13	20	20	24	31	34	39	36	42	40	60	60	40	43	39	42	39	24	16	14	11	9	6
	N	4	4	12	2	1	1	4	10	12	10	16	0	0	15	18	12	0	19	38	35	6	23	10	15
Leeuwarden	E_o	11	12	18	20	24	28	35	38	33	43	43	61	60	40	40	33	40	38	20	15	14	10	8	5
	N	6	2	14	2	1	2	7	12	23	7	18	1	0	10	26	15	0	14	37	13	8	21	3	8
Eelde	E_o	12	13	20	22	27	31	37	40	34	42	44	58	63	38	38	31	41	38	21	18	14	9	7	5
	N	7	2	17	4	0	2	7	14	26	16	20	1	0	15	24	18	0	12	28	13	16	24	12	4
Hoorn	E_o	14	14	23	23	29	34	40	43	41	48	46	63	66	42	42	37	40	41	23	18	15	13	12	7
	N	7	7	13	3	1	1	4	5	7	5	19	2	0	12	27	13	0	12	47	31	14	23	8	13
Lelystad	E_o	13	14	19	22	28	34	36	40	44	49	45	61	66	41	48	37	41	45	26	17	15	12	9	6
	N	9	4	16	4	0	2	7	9	14	4	21	4	0	10	24	12	4	9	35	15	17	17	6	7
Dedemsvaart	E_o	11	14	21	21	29	30	38	38	35	43	42	60	64	37	36	31	38	38	20	17	14	12	9	5
	N	9	3	18	7	1	0	8	14	35	7	20	11	0	17	28	11	10	11	23	9	22	20	12	4
Naaldwijk	E_o	14	13	24	23	28	34	41	43	42	49	44	65	66	44	45	42	43	46	28	18	16	14	11	7
	N	6	14	12	3	2	1	4	6	10	9	23	6	0	4	26	9	0	7	50	31	15	29	14	10
De Bilt	E_o	12	13	19	20	30	31	40	39	38	45	43	65	66	40	35	35	41	43	21	18	17	12	9	6
	N	7	7	20	6	0	1	5	13	18	9	18	14	0	17	27	12	7	9	28	12	16	17	10	5
Winterswijk	E_o	12	14	20	20	31	31	42	40	38	44	43	64	66	38	36	38	40	40	20	18	16	11	9	6
	N	5	5	17	7	0	0	7	14	27	9	12	10	1	22	20	10	4	7	20	9	21	20	11	3
Andel	E_o	14	14	22	22	30	33	42	40	39	46	46	68	67	41	37	38	43	46	22	18	16	12	11	7
	N	5	11	16	5	2	0	4	11	16	8	14	12	0	12	18	6	4	7	34	21	14	21	13	7
Vlissingen	E_o	15	12	23	23	28	34	41	43	43	48	46	64	65	44	47	43	47	50	30	19	16	16	13	7
	N	5	23	11	2	5	1	3	6	12	4	15	6	0	6	17	7	0	9	44	40	11	31	14	8
Oudenbosch	E_o	14	13	24	23	30	34	44	42	42	48	46	65	66	42	39	40	45	46	24	18	17	13	10	6
	N	4	17	17	3	3	1	7	9	17	4	13	8	0	9	27	7	0	8	36	37	10	24	16	9
Gemert	E_o	13	13	23	20	31	33	42	42	40	44	45	66	70	40	36	39	44	40	22	18	15	14	10	6
	N	3	10	16	5	1	0	7	13	20	7	10	6	0	18	15	10	1	12	28	16	21	19	18	4
Venlo	E_o	12	14	22	22	33	32	45	43	38	44	47	68	70	43	37	39	43	43	21	19	17	15	11	7
	N	2	8	13	8	1	0	8	13	24	8	5	3	0	22	29	12	1	11	23	10	22	18	17	3
Beek	E_o	12	13	23	22	30	30	43	41	38	42	50	68	66	43	35	35	41	41	23	20	17	15	11	7
	N	2	7	17	8	2	6	6	18	22	15	1	3	0	20	43	10	1	9	33	13	29	18	12	4

Bijlage 8

Het gedeelte van de oppervlakte cultuurgrond, dat beregend en be-
 vloed is in de gebieden met wateraanvoer; alsook het deel van het
 beregende en bevoeide areaal, dat met oppervlaktewater is behandeld
 (beide in %)

	Berekening		Bevloeïing	
	cultuur- grond	oppervl. water	cultuur- grond	oppervl. water
Veenweidegebieden				
Vollenhove	10	97	14	100
West-Overijssel	8	81	6	100
Waterland	5	99	3	100
Eemland	1,5	87	1,8	98
Amsterdam-Rijnkanaal	10	95	3	96
Alblasserwaard	3	100	6	100
Zeekleigebieden				
Groningsboezem	3	99	0,2	100
West-Friesland	47	99	0,5	100
Noordoostpolder	33	97	0,7	100
Flevopolders	-	-	-	-
Amstelmeerboezem	33	99	0,2	100
Schieland	9	97	0,6	100
Land van Altena	14	99	0,1	100
Eiland van Dordrecht	7	100	0,5	100
Hoekse Waard	14	100	0,4	100
Voorne-Putten	7	100	0,0	100
IJsselmonde	18	97	0,0	100
Goeree-Overflakkee	5	100	0,1	100
West-Brabant	16	78	0,2	98
Overgangen veenweide/zeeklei				
Frieslandsboezem	6	99	3	100
Schermerboezem	20	97	1,7	90
Rijnland	11	98	1,5	100
Delfland	9	99	0,2	100
Dongestroom	8	79	0,1	100

	Berekening		Bevloeiing	
	cultuur- grond	oppervl. water	cultuur- grond	oppervl. water
Rivierkleigebieden				
Lingeboezem	23	88	7	91
Bommelerwaard	33	87	11	99
Land van Maas en Waal	23	80	7	92
De Maaskant	11	83	3	100
Zandgebieden				
Drentse boezem	1,5	60	2,0	94
Veenmarken	-	-	-	-
Ommerkanaal	-	-	-	-
Salland	13	40	0,4	90
Schipbeek	-	-	-	-
Berkel	-	-	-	-
Linker IJsseloevers	9	43	0,4	85
Gelderse Vallei	-	-	-	-
Maas en Diezepolders	21	86	0,1	100
Lollebeek en Astense Aa	19	27	0,1	68

Het gedeelte van de oppervlakte cultuurgrond, dat beregend en be-
 vloed is in de gebieden zonder wateraanvoer; alsook het gedeelte van
 het beregende en bevoeide areaal, dat met oppervlaktewater is behan-
 deld (beide in %)

	Berekening		Bevloeiing	
	cultuur- grond	oppervl. water	cultuur- grond	oppervl. water
Zeekleigebieden				
Noord-Groningen	1,8	100	0,1	100
ZW-zeekleigebied	0	86	0,1	61
Wieringermeer	-	-	-	-
Zandgebieden				
Noordelijk zandgebied	1,7	72	0,9	94
Gaasterland	-	-	-	-
Achterhoek en Twente	7	16	0,1	81
Veluwe en Utrechtse Heuvelrug	5	52	1,3	95
Zuidelijk zandgebied	12	21	0,5	73
Lössgebied				
Zuid-Limburg	0,8	46	0,9	92
Havengebieden				
Amsterdam	-	-	-	-
Rotterdam	-	-	-	-

Voor oppervlakte- en grondwater, dat in de gebieden met aanvoer voor berekening is aangewend: het aandeel in de totale hoeveelheid (%), de gemiddelde seizoengift (mm) en de aangewende hoeveelheid (10^6 m^3)

