

32/446(235) 2<sup>e</sup> ex.

**BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW**

**Effect van de gietwatervoorziening en teeltmethode op de water-  
behoefte en de nutriëntenemissie van de glastuinbouw in het Zuid-  
hollands Glasdistrict**

**Modelberekeningen voor de bestaande en toekomstige situatie**

**Ph. Hamaker**

**Rapport 235**

**DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1992**



**16 JUNI 1993**

580805

## REFERAAT

Hamaker, Ph., 1992. *Effect van de gietwatervoorziening en teeltmethode op de waterbehoefte en de nutriëntenemissie van de glastuinbouw in het Zuidhollands Glasdistrict; modelberekeningen voor de bestaande en toekomstige situatie*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 235; 113 blz.; 16 fig.; 30 tab.

De glastuinbouw in het Zuidhollands Glasdistrict draagt in belangrijke mate bij tot de nutriëntenbelasting van het grond- en oppervlaktewater. De belasting kan sterk worden beperkt door in gesloten systemen te telen, met hergebruik (recirculatie) van het drainagewater. Voorwaarde is de beschikbaarheid van natriumarm gietwater. Het onderzoek is gericht op het kwantificeren van de gietwaterbehoefte en van de emissies van stikstof en fosfaat in relatie tot de gietwatervoorziening. Hiertoe is een methodiek ontwikkeld om berekeningen op bedrijfs- en gebieds-niveau uit te voeren voor de bestaande situatie en verschillende scenario's voor de toekomstige gietwatervoorziening. De methodiek is toegepast op de glastuinbouw in het Westland (ca. 3300 ha glas) en in de Kring (ca. 1200 ha glas). De berekeningen geven aan dat de emissies van stikstof en fosfaat op gebiedsniveau met 80 à 90% kunnen worden verminderd onder voorwaarde dat:

- de glastuinbouw vrijwel volledig los van de grond wordt uitgeoefend;
- de teelten in gesloten systemen plaatsvinden, met hergebruik (recirculatie) van drainagewater;
- (drink)water met een natriumconcentratie van  $0,5 \text{ mmol.l}^{-1}$  beschikbaar is dat al dan niet in combinatie met regenwater wordt gebruikt.

Trefwoorden: glastuinbouw, (giet)watervoorziening, (giet)waterkwaliteit, nutriëntenemissie, gesloten teeltsysteem, hergebruik van drainagewater, recirculatie.

ISSN 0927-4499

©1993 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)  
Postbus 125, 6700 AC Wageningen  
Tel.: 08370-74200; telefax: 08370-24812; telex: 75230 VISI-NL

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

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

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

## INHOUD

|                                                                                                                     | Blz. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| WOORD VOORAF                                                                                                        | 11   |
| SAMENVATTING                                                                                                        | 13   |
| 1 INLEIDING                                                                                                         | 21   |
| 2 METHODE VAN ONDERZOEK                                                                                             | 23   |
| 2.1 Schematiseren van de glastuinbouw                                                                               | 23   |
| 2.2 Modelleren                                                                                                      | 24   |
| 2.3 Basisberekeningen voor de standaardbedrijven                                                                    | 24   |
| 2.4 Berekeningen op gebiedsniveau                                                                                   | 25   |
| 3 UITGANGSPUNTEN VOOR HET SCHEMATISEREN VAN DE GLASTUINBOUW                                                         | 27   |
| 3.1 Gebied en deelgebieden                                                                                          | 27   |
| 3.2 Teelt in de grond en teelt los van de grond                                                                     | 27   |
| 3.3 Teelten en combinaties van teelten                                                                              | 28   |
| 3.4 Watervoorziening                                                                                                | 29   |
| 3.5 Teeltmethode                                                                                                    | 30   |
| 3.6 Scenariomatrixstructuur                                                                                         | 31   |
| 4 BESCHRIJVEN VAN DE GLASTUINBOUW IN DE REFERENTIESITUATIE: HET REFERENTIESCENARIO                                  | 33   |
| 4.1 WDM-gebied                                                                                                      | 33   |
| 4.1.1 Toedelen van het totale glasareaal aan bedrijfssystemen                                                       | 33   |
| 4.1.1.1 Groenteteeltsector                                                                                          | 33   |
| 4.1.1.2 Bloementeelsector                                                                                           | 39   |
| 4.1.1.3 Restgroep                                                                                                   | 39   |
| 4.1.2 Toedelen van het areaal per bedrijfssysteem aan bedrijfssituaties                                             | 40   |
| 4.2 DTG-gebied                                                                                                      | 42   |
| 4.2.1 Toedelen van het totale glasareaal aan bedrijfssystemen                                                       | 42   |
| 4.2.1.1 Groenteteeltsector                                                                                          | 42   |
| 4.2.1.2 Bloementeelsector                                                                                           | 45   |
| 4.2.1.3 Restgroep                                                                                                   | 45   |
| 4.2.2 Toedelen van het areaal per bedrijfssysteem aan bedrijfssituaties                                             | 45   |
| 5 BESCHRIJVEN VAN DE GLASTUINBOUW IN DE TOEKOMSTIGE SITUATIE: MINIMUMSCENARIO, MAXIMUMSCENARIO EN SCENARIOVARIANTEN | 47   |
| 5.1 Totale toekomstige glasareaal en de verdeling over de sectoren                                                  | 47   |
| 5.2 Verdelen van het areaal per sector over bedrijfssystemen: minimum- en maximumscenario                           | 49   |