	Oppervlaktewater			Grondwater		
	aandeel	seizoen- gift	hoeveel- heid	aandeel	seizoen- gift	hoeveel- heid
Veenweidegebieden						
Vollenhove	97	229	4,0	3	230	0,1
West-Overijssel	80	325	8,1	20	361	2,0
Waterland	99	228	0,7	1	200	0,0
Eemland	80	226	0,2	20	371	0,1
Amsterdam-Rijnkanaal	92	326	31,7	8	484	2,6
Alblasserwaard	100	170	1,1	0	-	0,0
Zeekleigebieden						
Groningsboezem	99	157	4,2	1	193	0,1
West-Friesland	99	248	23,3	1	256	0,2
Noordoostpolder	97	105	14,3	3	103	0,5
Flevopolders	90	114	3,6	10	117	0,4
Amstelmeerboezem	99	134	4,6	1	120	0,0
Schieland	97	147	1,5	3	142	0,0
Land van Altena	98	232	5,5	2	306	0,1
Eiland van Dordrecht	100	139	0,5	0	-	0,0
Hoekse Waard	100	100	4,3	0	-	0,0
Voorne-Putten	100	162	1,6	0	-	0,0
IJsselmonde	96	245	4,4	4	328	0,2
Goeree-Overflakkee	100	98	0,6	0	-	0,0
West-Brabant	64	201	7,2	36	404	4,1
Overgangen veenweide/zeeklei						
Frieslandsboezem	98	180	29,0	2	270	0,6
Schermerboezem	97	210	33,2	3	226	1,0
Rijnland	97	203	12,4	3	296	0,4
Delfland	99	195	4,3	1	205	0,0
Dongestroom	76	281	1,4	24	340	0,4

	Oppervlaktewater			Grondwater		
	aandeel	seizoen- gift	hoeveel- heid	aandeel	seizoen- gift	hoeveel- heid
Rivierkleigebieden						
Lingeboezem	87	327	46,9	13	369	7,1
Bommelerwaard	87	368	13,3	13	346	1,9
Land van Maas en Waal	83	389	13,3	17	309	2,7
De Maaskant	80	395	4,6	20	463	1,1
Zandgebieden						
Drentse boezem	60	203	1,7	40	201	1,1
Veenmarken	-	-	0,3	-	-	0,0
Ommerkanaal	-	-	0,3	-	-	0,6
Salland	39	370	3,8	61	385	6,1
Schipbeek	-	-	0,1	-	-	1,9
Berkel	-	-	0,4	-	-	3,8
Linker IJsseloevers	44	341	1,4	56	336	1,9
Gelderse Vallei	-	-	0,0	-	-	0,0
Maas- en Dieze polders	86	433	5,1	14	443	0,8
Lollebeek en Astense Aa	27	507	5,0	73	501	13,6

Voor oppervlakte- en grondwater, dat in gebieden zonder aanvoer voor berekening is aangewend: het aandeel in de totale hoeveelheid (%), de gemiddelde seizoengift (mm) en de aangewende hoeveelheid (10^6 m^3)

	Oppervlaktewater			Grondwater		
	aandeel	seizoen- gift	hoeveel- heid	aandeel	seizoen gift	hoeveel- heid
Zeekleigebieden						
Noord-Groningen	99	109	0,6	1	350	0,0
ZW-zeekleigebied	82	145	0,6	18	196	0,1
Wieringermeer	99	157	4,7	1	132	0,1
Zandgebieden						
Noordelijk zandgebied	72	188	4,5	28	193	1,8
Gaasterland	-	-	1,2	-	-	0,0
Achterhoek en Twente	13	260	8,3	87	332	54,1
Veluwe en Utrechtse Heuvelrug	48	326	10,2	52	375	10,8
Zuidelijk zandgebied	19	428	38,2	81	493	166,6
Lössgebied						
Zuid-Limburg	34	237	0,4	66	384	0,8
Havengebieden						
Amsterdam	-	-	0,2	-	-	0,1
Rotterdam	-	-	0,1	-	-	0,0

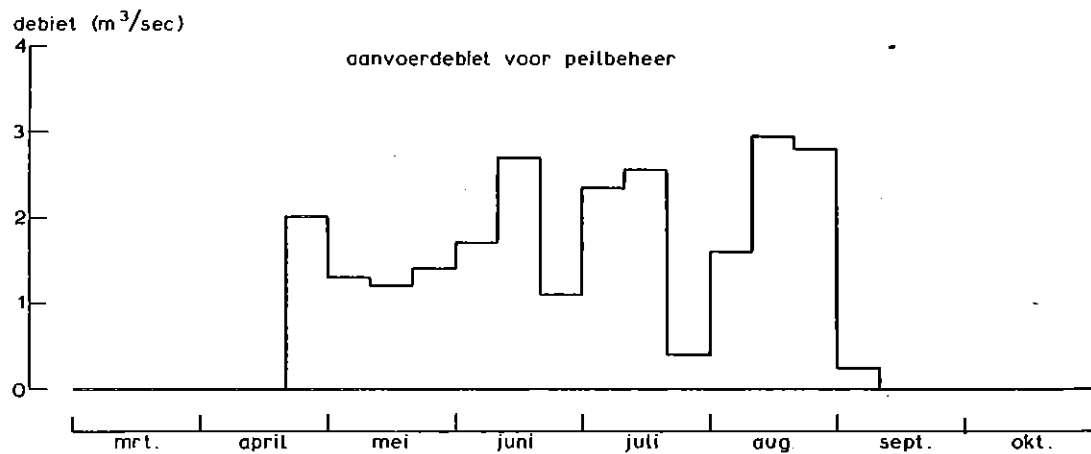
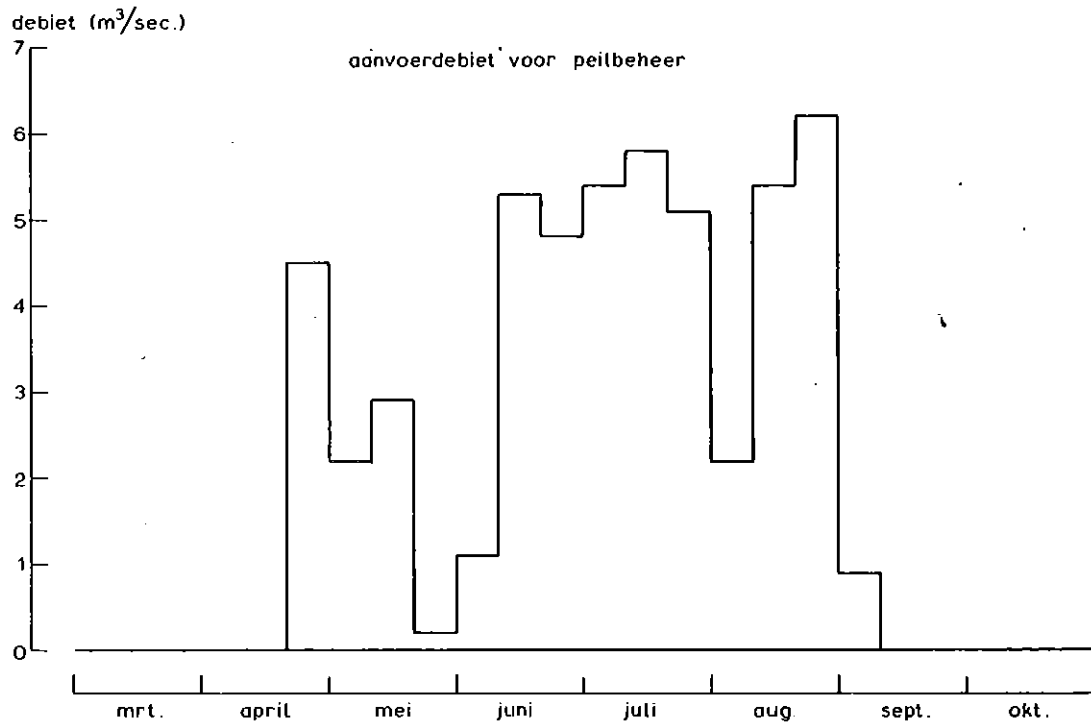
Voor oppervlakte- en grondwater, dat in de gebieden met aanvoer voor bevoeding is aangewend: het aandeel in de totale hoeveelheid (%), de gemiddelde seizoen-gift (mm) en de aangewende hoeveelheid (10^6 m^3)

	Oppervlaktewater			Grondwater		
	aandeel	seizoen-gift	hoeveelheid	aandeel	seizoen-gift	hoeveelheid
Veenweidegebieden						
Vollenhove	100	362	9,4	0	-	0,0
West-Overijssel	100	284	7,0	0	-	0,0
Waterland	100	254	0,5	0	-	0,0
Eemland	98	165	0,2	2	200	0,0
Amsterdam-Rijnkanaal	94	262	7,4	6	461	0,5
Alblasserwaard	100	224	2,7	0	-	0,0
Zeekleigebieden						
Groningsboezem	100	142	0,4	0	-	0,0
West-Friesland	100	214	0,2	0	-	0,0
Noordoostpolder	100	141	0,4	0	-	0,0
Flevopolders	100	137	0,2	0	-	0,0
Amstelmeerboezem	100	316	0,1	0	-	0,0
Schieland	100	369	0,2	0	-	0,0
Land van Altena	100	138	0,0	0	-	0,0
Eiland van Dordrecht	100	182	0,0	0	-	0,0
Hoekse Waard	100	247	0,2	0	-	0,0
Voorne-Putten	100	1350	0,1	0	-	0,0
IJsselmonde	100	267	0,0	0	-	0,0
Goeree-Overflakkee	100	667	0,1	0	-	0,0
West-Brabant	97	319	0,2	3	500	0,0
Overgangen veenweide/zeeklei						
Frieslandsboezem	100	307	22,8	0	459	0,1
Schermerboezem	85	197	2,4	15	305	0,4
Rijnland	100	344	3,1	0	-	0,0
Delfland	100	280	0,1	0	-	0,0
Dongestroom	100	667	0,1	0	-	0,0

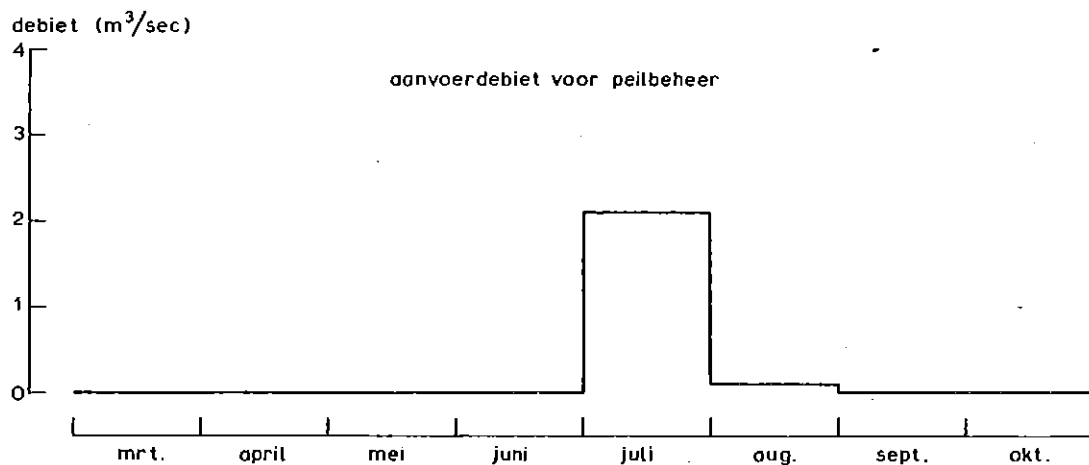
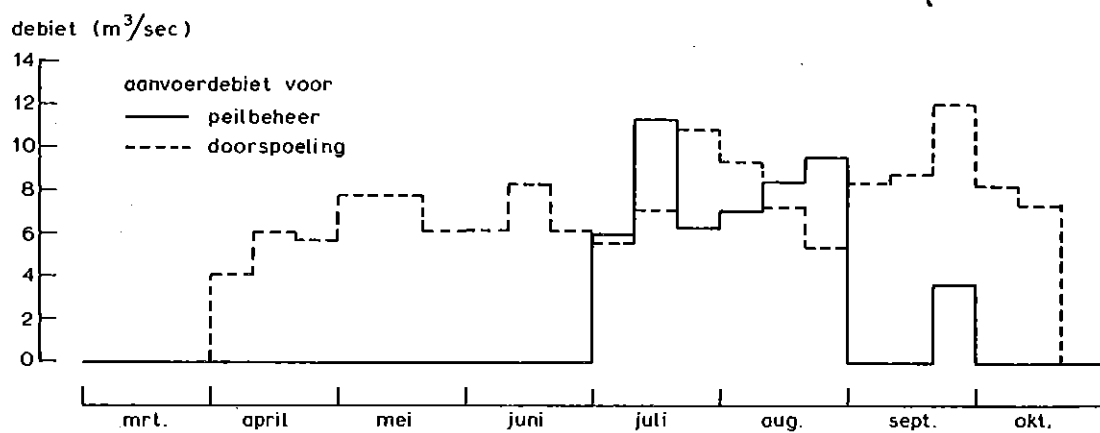
	Oppervlaktewater			Grondwater		
	aandeel	seizoen- gift	hoeveel- heid	aandeel	seizoen- gift	hoeveel- heid
Rivierkleigebieden						
Lingeboezem	91	497	21,2	9	483	2,2
Bommelerwaard	99	494	7,1	1	490	0,1
Land van Maas en Waal	92	310	3,7	8	336	0,3
De Maaskant	100	442	1,6	0	-	0,0
Zandgebieden						
Drentse boezem	93	141	2,5	7	158	0,2
Veenmarken	-	-	0,0	-	-	0,0
Ommerkanaal	-	-	0,0	-	-	0,0
Salland	87	282	0,3	13	378	0,0
Schipbeek	-	-	0,0	-	-	0,0
Berkel	-	-	0,0	-	-	0,0
Linker IJsseloevers	82	206	0,1	18	267	0,0
Gelderse Vallei	-	-	0,0	-	-	0,0
Maas- en Diezepolders	100	250	0,0	0	-	0,0
Lollebeek en Astense Aa	60	165	0,0	40	238	0,0

Voor oppervlakte- en grondwater, dat in de gebieden zonder aanvoer voor bevoeding is aangewend: het aandeel in de totale hoeveelheid (%), de gemiddelde seizoengift (mm) en de aangewende hoeveelheid (10^6 m^3)