|         | Blz.                                                                                     |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5.3     | Verdelen van de arealen per bedrijfssysteem over<br>bedrijfssituaties: scenariovarianten |
|         | 51                                                                                       |
| 6       | MODELLEREN VAN DE WATER- EN IONENHUISHOUDING                                             |
|         | 55                                                                                       |
| 6.1     | Algemeen                                                                                 |
|         | 55                                                                                       |
| 6.2     | Kwantificeren van de waterhuishouding voor het<br>standaardbedrijf                       |
|         | 56                                                                                       |
| 6.2.1   | Berekenen van de gewastranspiratie                                                       |
|         | 56                                                                                       |
| 6.2.2   | Berekenen van de waterbehoefte en de afvoer                                              |
|         | 57                                                                                       |
| 6.2.2.1 | Teelt los van de grond met hergebruik                                                    |
|         | 57                                                                                       |
| 6.2.2.2 | Teelt los van de grond met vrije drainage                                                |
|         | 58                                                                                       |
| 6.2.2.3 | Teelt in de grond met vrije drainage                                                     |
|         | 59                                                                                       |
| 6.3     | Berekenen van het dekken van de waterbehoefte                                            |
|         | 60                                                                                       |
| 6.3.1   | Eén gietwaterbron                                                                        |
|         | 60                                                                                       |
| 6.3.2   | Twee gietwaterbronnen                                                                    |
|         | 60                                                                                       |
| 6.4     | Berekenen van de emissie van N en P                                                      |
|         | 62                                                                                       |
| 7       | PARAMETERWAARDEN                                                                         |
|         | 63                                                                                       |
| 7.1     | Reductiefactoren                                                                         |
|         | 63                                                                                       |
| 7.2     | Na-concentraties en afvoerfracties                                                       |
|         | 64                                                                                       |
| 7.2.1   | Teelt los van de grond met hergebruik                                                    |
|         | 64                                                                                       |
| 7.2.2   | Teelt los van de grond met vrije drainage                                                |
|         | 66                                                                                       |
| 7.2.3   | Teelt in de grond met vrije drainage                                                     |
|         | 66                                                                                       |
| 7.3     | N- en P-concentraties in het wortelmilieu                                                |
|         | 67                                                                                       |
| 8       | TOETSEN VAN HET ONTWIKKELDE INSTRUMENTARIUM                                              |
|         | 69                                                                                       |
| 8.1     | Drinkwaterverbruik in 1988 en 1989                                                       |
|         | 69                                                                                       |
| 8.1.1   | WDM-gebied                                                                               |
|         | 69                                                                                       |
| 8.1.2   | DTG-gebied                                                                               |
|         | 71                                                                                       |
| 8.2     | Emissie van N en P                                                                       |
|         | 72                                                                                       |
| 8.3     | Evaluatie                                                                                |
|         | 72                                                                                       |
| 8.3.1   | Drinkwaterverbruik                                                                       |
|         | 72                                                                                       |
| 8.3.2   | Emissie van N en P                                                                       |
|         | 74                                                                                       |
| 9       | BEREKENINGEN EN RESULTATEN                                                               |
|         | 77                                                                                       |
| 9.1     | Berekeningen gericht op het selecteren van karakteristieke<br>jaren                      |
|         | 77                                                                                       |
| 9.2     | Berekeningen en resultaten voor het WDM-gebied                                           |
|         | 79                                                                                       |
| 9.2.1   | RF-scenario                                                                              |
|         | 79                                                                                       |
| 9.2.2   | MN- en MX-scenario's                                                                     |
|         | 86                                                                                       |
| 9.3     | Berekeningen en resultaten voor het DTG-gebied                                           |
|         | 89                                                                                       |
| 9.3.1   | RF-scenario                                                                              |
|         | 89                                                                                       |
| 9.3.2   | MN- en MX-scenario's                                                                     |
|         | 96                                                                                       |
| 10      | DISCUSSIE EN CONCLUSIES                                                                  |
|         | 101                                                                                      |
| 10.1    | Regenwatergebruik en de behoefte aan drinkwater van klasse<br>B of A                     |
|         | 101                                                                                      |
| 10.2    | Afvoer en emissies bij teelt los van de grond                                            |
|         | 103                                                                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                           | Blz. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 10.3 Afvoer en emissies bij teelt in de grond                                                                                                                                                                                             | 107  |
| 10.4 Emissies op gebiedsniveau                                                                                                                                                                                                            | 109  |
| 10.5 Conclusies                                                                                                                                                                                                                           | 111  |
| LITERATUUR                                                                                                                                                                                                                                | 113  |
| FIGUREN                                                                                                                                                                                                                                   |      |
| 1 Stroomschema voor water en ionen bij teeltsystemen met vrije drainage en met hergebruik van drainagewater                                                                                                                               | 30   |
| 2 Verloop van het areaal met radijs en sla in het WDM-gebied in de periode 1988-1989                                                                                                                                                      | 37   |
| 3 Gewastranspiratie in relatie tot de globale straling boven het kasdek voor tomaat en paprika, volgens gegevens van onderzoek op praktijkbedrijven en het PTG                                                                            | 64   |
| 4 Verloop van het berekende en het werkelijke verbruik van drinkwater als gietwater door de glastuinbouw in het WDM-gebied                                                                                                                | 71   |
| 5 Gietwaterverbruik en afvoer van drainagewater voor de glastuinbouw in het WDM-gebied, voor het RF-scenario en de MN- en MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)                                                                        | 80   |
| 6 Emissie van N en P voor de glastuinbouw in het WDM-gebied, voor het RF-scenario en de MN- en MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)                                                                                                   | 80   |
| 7 Verloop van het gietwaterverbruik voor het areaal met teelt los van de grond in het WDM-gebied, voor de negen MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)                                                                                  | 81   |
| 8 Verloop van de afvoer van drainagewater voor het areaal met teelt los van de grond in het WDM-gebied, voor de negen MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)                                                                            | 82   |
| 9 Gietwaterverbruik en afvoer van drainagewater voor de glastuinbouw in het DTG-gebied, voor het RF-scenario en de MN- en MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)                                                                        | 90   |
| 10 Emissie van N en P voor de glastuinbouw in het DTG-gebied, voor het RF-scenario en de MN- en MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)                                                                                                  | 90   |
| 11 Verloop van het gietwaterverbruik voor het areaal met teelt los van de grond in het DTG-gebied, voor de negen MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)                                                                                 | 91   |
| 12 Verloop van de afvoer van drainagewater voor het areaal met teelt los van de grond in het DTG-gebied, voor de negen MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)                                                                           | 92   |
| 13 Gewogen gemiddelde verbruik van drinkwater in relatie tot het regenwaterverbruik voor het areaal met teelt los van de grond in WDM- en het DTG-gebied, voor het RF-scenario en de MN- en MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)      | 102  |
| 14 Gewogen gemiddelde afvoer van drainagewater in relatie tot het regenwaterverbruik voor het areaal met teelt los van de grond in het WDM- en het DTG-gebied, voor het RF-scenario en de MN- en MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar) | 104  |

|                                                                                                                       | Blz. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 15 Verloop van de Na-concentratie van het drinkwater van de DWL Rotterdam in 1988, 1989 en 1990                       | 106  |
| 16 Quotiënt van de afvoer en transpiratie in relatie tot de Na-concentratie van het gietwater, voor paprika en tomaat | 107  |