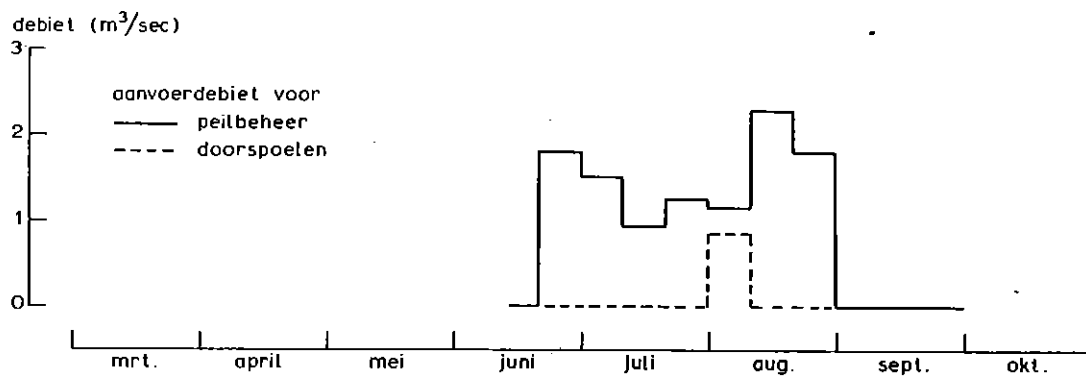
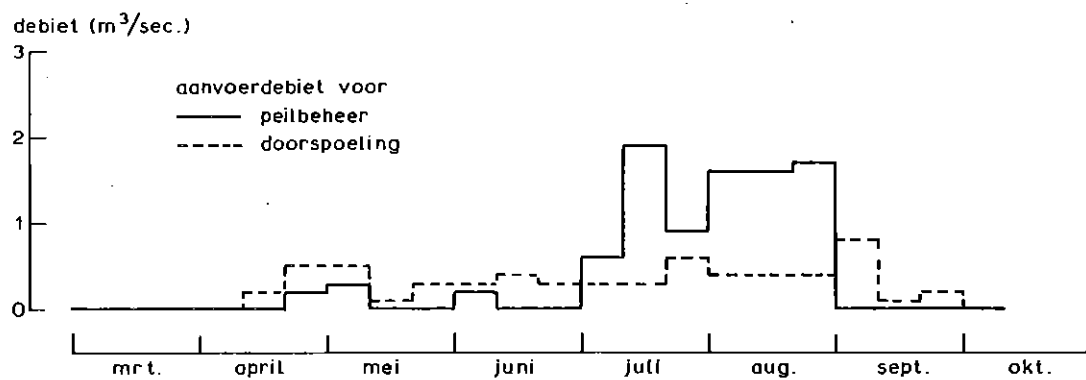
	Oppervlaktewater			Grondwater		
	aandeel	seizoen- gift	hoeveel- heid	aandeel	seizoen- gift	hoeveel- heid
Zeekleigebieden						
Noord-Groningen	100	93	0,0	0	-	0,0
ZW-zeekleigebied	57	148	0,2	43	174	0,1
Wieringermeer	100	441	0,2	0	-	0,0
Zandgebieden						
Noordelijk zandgebied	96	227	3,6	4	154	0,2
Gaasterland	-	-	0,8	0	-	0,0
Achterhoek en Twente	70	111	0,2	30	209	0,1
Veluwe en Utrechtse Heuvelrug	93	244	3,4	7	383	0,2
Zuidelijk zandgebied	70	234	2,8	30	273	1,3
Lössgebied						
Zuid-Limburg	92	195	0,8	8	212	0,0
Havengebieden						
Amsterdam	-	-	0,0	-	-	0,0
Rotterdam	-	-	0,0	-	-	0,0



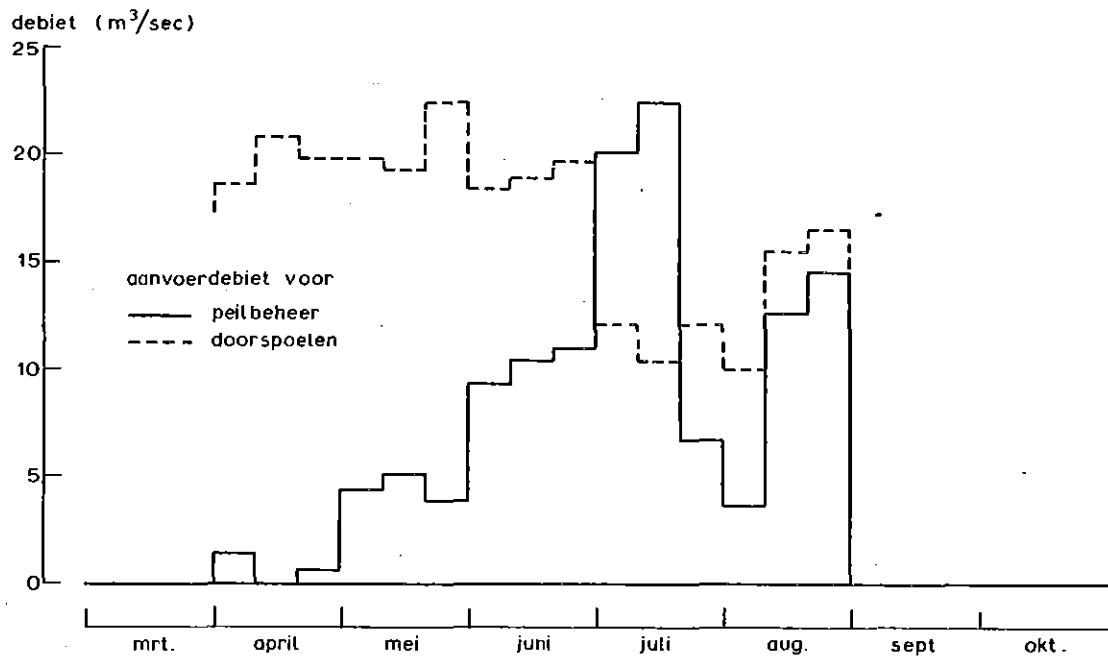
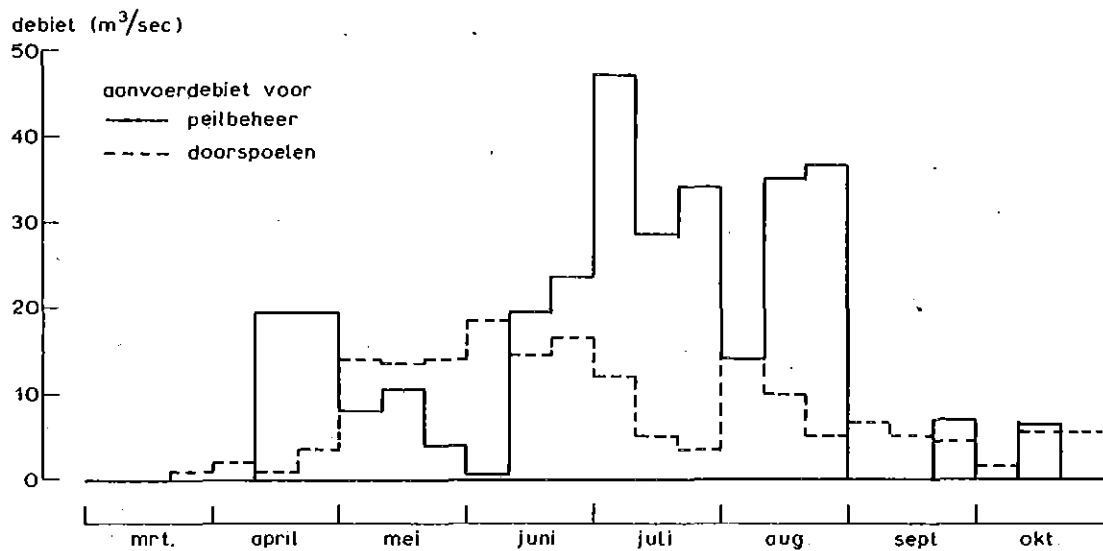
Bijl. 15. De aanvoer naar Vollenhove in 1976. De aanvoer naar een deel (35%) van de Alblasserwaard in 1976



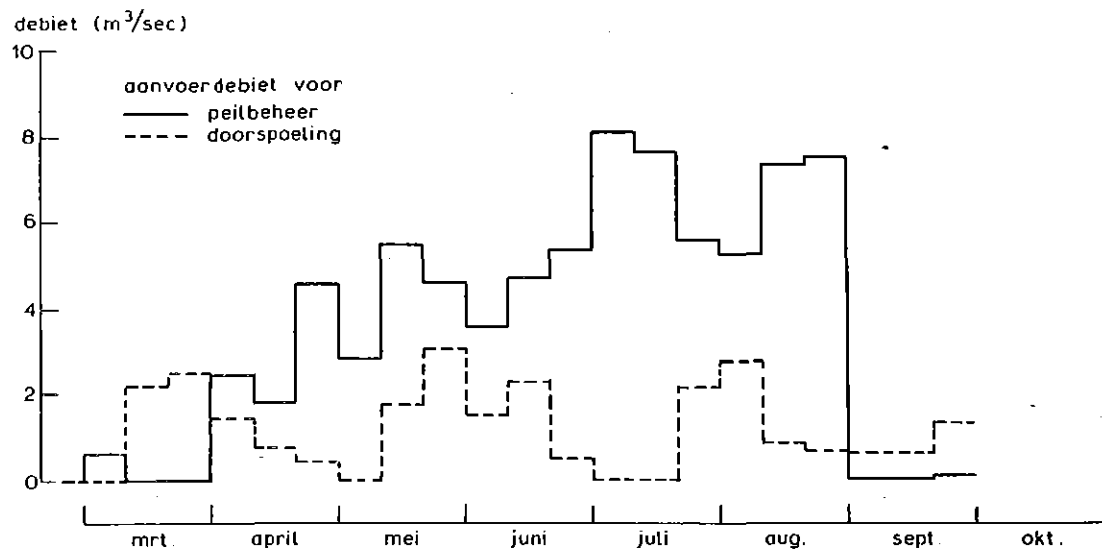
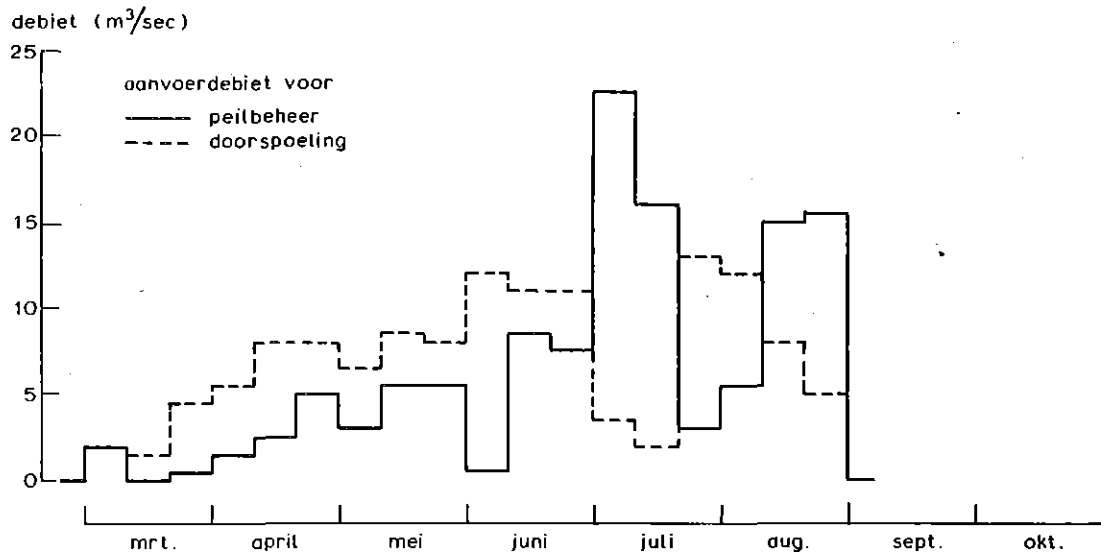
Bijl. 16. De aanvoer naar Gronings boezem in 1976. De aanvoer naar de Noordoostpolder in 1976



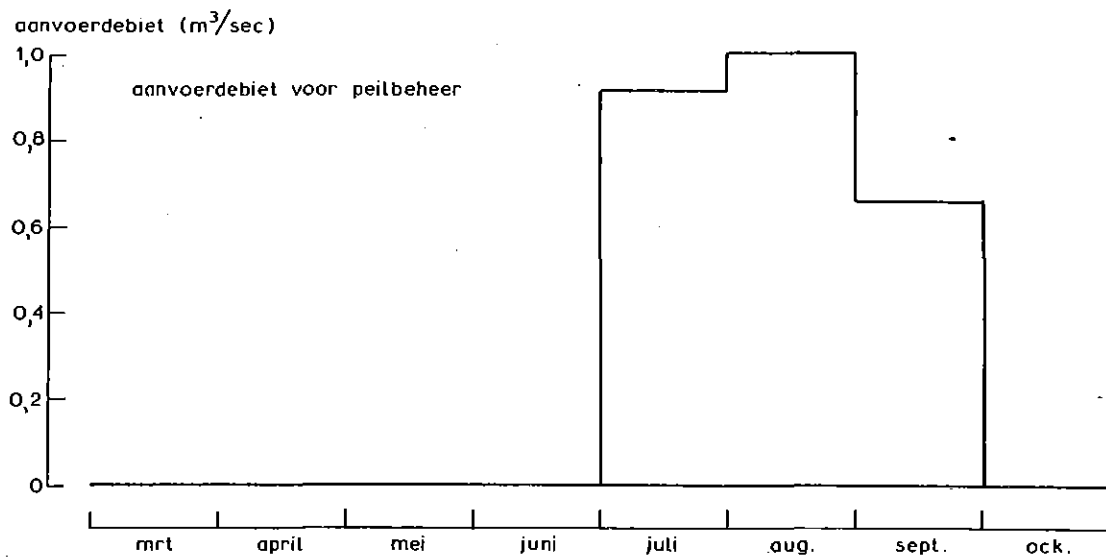
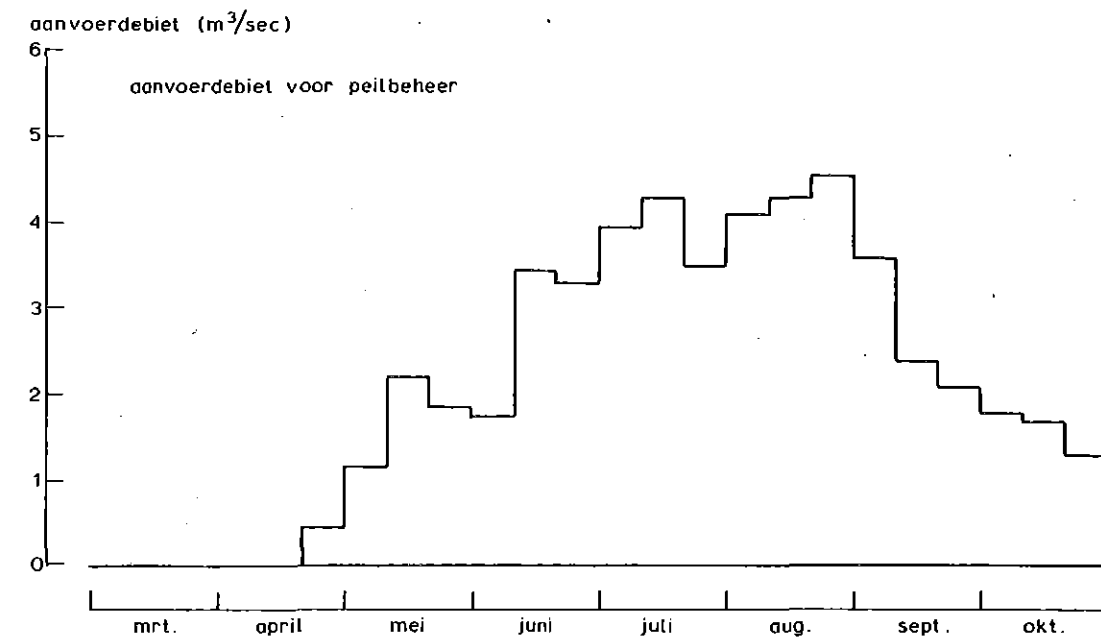
Bijl. 17. De aanvoer naar Schieland in 1976. De aanvoer naar een deel (45%) van West-Brabant in 1976