#### TABELLEN

|                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Arealen met verschillende gewassen onder glas per 1-5-1989 voor het WDM-gebied en het DTG-gebied, volgens de landbouwtelling van 1989                                                                                                                                     | 28 |
| 2 Scenariomatrixstructuur voor teelten in de grond, met oppervlaktewater, al dan niet in combinatie met regenwater                                                                                                                                                          | 32 |
| 3 Scenariomatrixstructuur voor teelten los van de grond, met drinkwater van klasse A, B of C, al dan niet in combinatie met regenwater                                                                                                                                      | 32 |
| 4 Geplante of ingezaaide arealen groentegewassen per maand voor de periode november 1988 t/m oktober 1989 voor het WDM-gebied (som van de arealen voor de veilingen Westland-Noord, Westland-Zuid en Delft-Westerlee), volgens de areaalsenquêtes van 1-3-1989 en 1-11-1989 | 35 |
| 5 Bedrijfssystemen met teelt los van de grond en met teelt in de grond en bijbehorende arealen in de referentiesituatie, voor het WDM-gebied                                                                                                                                | 38 |
| 6 Teeltoppervlakten in de steekproef van het marktonderzoek van de waterleidingbedrijven per bassingrootteklasse, voor teelten in de grond en los van de grond en voor de restgroep (potplanten en opkweekmateriaal), voor het WDM-gebied                                   | 41 |
| 7 Geplante of ingezaaide arealen groentegewassen per maand voor de periode november 1988 t/m oktober 1989 voor het DTG-gebied (arealen voor veiling de Kring) volgens de areaalsenquêtes van 1-3-1989 en 1-11-1989                                                          | 43 |
| 8 Bedrijfssystemen met teelt los van de grond en met teelt in de grond en bijbehorende arealen in de referentiesituatie, voor het DTG-gebied                                                                                                                                | 44 |
| 9 Teeltoppervlakten in de steekproef van het marktonderzoek van de waterleidingbedrijven per bassingrootteklasse, voor teelten in de grond en los van de grond en voor de restgroep (potplanten en opkweekmateriaal), voor het DTG-gebied                                   | 45 |
| 10 Overzicht bedrijfssystemen met toegedeelde oppervlakten voor het WDM-gebied volgens het RF-scenario en volgens het MN- en MX-scenario                                                                                                                                    | 48 |
| 11 Overzicht bedrijfssystemen met toegedeelde oppervlakten voor het DTG-gebied volgens het RF-scenario en volgens het MN- en MX-scenario                                                                                                                                    | 50 |
| 12 Arealen met teelt los van de grond en teelt in de grond in het WDM- en het DTG-gebied, volgens het RF-scenario, het MN-scenario en het MX-scenario                                                                                                                       | 51 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 13 | Nummering van de MN- en MX-scenariovarianten in relatie tot de teeltmethode, de kwaliteit van het drinkwater en de betekenis van regenwatergebruik op het areaal met teelt los van de grond                                                                                   | 52  |
| 14 | Percentages van het glasareaal met gebruik van regenwater, en gewogen gemiddelde bassingrootte op dat areaal, voor het RF-scenario en voor de MN- en MX-scenariovarianten                                                                                                     | 52  |
| 15 | Reductiefactor $f$ voor twee bedrijfssystemen                                                                                                                                                                                                                                 | 64  |
| 16 | Na-concentraties ( $C_i$ = concentratie in opname-transpiratiestroom, $C_{d,max}$ = maximaal aanvaardbare concentratie in wortelmilieu) en afvoerfracties bij regenwater en drinkwater van klasse A, B of C, voor bedrijfssystemen met teelt los van de grond, bij hergebruik | 65  |
| 17 | Optimale N- en P-concentraties $C_{d,opt}$ in het wortelmilieu, volgens de bemestingsadviesbasis voor de glastuinbouw en geschat                                                                                                                                              | 68  |
| 18 | Verbruik van regenwater en drink- of oppervlaktewater in 1988 en 1989, volgens de modelberekeningen, voor het WDM- en het DTG-gebied                                                                                                                                          | 70  |
| 19 | Verbruik van drinkwater als gietwater in het DTG-gebied in 1988 en 1989, volgens gegevens van het waterleidingbedrijf en volgens de modelberekeningen                                                                                                                         | 71  |
| 20 | Emissie van N en P volgens de modelberekeningen, voor het WDM- en het DTG-gebied, voor 1989                                                                                                                                                                                   | 73  |
| 21 | Neerslag-, stralings- en gewastranspiratiegegevens voor het WDM- en het DTG-gebied, voor 1977, 1982 en 1987, voor het RF-scenario en voor de MN- en MX-scenariovarianten                                                                                                      | 78  |
| 22 | Verbruik van drink- of oppervlaktewater en van regenwater, afvoer van drainagewater, emissie van N en P en emissieconcentraties voor het WDM-gebied, voor 1977 (50%-jaar)                                                                                                     | 83  |
| 23 | Verbruik van drink- of oppervlaktewater en van regenwater, afvoer van drainagewater, emissie van N en P en emissieconcentraties voor het WDM-gebied, voor 1982 (10%-jaar)                                                                                                     | 84  |
| 24 | Verbruik van drink- of oppervlaktewater en van regenwater, afvoer van drainagewater, emissie van N en P en emissieconcentraties voor het WDM-gebied, voor 1987 (90%-jaar)                                                                                                     | 85  |
| 25 | Verbruik van drink- of oppervlaktewater en van regenwater, afvoer van drainagewater, emissie van N en P en emissieconcentraties voor het DTG-gebied, voor 1977 (50%-jaar)                                                                                                     | 93  |
| 26 | Verbruik van drink- of oppervlaktewater en van regenwater afvoer van drainagewater, emissie van N en P en emissieconcentraties voor het DTG-gebied, voor 1982 (10%-jaar)                                                                                                      | 94  |
| 27 | Verbruik van drink- of oppervlaktewater en van regenwater, afvoer van drainagewater, emissie van N en P en emissieconcentraties voor het DTG-gebied, voor 1987 (90%-jaar)                                                                                                     | 95  |
| 28 | Verbruik van drinkwater in verschillende jaren, in % ten opzichte van 1977 (50%-jaar), voor het areaal met teelt los van de grond                                                                                                                                             | 103 |
| 29 | Afvoer van drainagewater in verschillende jaren, in % ten opzichte van 1977 (50%-jaar), voor het areaal met teelt los van de grond                                                                                                                                            | 105 |

Blz.

- 30 Emissie van N en P vanuit de glastuinbouw in het WDM-gebied  
(3330 ha) en het DTG-gebied (1170 ha), ten opzichte van de emissie  
in het RF-scenario, in 1977 (50%-jaar) 110

## WOORD VOORAF

Op initiatief van Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland zijn in het voorjaar van 1989 stappen ondernomen om te komen tot een breed onderzoek naar de mogelijkheden tot het oplossen van de afvalwaterproblematiek van de glastuinbouw in de provincie. Het onderzoek van DLO-Staring Centrum naar de relatie tussen de gietwatervoorziening en de omvang van de afvalwaterstroom en de daarmee samenhangende emissies van stikstof en fosfaat staat daarbij centraal.

Het onderzoek is gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (Directie Akker- en Tuinbouw en Landinrichtingsdienst), het Hoogheemraadschap van Delfland en de Provincie Zuid-Holland. Het onderzoek is begeleid door de zogenoemde Begeleidingscommissie Onderzoek DLO-Staring Centrum, bestaande uit:

|                 |                                                                                                         |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A. van Hilten   | Provincie Zuid-Holland, Dienst Water en Milieu;                                                         |
| J.J.L. Smeijers | Tuinbouwstructuurcommissie Zuid-Holland, nu Gewestelijke Raad voor Noord-Brabant van het Landbouwschap; |
| P. Hoogervorst  | Consulentschap voor de Landbouw in Zuid-Holland, nu Hoogheemraadschap van Rijnland;                     |
| J.F.X. Urbanus  | Drinkwaterleiding Rotterdam;                                                                            |
| H. Prak         | Landinrichtingsdienst Zuid-Holland, nu Landinrichtingsdienst, Centrale Directie, Utrecht;               |
| A. van der Wees | Informatie en Kennis Centrum Glasgroenten en Bestuiving                                                 |
| J.K. Vink       | Hoogheemraadschap van Delfland.                                                                         |

De begeleidingscommissie is ingesteld door de Stuurgroep die is belast met het stimuleren en coördineren van het totaal van de onderzoeksactiviteiten.

Het onderzoek van DLO-Staring Centrum betreft modelberekeningen. De noodzakelijke basisgegevens zijn aan verschillende bronnen ontleend. Speciale vermelding verdient de medewerking die daarbij is verleend door de Westlandsche Drinkwaterleiding Maatschappij, de Drinkwaterleiding Rotterdam en het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas in Naaldwijk. Bij het verzamelen en bewerken van basisgegevens en het uitvoeren van het rekenwerk is de ondersteuning door K. Metselaar onontbeerlijk geweest.