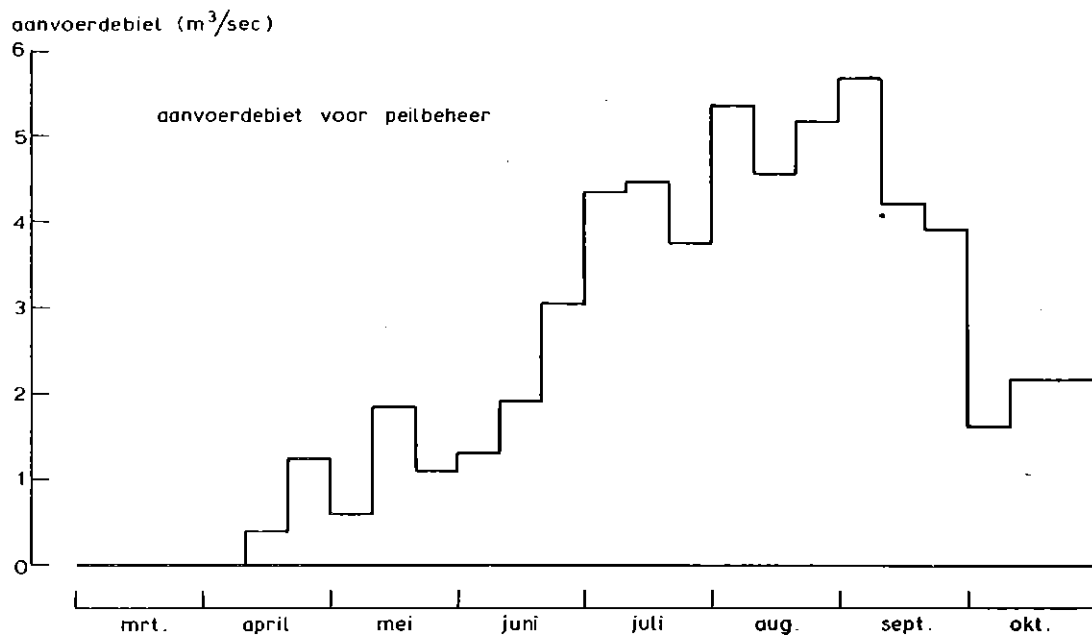
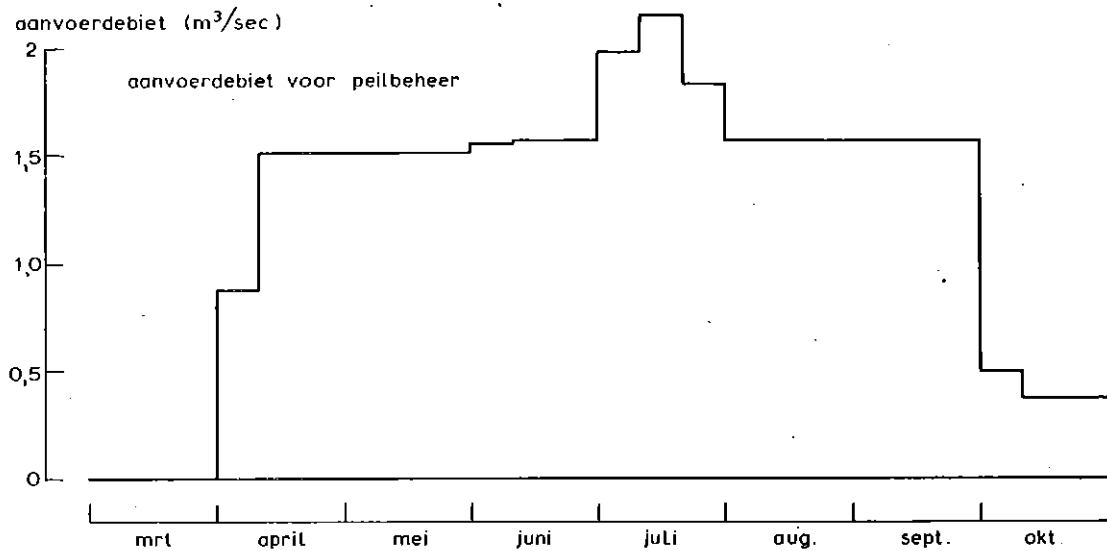
Bijl. 18. De aanvoer naar Frieslands boezem in 1976. De aanvoer naar Schermerboezem in 1976



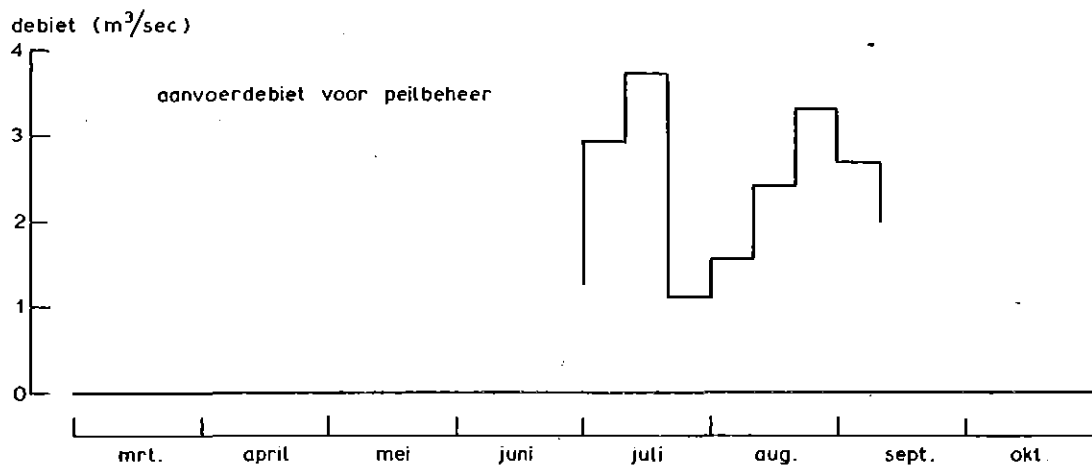
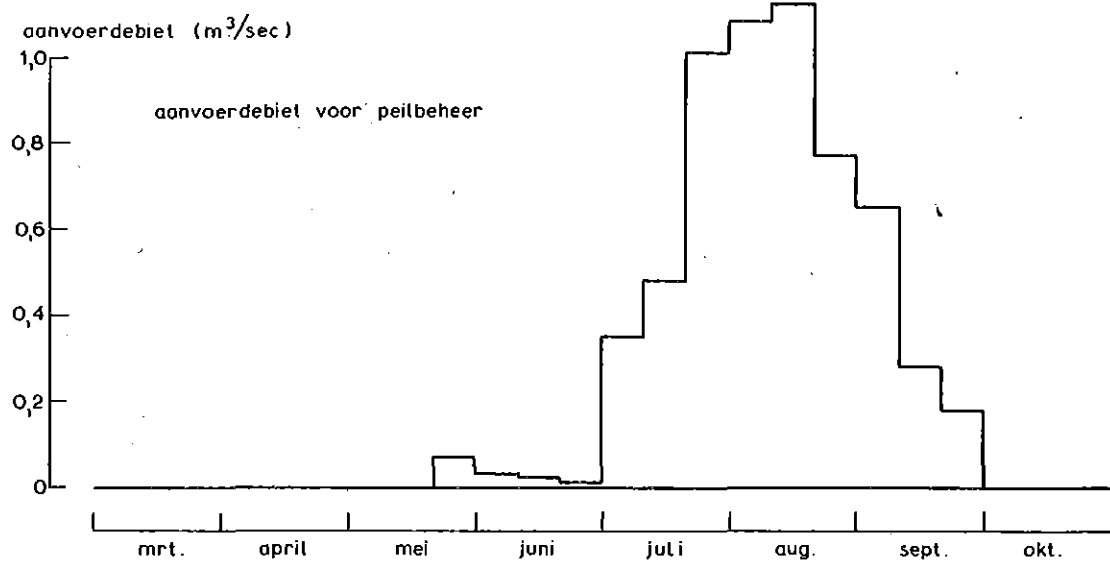
Bijl. 19. De aanvoer naar Rijnland in 1976. De aanvoer naar Delfland in 1976