## SAMENVATTING

Het uitspoelen van stikstof (N) en fosfaat (P) in de glastuinbouw en de belasting van het grond- en oppervlaktewater die daarmee samenhangt staan sterk in de belangstelling. De Structuurnota Landbouw (Ministerie van LNV, 1990) onderkent de problematiek van het uitspoelen van nutriënten en de noodzaak tot het sterk verminderen ervan. De oplossing zou moeten worden gevonden in het toepassen van gesloten bedrijfssystemen, '...systemen, waarbij bodem, water en lucht niet of nauwelijks rechtstreeks worden belast en waarbij de overblijvende rest- en afvalstoffen worden afgevoerd en elders hergebruikt of vernietigd'.

Het werken met het glastuinbouwbedrijf als gesloten systeem vereist in de eerste plaats dat los van de (onder)grond wordt geteeld. Een tweede voorwaarde is dat het gietwater aan hoge kwaliteitseisen voldoet, vooral op het punt van de natrium- en chlorideconcentraties (Na- en Cl-concentraties).

De waterbehoefte van het areaal met teelt los van de grond wordt in het Zuidhollands Glasdistrict (ZHG) momenteel vrijwel volledig gedekt met regenwater en drinkwater. De kwaliteit van beide watersoorten voldoet aan de eisen voor het bereiken van een optimale produktie. In een gesloten systeem ontstaan bij drinkwater moeilijkheden door het oplopen van de Na-concentratie. Dat hangt samen met de concentraties in het water van de Maas als grondstof voor het bereiden van drinkwater. Om het oplopen van de Na-concentratie te beperken is afvoer vanuit het systeem noodzakelijk.

In 1988 is op initiatief van het tuinbouwbedrijfsleven een onderzoek uitgevoerd naar de technische en economische haalbaarheid van het leveren van drinkwater met lage Na-concentraties ten behoeve van de gietwatervoorziening van de glastuinbouw in het Westland (DHV Raadgevend Ingenieursbureau, 1989). Uit het onderzoek bleek dat het leveren van drinkwater met lage concentraties tegen aanvaardbare kosten mogelijk zou zijn, door het grootschalig toepassen van ontzoutingstechnieken. De vraag naar de daarmee bereikbare reductie van de emissie van N en P bleef echter onbeantwoord. Dat was aanleiding voor het provinciaal bestuur tot het initiëren van een breed onderzoek naar de gietwatervoorziening en de afvalwaterproblematiek van de glastuinbouw in het ZHG.

De vraagstelling aan DLO-Staring Centrum betrof de volgende twee aspecten:

- het kwantificeren van de gietwaterbehoefte van de glastuinbouw in het ZHG, in de bestaande en in de toekomstige situatie;
- het kwantificeren van de afvoer van drainagewater en de daarmee samenhangende emissies van N en P, eveneens in de bestaande en de toekomstige situatie.

De bestaande situatie is aangeduid als de referentiesituatie en heeft betrekking op de periode 1988/1989. Voor de toekomstige situatie is met verschillende scenario's voor de ontwikkeling van de glastuinbouw en de gietwatervoorziening gewerkt.

Het uitwerken van de vraagstelling heeft geleid tot het opsplitsen van het onderzoek

in de volgende stappen:

- het *schematiseren* van de glastuinbouw tot standaardbedrijven van 1,0 ha waarvoor de water- en ionenhuishouding modelmatig berekend kan worden;
- het *beschrijven* van de glastuinbouw in het ZHG in termen van de standaardbedrijven;
- het *modelleren* van de water- en ionenhuishouding voor de standaardbedrijven;
- het *rekenen* om te komen tot resultaten op bedrijfs- en gebiedsniveau.

Het onderzoek heeft zich beperkt tot de glastuinbouw in het Westland en de Kring, met een totaal glasareaal van ca. 4500 ha (ca. 90% van het totale areaal in het ZHG). In het Westland wordt drinkwater geleverd door de Westlandsche Drinkwaterleiding Maatschappij, in de Kring door het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland, district de Tien Gemeenten. De gebieden waarop het onderzoek betrekking heeft zijn aangeduid als het WDM-gebied (glasareaal: 3330 ha) en het DTG-gebied (glasareaal: 1170 ha).

Het *schematiseren* van de glastuinbouw berust op de volgende criteria:

- het teeltsysteem, met een onderscheid tussen teelt in de grond en teelt los van de grond;
- de gewassen, waarbij een aantal groentegewassen, bloemisterijgewassen en een restgroep zijn onderscheiden;
- de watervoorziening, waarbij het gaat om de bron of combinatie van bronnen waaruit het gietwater wordt betrokken;
- de teeltmethode, met een onderscheid tussen vrije drainage en hergebruik.

Met teelt in de grond wordt bedoeld dat het gewas in de natuurlijke kasgrond wordt geteeld. Al het andere wordt aangeduid als teelt los van de grond.

Bij het onderscheiden van gewassen heeft de beschikbaarheid van gegevens een rol gespeeld. Bij de groenten zijn de gewassen aubergine, komkommer, paprika, radijs, sla, tomaat en de groep overige groenten onderscheiden. Bij de bloemisterijgewassen gaat het om de gewassen amaryllis, anjer, chrysant, freesia, gerbera, lelie, orchidee, roos en de groep overige bloemen. De restgroep omvat de potplanten en het opkweekmateriaal.

In de referentiesituatie zijn drie soorten gietwater van belang: oppervlaktewater, regenwater en drinkwater. De volgende uitgangspunten zijn van toepassing:

- bij teelt in de grond wordt oppervlaktewater gebruikt, al dan niet in combinatie met regenwater;
- bij teelt los van de grond wordt drinkwater gebruikt, al dan niet in combinatie met regenwater.

Voor de toekomstige situatie is niet éénduidig aan te geven welke gietwaterbronnen de glastuinbouw ter beschikking zullen staan en welke kwaliteiten daaraan toegekend moeten worden. Om de onzekerheden op dat punt te omzeilen is onderscheid gemaakt tussen regenwater, oppervlaktewater en drie soorten drinkwater:

- regenwater, met een Na-concentratie van  $0,3 \text{ mmol.l}^{-1}$ ;
- drinkwater
  - klasse A, met een Na-concentratie van  $0,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ ;

- klasse B, met een Na-concentratie van  $1,1 \text{ mmol.l}^{-1}$ ;
- klasse C, met een Na-concentratie van  $2,2 \text{ mmol.l}^{-1}$ ;
- oppervlaktewater, met een Na-concentratie van  $4,0 \text{ mmol.l}^{-1}$ .

Drinkwater van klasse C is het huidige drinkwater. Water van klasse B is het drinkwater dat door de WDM zou worden geleverd bij het realiseren van het eerder genoemde plan tot het ontzouten van oppervlakte- of drinkwater (DHV Raadgevend Ingenieursbureau, 1989). Water van klasse A betreft een nog verdergaande ontzouting.

Voor de watervoorziening in de toekomstige situatie gelden de volgende uitgangspunten:

- bij teelt in de grond wordt oppervlaktewater gebruikt, al dan niet in combinatie met regenwater;
- bij teelt los van de grond wordt drinkwater van klasse C, B of A gebruikt, al dan niet in combinatie met regenwater.

Het vierde en laatste criterium betreft de teeltmethode. Bij vrije drainage stroomt de overtollige nutriëntenoplossing ongecontroleerd vanuit het wortelmilieu weg. Via de ondergrond en het grondwater wordt uiteindelijk op het oppervlaktewater geloosd, via het drainagesysteem van de kas. Bij hergebruik wordt de nutriëntenoplossing (drainagewater) opgevangen. Er is een systeem in de kas aangelegd (goten, folie) waardoor het wortelmilieu van de ondergrond is geïsoleerd. Het opgevangen drainagewater wordt naar een centraal punt geleid en van daaruit hergebruikt voor zover mogelijk. De volgende uitgangspunten zijn van toepassing:

- in de referentiesituatie wordt uitsluitend vrije drainage toegepast, zowel bij teelt in de grond als bij teelt los van de grond;
- in de toekomstige situatie wordt hergebruik alléén toegepast voor zover los van de grond wordt geteeld.

Het *beschrijven* van de glastuinbouw komt neer op het verdelen van het totale glasareaal over de standaardbedrijven die bij het schematiseren zijn onderscheiden. Het gaat om het opstellen van *scenario's* als beschrijving van de referentiesituatie en de toekomstige situatie. De concrete uitwerking resulteert in bestanden met glasarealen (in ha) met gemeenschappelijke kenmerken.

Voor het referentiescenario (*RF-scenario*) is het verdelen van het totale areaal over de gewassen en het verdelen van de arealen per gewas over teelt in de grond en teelt los van de grond gebaseerd op de resultaten van de landbouwtelling (CBS, 1989) en op gegevens van de veilingen in het WDM- en het DTG-gebied, waar nodig aangevuld met informatie van bedrijfstakdeskundigen. Het resultaat is samengevat in tabel 12.

Gegevens over de gietwatervoorziening zijn ontleend aan een marktonderzoek dat in opdracht van de waterleidingbedrijven in 1988 is uitgevoerd (Centrum voor Marketing Analyses en Sociaal Wetenschappelijk Onderzoek, 1988). De resultaten van dat onderzoek zijn gebruikt om de betekenis van regenwater te achterhalen. Het bewerken van de gegevens leidde tot een verdeling van het totale glasareaal over arealen met bassins van resp. 0, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000 en

6000 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. In het WDM-gebied wordt in de referentiesituatie op 35% van het areaal regenwater gebruikt, in het DTG-gebied op 63%.

Bij het opstellen van toekomstscenario's is aangenomen dat het totale glasareaal niet verandert en dat er geen verschuivingen zijn tussen de arealen met groenten, met bloemen en de restgroep. Het overgaan van teelt in de grond naar teelt los van de grond, in overeenstemming met de doelstellingen van de Structuurnota Landbouw, staat centraal. Met het oog op de bedrijfseconomische haalbaarheid zijn twee toekomstscenario's opgesteld:

- een minimumscenario (*MN-scenario*) waarbij alléén die gewassen los van de grond geteeld worden waarvoor de bedrijfseconomische haalbaarheid vaststaat;
- een maximumscenario (*MX-scenario*) waarbij ook die gewassen los van de grond geteeld worden waarvoor de haalbaarheid minder zeker is.

Het resultaat is verwerkt in tabel 12. In het MX-scenario vindt alléén nog de teelt van de groep overige groenten en de groep overige bloemen (niet te verwarren met de restgroep van potplanten en opkweekmateriaal) in de grond plaats. In het MN-scenario worden daarnaast ook radijs, sla, chrysant en de bolbloemen in de grond geteeld.

In de toekomstige situatie wordt op het resterende areaal met teelt in de grond oppervlaktewater gebruikt, al dan niet in combinatie met regenwater. Voor het areaal met teelt los van de grond zijn er twee variabelen:

- de betekenis van regenwater, die ten opzichte van het RF-scenario afneemt, gelijk blijft of toeneemt;
- de kwaliteit van het drinkwater, die ten opzichte van het RF-scenario gelijk blijft (klasse C) of verbetert (tot klasse B of A).

Het afnemen, gelijk blijven of toenemen van de betekenis van regenwater houdt in dat op het areaal dat betrokken is bij het overgaan naar teelt los van de grond:

- géén bassins worden aangelegd (afnemende betekenis);
- bassins worden aangelegd volgens dezelfde grootteverdeling als op het areaal met teelt los van de grond in de referentiesituatie (gelijkblijvende betekenis);
- bassins worden aangelegd volgens dezelfde grootteverdeling als op het areaal met teelt los van de grond in de referentiesituatie, met aanvullend bassins van 500 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> op het resterende areaal met teelt los van de grond waar anders geen regenwateropvang zou plaatsvinden (toenemende betekenis).

De drie mogelijkheden van regenwatergebruik en de drie kwaliteiten drinkwater leiden tot negen *varianten* op het MN- en op het MX-scenario, genummerd van 21 t/m 43 als aangegeven in tabel 13. Het areaal met regenwater loopt in het WDM-gebied uiteen van minimaal 30% (varianten MX-21, 22, 23) tot maximaal 88% (varianten MX-41, 42, 43), voor het DTG-gebied van 47% tot 94%.

Het *modelleren* is gericht op het simuleren van de water- en ionenhuishouding van de standaardbedrijven (fig. 1). Per decadetijdstap worden de volgende grootheden berekend:

- de gewastranspiratie;

- de afvoer van drainagewater uit het wortelmilieu (bij vrije drainage) of uit het teeltsysteem (bij hergebruik) die nodig is om te voorkomen dat de Na-concentratie te hoog oploopt;
- de emissie van N en P via de afvoer van drainagewater;
- de totale gietwaterbehoefte (som van transpiratie en afvoer);
- het verbruik van regenwater en/of drinkwater (bij teelt los van de grond) of van regenwater en/of oppervlaktewater (bij teelt in de grond) om de behoefte te dekken;
- de regenwatervoorraad aan het einde van de tijdstap.

Randvoorwaarden zijn de globale straling en de neerslag. De globale straling bepaalt de gewastranspiratie, in samenhang met het type gewas en het ontwikkelingsstadium. De neerslag bepaalt de mogelijkheden tot het dekken van de gietwaterbehoefte met regenwater, in samenhang met de beschikbare bassinvoorraad aan het begin van de tijdstap.

De noodzakelijke afvoer wordt bepaald door de Na-concentratie van het gietwater en de gevoeligheid van het gewas voor verhoogde Na-concentraties in het wortelmilieu. De emissie van nutriënten is evenredig met de afvoer en met de N- en P-concentraties in het wortelmilieu. Die concentraties zijn ontleend aan de bemestingsadviesbasis voor de glastuinbouw (Commissie Standaardisatie Bemestingsadviesbasis Glastuinbouw, 1990) en opgenomen in een apart bestand.

Het *rekenen* leidt tot resultaten op bedrijfs- en gebiedsniveau. De resultaten voor alle standaardbedrijven worden vastgelegd in een zogenoemd basisbestand. Het gaat om:

- het waterverbruik (in  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  per decade), met de verdeling over regenwater en drinkwater (bij teelt los van de grond) of regenwater en oppervlaktewater (bij teelt in de grond);
- de afvoer (in  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  per decade).

Elk basisbestand heeft betrekking op een gegeven (meteorologisch) jaar. Berekeningen zijn uitgevoerd voor 1976, 1977, 1982 en 1987. In termen van de hoeveelheid neerslag in het zomerhalfjaar is 1976 een extreem droog jaar, 1982 een droog jaar, 1977 een normaal jaar en 1987 een nat jaar.