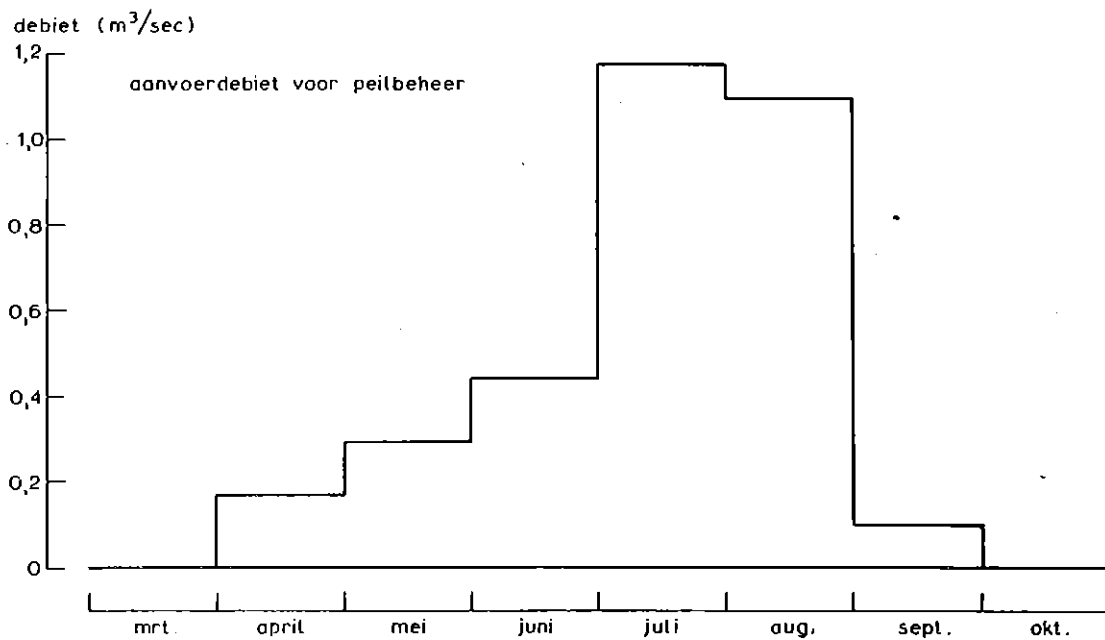
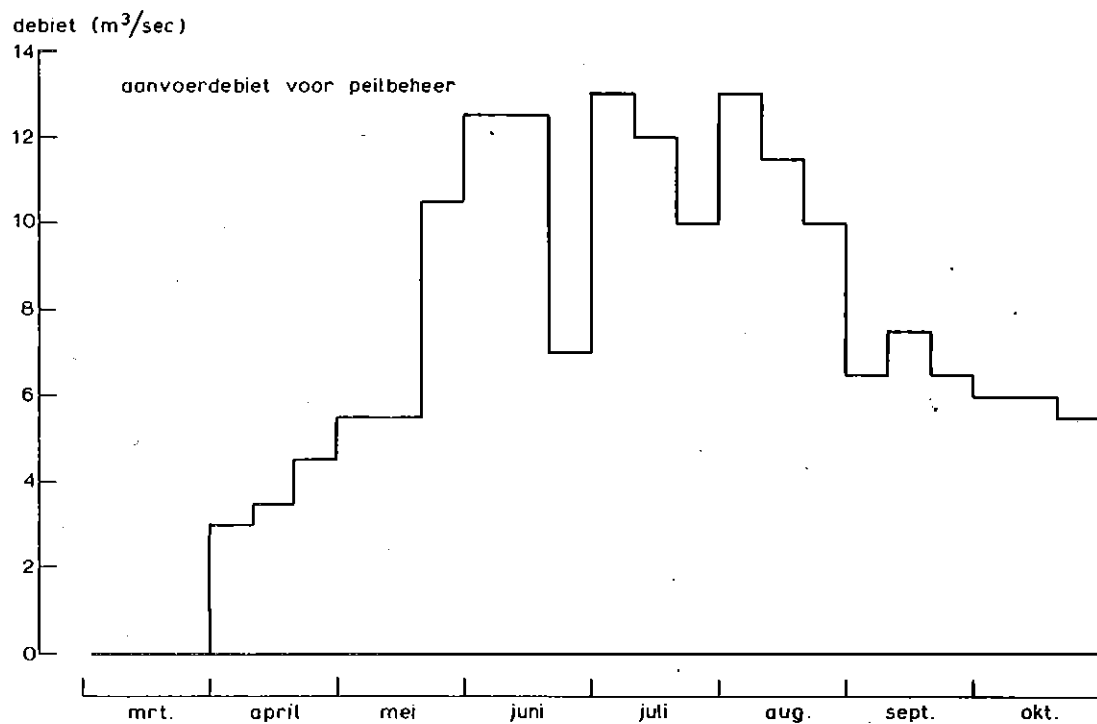
Bijl. 20. De aanvoer naar Salland in 1976. De aanvoer naar de Berkel in 1976