Resultaten op gebiedsniveau zijn verkregen via het koppelen van bestanden. Het berekenen van waterhoeveelheden komt neer op het vermenigvuldigen van glasoppervlakten (in ha) uit de bestanden, die de glastuinbouw in de referentie- of toekomstige situatie beschrijven, met hoeveelheden water (in  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  per decade) uit het basisbestand. Als resultaat worden hoeveelheden regenwater, drinkwater en afvoeren verkregen (in  $\text{m}^3$  per decade). Het vermenigvuldigen van afvoeren met N- en P-concentraties volgens de bemestingsadviesbasis leidt vervolgens tot emissies (in kg N en P per decade). Het is belangrijk op te merken dat de berekende afvoeren en emissies betrekking hebben op het wortelmilieu. Voor het RF-scenario gaat het zowel bij teelt in de grond als bij teelt los van de grond om de belasting van de ondergrond. De uiteindelijke belasting van het grond- en oppervlaktewater zal lager zijn omdat tijdens de stroming naar en via het grondwater denitrificatie en vastlegging van fosfaat plaatsvinden. Die processen zijn in het onderzoek niet meegenomen. In de MN- en MX-varianten blijft de situatie voor het resterende areaal met teelt in de

grond dezelfde. Voor het areaal met teelt los van de grond echter gaat het dan om een directe belasting van het systeem waarop wordt afgevoerd (oppervlaktewater, riolering).

*Resultaten* voor 1977 zijn verwerkt in fig. 5 t/m 8 voor het WDM-gebied en in fig. 9 t/m 12 voor het DTG-gebied. Het gaat om waterhoeveelheden en N- en P-emissies op jaarbasis voor het RF-scenario en voor alle MN- en MX-scenariovarianten en om waterhoeveelheden per decade voor alléén de negen MX-varianten.

Het verbruik van oppervlaktewater is in alle MN- en MX-varianten lager dan in het RF-scenario als gevolg van het beperkte areaal met teelt in de grond (tabel 12). Het al dan niet aanleggen van regenwaterbassins op het areaal met teelt los van de grond heeft een grote invloed op de verhouding tussen regenwater en drinkwater en op de afvoer van drainagewater. De invloed van de kwaliteit van het drinkwater op de verhouding tussen regenwater en drinkwater is beperkt. De invloed op de afvoer en emissie daarentegen is groot, vooral voor de varianten 21, 22 en 23 waarin regenwater géén grote rol speelt.

In natte en droge jaren wijken de verhouding tussen het verbruik van regenwater en drinkwater en het niveau van de afvoer af van die in 1977, vooral voor het areaal met teelt los van de grond voor de varianten 41, 42 en 43 waarin regenwater een grote rol speelt. Voor variant MX-41 bijvoorbeeld is die afvoer in 1982 3 à 3,5 maal hoger dan in 1987.

De emissie van N en P is evenredig met de afvoer van drainagewater:

- voor het areaal met teelt los van de grond is de emissie ca. 225 kg N en ca. 25 kg P per 1000 m<sup>3</sup> afvoer;
- voor het areaal met teelt in de grond is de emissie ca. 200 kg N en ca. 6 kg P per 1000 m<sup>3</sup> afvoer.

Hieruit blijkt dat een reductie van de emissies alléén bereikt wordt als het overgaan van teelt in de grond naar teelt los van de grond samengaat met het beperken van de afvoer van drainagewater door het toepassen van hergebruik.

De invloed van regenwatergebruik op het verloop van de behoefte aan drinkwater en het verloop van de afvoer van drainagewater komt in fig. 7, 8, 11 en 12 tot uiting bij het vergelijken van naast elkaar liggende deelfiguren, de invloed van de Na-concentratie van het drinkwater bij het vergelijken van onder elkaar liggende deelfiguren. In de drinkwatervarianten MX-21, 22, 23 is er gedurende het gehele jaar behoefte aan drinkwater en vindt ook steeds afvoer van drainagewater plaats. In de regenwatervarianten MX-41, 42 en 43 blijft de behoefte aan drinkwater in het 50%-jaar 1977 vrijwel geheel beperkt tot een periode van twee maanden. Ook de afvoer vindt geconcentreerd in die periode plaats.

Het *minimaliseren* van de afvoer en de emissie wordt blijkens fig. 5, 6, 9 en 10 bereikt als gelijktijdig aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- het maximaal overgaan van teelt in de grond naar teelt los van de grond, in combinatie met hergebruik van drainagewater op het gehele areaal met teelt los

- van de grond;
- het maximaal benutten van regenwater;
- het aanvullend gebruiken van drinkwater van klasse A.

Gezien de invloed van regenwater op de behoefte aan drinkwater sluiten de laatste twee voorwaarden elkaar wellicht uit als het gaat om het centraal produceren en leveren van het drinkwater. In dat geval gaat het om een keuze tussen de volgende alternatieven:

- het maximaal benutten van regenwater, met aanvullend drinkwater van klasse C, volgens variant MX-41;
- het beperken van het gebruik van regenwater, met aanvullend drinkwater van klasse A, volgens variant MX-23.

De tweede mogelijkheid geeft een grotere emissiereductie. Bovendien zijn de verschillen in de afvoer en emissie in verschillende typen van jaren kleiner voor variant MX-23 dan voor de regenwatervariant MX-41.

Via het overgaan op teelt los van de grond en het toepassen van hergebruik met water van klasse A volgens variant MX-23 is een emissiereductie berekend van 80 à 90% ten opzichte van de referentiesituatie (periode 1988/1989). Voor een nog verdergaande reductie van de belasting van het grond- en oppervlaktewater is het opvangen en zuiveren van de resterende afvoerstroom noodzakelijk.

## 1 INLEIDING

Het uitspoelen van stikstof (N) en fosfaat (P) in de glastuinbouw en de belasting van het grond- en oppervlaktewater staan sterk in de belangstelling. Recente studies (Hoogheemraadschap van Delfland, 1990; Haskoning, 1990; Verhaegh et al., 1990) hebben duidelijk gemaakt dat die belasting aanzienlijk is.

Ook de Structuurnota Landbouw (Ministerie van LNV, 1990) onderkent de problematiek. De oplossing zou moeten worden gevonden in het toepassen van gesloten bedrijfssystemen, dat wil zeggen, '...systemen, waarbij bodem, water en lucht niet of nauwelijks rechtstreeks worden belast en waarbij de overblijvende rest- en afvalstoffen worden afgevoerd en elders hergebruikt of vernietigd'.

Het werken met een gesloten systeem vereist in de eerste plaats dat los van de ondergrond wordt geteeld. Een tweede voorwaarde is dat het gietwater aan hoge kwaliteitseisen voldoet, vooral op het punt van de natrium- en chlorideconcentraties (Na- en Cl-concentraties). Het telen los van de ondergrond heeft in de glastuinbouw in Nederland een sterke ontwikkeling doorgemaakt in de afgelopen tien jaar. Het gaat in het Zuidhollands Glasdistrict (ZHG) nu om ca. 45% van het totale glasareaal van 5000 ha. De waterbehoefte van het areaal met teelt los van de ondergrond wordt in dat gebied vrijwel volledig gedekt met regenwater en drinkwater. De kwaliteit van beide watersoorten is zodanig dat een maximale produktie bereikt kan worden in zowel kwantitatief als kwalitatief opzicht. Om het oplopen van de Na- en Cl-concentraties te beperken is het doorspoelen van het wortelmilieu noodzakelijk, zeker bij drinkwater. Dat hangt samen met de concentraties in het Maaswater, de grondstof voor de drinkwaterbereiding. Het doorspoelen wordt bereikt door meer water te geven dan voor het dekken van alléén de wateropname door het gewas noodzakelijk is. Het leidt tot het uitspoelen van nutriënten en het belasten van het milieu daarmee.