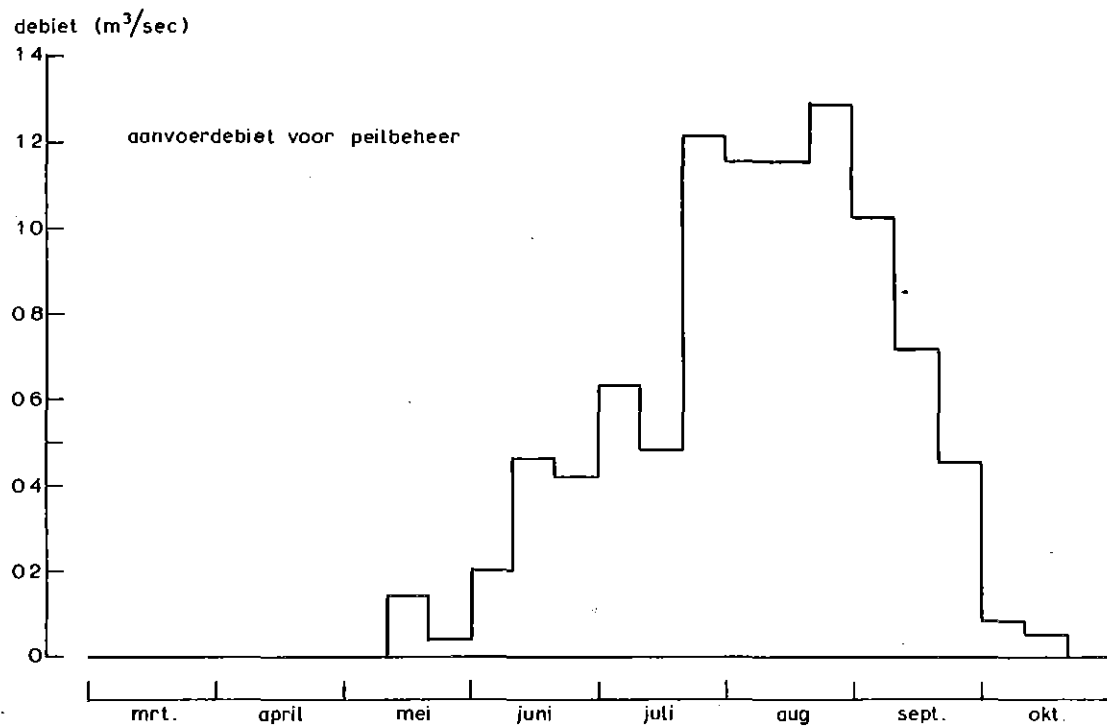
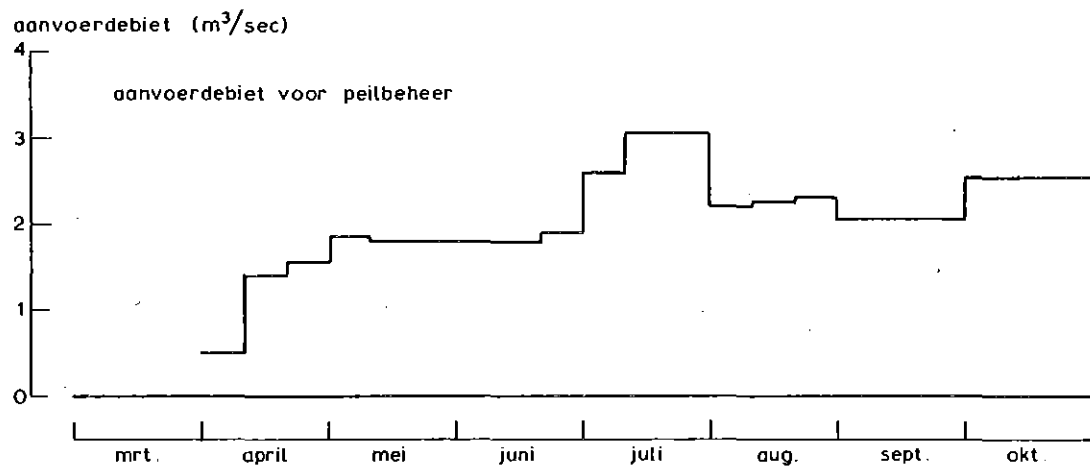
Bijl. 21. De aanvoer naar het Land van Maas en Waal in 1976. De aanvoer naar de Drentse boezem in 1976



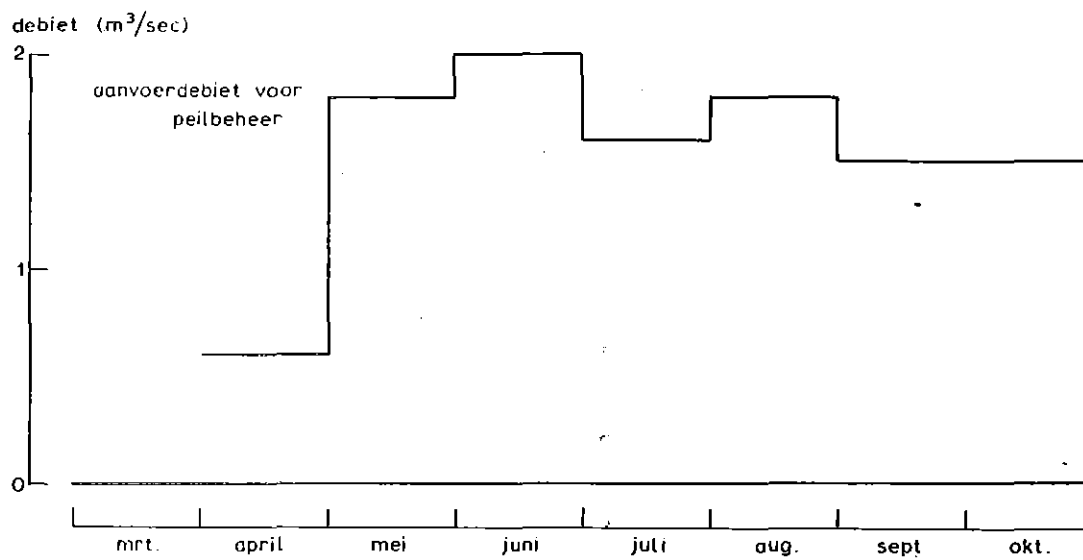
Bijl. 22. De aanvoer naar Veenmarken in 1976. De aanvoer naar Ommerka-
naal in 1976



Bijl. 23. De aanvoer naar Lingeboezem in 1976. De aanvoer naar een deel (30%) van de Bommelerwaard in 1976



Bijl. 24. De aanvoer naar de Gelderse Vallei in 1976. De aanvoer naar Linker IJsseloever in 1976



Bijl. 25. De aanvoer naar Lollebeek en Astense Aa in 1976

Waarden voor het restgebruik Q_{rest}

	Brede wateren ha	Cultuur- grond ha	Factor l-b-c-d %	Restgebruik	
				q _{rest} mm	Q _{rest} 10 ⁶ m ³
Veenweidegebieden					
Vollenhove	3 178	18 267	76	-	31,7
West-Overijssel	2 445	40 436	86	150	55,8
Waterland	1 289	6 657	92	100	7,4
Eemland	512	7 214	97	226	17,0
Amsterdam-Rijnkanaal	6 734	100 425	87	150	141,2
Alblasserwaard	1 388	21 779	91	-	56,6
Zeekleigebieden					
Groningsboezem	3 269	107 292	97	-	38,9
West-Friesland	608	20 063	52	42	4,6
Noordoostpolder	1 222	42 127	66	0	0
Flevopolders	2 499	57 359	-	0	0
Amstelmeerboezem	339	10 595	67	42	3,1
Schieland	354	10 542	83	-	3,5
Land van Altena	542	17 539	86	42	6,6
Eiland van Dordrecht	141	4 589	92	42	1,8
Hoekse Waard	748	24 273	86	42	9,1
Voorne-Putten	465	14 022	93	42	5,7
IJsselmonde	316	10 306	82	42	3,7
Goeree-Overflakkee	386	12 532	95	42	5,2
West-Brabant	925	29 247	84	-	13,8
Overgangen veenweide/zeeklei					
Frieslandsboezem	16 245	254 844	91	-	213,7
Schermerboezem	5 541	80 757	78	-	75,5
Rijnland	4 762	58 923	85	-	79,7
Delfland	2 197	24 012	71	-	30,8
Dongestroom	549	7 471	92	125	9,3

	Brede wateren ha	Cultuur- grond ha	Factor l-b-c-d %	Restverbruik	
				q _{rest} mm	Q _{rest} 10 ⁶ m ³
Rivierkleigebieden					
Lingeboezem	4 610	71 656	69	-	45,5
Bommelerwaard	836	12 750	55	-	6,7
Land van Maas en Waal	1 315	18 393	70	-	4,0
De Maaskant	889	12 735	86	66	7,8
Zandgebieden					
Drentse boezem	1 715	92 366	96	-	30,0
Veenmarken	120	6 186	96	-	4,1
Ommerkanaal	115	6 357	-	-	13,3
Salland	375	20 904	87	-	30,3
Schipbeek	60	3 153	-	-	10,6
Berkel	98	5 020	89	-	4,9
Linker IJsseloevers	275	11 266	91	-	4,9
Gelderse Vallei	33	1 374	-	-	26,4
Maas- en Diezepolders	135	6 361	79	165	8,5
Lollebeek en Astense Aa	425	19 878	81	-	15,6