In april 1988 is het drinkwaterkwaliteitsaspect aan de orde gesteld door de Tuinbouwstructuurcommissie Zuid-Holland, tijdens het jaarlijkse overleg met de Raad van Commissarissen en de Directie van de N.V. Westlandsche Drinkwaterleiding Maatschappij. Die vraag heeft geleid tot een onderzoek naar de technische en economische haalbaarheid van het leveren van drinkwater met aanmerkelijk lagere Na- en Cl-concentraties. Uit het onderzoek bleek dat het leveren van drinkwater met lage concentraties tegen aanvaardbare kosten mogelijk zou zijn, door het grootschalig toepassen van ontzoutingstechnieken (DHV Raadgevend Ingenieursbureau, 1989). De vraag naar de daarmee bereikbare reductie van de emissies van N en P bleef echter onbeantwoord. Dat gaf het provinciaal bestuur aanleiding tot het initiëren van een breed vervolgonderzoek naar de afvalwaterproblematiek van de glastuinbouw.

Een eerste overleg vond plaats in april 1989 en leidde tot het vormen van een Stuurgroep van de volgende samenstelling:

- Provincie Zuid-Holland (Dienst Water en Milieu en Dienst Ruimte en Groen);
- Hoogheemraadschap van Delfland;
- Tuinbouwstructuurcommissie Zuid-Holland;

- Landinrichtingsdienst Zuid-Holland;
- Consultantschap voor de Landbouw in Zuid-Holland;
- N.V. Westlandsche Drinkwaterleiding Maatschappij;
- N.V. Duinwaterbedrijf Zuid-Holland;
- Drinkwaterleiding Rotterdam;
- DLO-Staring Centrum.

De Stuurgroep heeft de problematiek in kaart gebracht en het uit te voeren onderzoek geformuleerd. De vraagstelling aan DLO-Staring Centrum betrof het kwantificeren van de drainwaterlozingen en van de emissies van N en P in het ZHG in relatie tot de gietwatervoorziening, in de bestaande en de toekomstige situatie. De bestaande situatie is aangeduid als de referentiesituatie en heeft betrekking op de periode 1988/1989. Voor de toekomstige situatie zou met verschillende mogelijkheden om in de gietwaterbehoefte te voorzien rekening moeten worden gehouden.

Het uitwerken van de vraagstelling heeft geleid tot het opsplitsen van het onderzoek in de volgende drie delen:

- het schematiseren van de glastuinbouw;
- het uitwerken van een model om de water- en ionenhuishouding te kwantificeren;
- het toepassen van het model op de glastuinbouw in het ZHG.

De driedeling is ook in de opzet van het rapport terug te vinden. Na het beschrijven van de methode van onderzoek in hoofdstuk 2 komt het *schematiseren* van de glastuinbouw aan de orde in de hoofdstukken 3 t/m 5. Hoofdstuk 3 beschrijft de uitgangspunten en de hoofdstukken 4 en 5 betreffen de concrete uitwerking daarvan in scenario's en scenariovarianten voor respectievelijk de referentiesituatie en de toekomst. De hoofdstukken 6 en 7 hebben betrekking op het *modelleren*. Hoofdstuk 6 geeft een beschrijving van de verschillende rekenmodules. In hoofdstuk 7 komen de parameters die nodig zijn voor het uitvoeren van de berekeningen aan de orde. Het *toetsen* van het ontwikkelde rekeninstrumentarium krijgt aandacht in hoofdstuk 8. Hoofdstuk 9 betreft de *berekeningen* en de *resultaten* daarvan die vervolgens in hoofdstuk 10 worden geëvalueerd.

## 2 METHODE VAN ONDERZOEK

In dit hoofdstuk wordt de onderzoeksmethodiek in vogelvlucht doorgenomen. De verschillende aspecten komen in afzonderlijke paragrafen aan de orde en worden in de hoofdstukken 3 t/m 6 uitgewerkt voor de glastuinbouw in het ZHG.

### 2.1 Schematiseren van de glastuinbouw

De glastuinbouw in het ZHG kent een grote diversiteit. In het kader van dit onderzoek slaat die diversiteit op de substraten waarin wordt geteeld, op de gewassen, op de watervoorziening en op de teeltmethoden.

Om modelberekeningen op gebiedsniveau uit te voeren is het noodzakelijk de glastuinbouw te schematiseren tot groepen van bedrijven met gemeenschappelijke kenmerken. Er zijn vier niveaus onderscheiden. Op niveau 1 (hoogste niveau) is onderscheid gemaakt tussen teelt in de grond en teelt los van de grond. Op niveau 2 zijn verschillende teelten (gewassen) onderscheiden. De watervoorziening is het criterium op niveau 3. Het gaat om de bron of bronnen waaruit het gietwater wordt betrokken. Op niveau 4 tenslotte is de teeltmethode als criterium ingevoerd, met een onderscheid tussen vrije drainage (de overtollige nutriëntenoplossing stroomt ongecontroleerd weg) en hergebruik (de overtollige nutriëntenoplossing wordt opgevangen en zo mogelijk hergebruikt).

Het uitwerken voor de glastuinbouw in een gegeven gebied komt neer op het verdelen van het totale glasareaal over de eenheden die bij het schematiseren zijn onderscheiden. Het resultaat is een bestand met arealen dat wordt aangeduid als scenariomatrix. Elk matrixelement is dan het totale glasareaal in ha met de desbetreffende kenmerken, voor het desbetreffende gebied, bijvoorbeeld:

- de oppervlakte met teelt in de grond (niveau 1) van chrysant (niveau 2), met oppervlaktewater (niveau 3), bij vrije drainage (niveau 4);
- de oppervlakte met teelt los van de grond van tomaat, met regenwater en drinkwater, bij hergebruik.

De som van alle matrixelementen is gelijk aan het totale glasareaal in het desbetreffende gebied.

Voor de referentiesituatie (periode 1988/1989) is het verdelen van het glasareaal over de matrix gebaseerd op beschikbare gegevens over de glastuinbouw in het gebied. Bij de opzet van het schematiseren is rekening gehouden met de toekomst, dat wil zeggen, met ontwikkelingen en mogelijkheden die in de referentiesituatie niet of nauwelijks aan de orde zijn. Zo speelt hergebruik in de referentiesituatie geen rol maar in de opzet van de matrix is er wel al plaats voor ingeruimd. Hetzelfde geldt voor het telen los van de grond van gewassen die nu nog uitsluitend in de grond worden geteeld. Het invullen van de matrix voor de toekomstige toestand is afhanke-

lijk van de visie op de ontwikkelingen die in de glastuinbouw zullen plaatsvinden. Het kan gaan om autonome ontwikkelingen en om ontwikkelingen die door beleid in een gewenste richting worden gestuurd. Dat geeft aanleiding tot verschillende toekomstscenario's.

## 2.2 Modelleren

In het kader van het onderhavige onderzoek is een bestaand simulatiemodel verder ontwikkeld en aangepast. Met het model worden aspecten van de water- en ionenhuishouding gekwantificeerd, voor glastuinbouwbedrijven met een gestandaardiseerde teeltoppervlakte van 1,0 ha. Bij elke matrixpositie hoort een standaardbedrijf.

De standaardbedrijven zijn in drie groepen ingedeeld waarvoor aparte rekenmodules zijn uitgewerkt:

- voor de standaardbedrijven met teelt in de grond en vrije drainage;
- voor de standaardbedrijven met teelt los van de grond en vrije drainage;
- voor de standaardbedrijven met teelt los van de grond en hergebruik.

Kenmerkend voor elke module is de combinatie van het type substraat en de teeltmethode. Het zijn de kenmerken die bij het schematiseren bepalend zijn op de niveaus 1 en 4. Het rekenen voor een gegeven standaardbedrijf vereist, naast het kiezen van de juiste module, het specificeren van parameterwaarden die betrekking hebben op de niveaus 2 en 3. Op niveau 2 gaat het om parameters voor het beschrijven van de relatie tussen kasklimaat en gewastranspiratie, op niveau 3 om gegevens over de watervoorziening: de bron(nen) waaruit het gietwater wordt betrokken en de waterkwaliteit.

## 2.3 Basisberekeningen voor de standaardbedrijven

Het uitvoeren van een volledige berekening houdt in dat de water- en ionenhuishouding voor alle standaardbedrijven wordt doorgerekend. Een dergelijke berekening heeft betrekking op een gekozen (meteorologisch) jaar en wordt uitgevoerd met decadetijdstappen. De resultaten worden vastgelegd in een databestand, het zogenoemde basisbestand. Het gaat om de volgende gegevens:

- het regenwaterverbruik;
- het verbruik van water uit andere bron;
- de afvoer van overtollige nutriëntenoplossing vanuit het wortelmilieu.

De waterhoeveelheden worden uitgedrukt in  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  per decade. Het databestand omvat voor een gegeven jaar voor elk standaardbedrijf in totaal 108 getallen (36 decaden, drie berekende grootheden per decade). Het basisbestand voor een gegeven jaar heeft betrekking op de standaardbedrijven, dus op teeltoppervlakten van 1,0 ha, en staat daarmee geheel los van het specifieke karakter van de glastuinbouw in een bepaald gebied.

## 2.4 Berekeningen op gebiedsniveau

Resultaten op gebiedsniveau worden verkregen door het matrixbestand te koppelen aan het basisbestand, via een apart rekenprogramma. Het koppelen houdt in dat glas-arealen uit het matrixbestand (in ha) en gegevens uit het basisbestand (in  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  per decade) met elkaar worden vermenigvuldigd. Dat resulteert in waterhoeveelheden per decadetijdstap, voor het totale areaal van de desbetreffende standaardbedrijven in het desbetreffende gebied. Emissies (in kg per decade) worden berekend door de waterhoeveelheden te vermenigvuldigen met N- en P-concentraties die zijn ontleend aan bemestingsonderzoek voor de glastuinbouw.

Het rekenprogramma biedt verschillende keuzemogelijkheden om te sommeren tot totalen van hogere orde. De keuze wordt bepaald door de vraagstelling. De waterleidingbedrijven bijvoorbeeld zijn geïnteresseerd in de drinkwaterbehoefte op jaarbasis maar ook in de verdeling daarvan over de decaden. De aandacht van de waterkwaliteitsbeheerder zal in de eerste plaats uitgaan naar de afvoer van de overtollige nutriëntenoplossing en op de emissie van N en P die daarmee samenhangen.

### 3 UITGANGSPUNTEN VOOR HET SCHEMATISEREN VAN DE GLASTUINBOUW

In par. 2.1 zijn de criteria voor het schematiseren van de glastuinbouw genoemd. Nu volgt een nadere uitwerking.

#### 3.1 Gebied en deelgebieden

In 1988 hebben de waterleidingbedrijven een onderzoek laten uitvoeren naar de gietwatervoorziening van de glastuinbouw in het ZHG (Centrum voor Marketing Analyses en Sociaal Wetenschappelijk Onderzoek, 1988). Op basis van het leveren van drinkwater zijn in dat onderzoek de volgende deelgebieden onderscheiden:

- gebied van de Westlandsche Drinkwaterleiding Maatschappij (ca. 3050 ha glas);
- gebied van het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland, district de Tien Gemeenten (ca. 1150 ha glas);
- gebied van de Drinkwaterleiding Rotterdam (ca. 375 ha glas);
- gebied van de Bronwaterleiding Hoeksche Waard (ca. 50 ha glas).

Gezien de beperkte glasarealen in de twee laatstgenoemde gebieden blijft het onderzoek beperkt tot de gebieden van de Westlandsche Drinkwaterleiding Maatschappij (WDM-gebied) en van het district de Tien Gemeenten (DTG-gebied). Het WDM-gebied omvat de gemeenten Monster, Wateringen, 's-Gravenzande, Naaldwijk, De Lier, Maasland en Schipluiden. Hoek van Holland valt er buiten. Het DTG-gebied omvat de gemeenten Zoetermeer/Benthuisen, Bleiswijk, Moerkapelle, Bergschenhoek, Zevenhuizen, Nootdorp, Pijnacker, Berkel en Rodenrijs, en Nieuwerkerk aan den IJssel.

#### 3.2 Teelt in de grond en teelt los van de grond

Bij het schematiseren wordt op niveau 1 onderscheid gemaakt tussen teelt in de grond en teelt los van de grond. Met teelt in de grond wordt bedoeld dat het gewas in de natuurlijke kasgrond wordt geteeld. Al het andere wordt aangeduid als teelt los van de grond. Het gaat daarbij om teelt in kunstmatige substraten (bijvoorbeeld steenwol), om teelt in venige substraten, om teelt in zandbedden of om teelt op een verharde ondergrond volgens het eb- en vloedstelsel. Kenmerkend voor het telen los van de grond is het beperkte bewortelbare volume en de daarmee samenhangende beperkte buffering van het wortelmilieu.

### 3.3 Teelten en combinaties van teelten

Op niveau 2 zijn verschillende teelten en combinaties van teelten onderscheiden. De glastuinbouw wordt gekenmerkt door een grote diversiteit op dat punt. Sommige gewassen, zoals tomaat, beslaan een aanzienlijk deel van het totale glasareaal en worden bij het schematiseren apart gehouden. Andere gewassen beslaan slechts een fractie van het areaal. Het samenvoegen van die gewassen in één groep ligt dan voor de hand.

Bij het indelen in teelten en combinaties van teelten is uitgegaan van gegevens per gemeente volgens de landbouwtelling van 1989 (CBS, 1989). De gegevens in tabel 1 zijn verkregen door te sommeren over alle gemeenten die tot het desbetreffende gebied horen. De gegevens slaan op de situatie per 1-5-1989. Het gaat dus om een momentopname waaruit geen conclusies kunnen worden getrokken over teeltperioden of over combinaties van teelten.

*Tabel 1 Arealen met verschillende gewassen onder glas per 1-5-1989 voor het WDM-gebied en het DTG-gebied, volgens de landbouwtelling van 1989 (CBS, 1989)*

|                             | WDM-gebied<br>(ha) | DTG-gebied<br>(ha) |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|
| Tomaat                      | 873                | 241                |
| Paprika                     | 212                | 104                |
| Komkommer                   | 51                 | 176                |
| Overige groenten            | 467                | 34                 |
| <b>Totaal groenten</b>      | <b>1603</b>        | <b>555</b>         |
| Rozen                       | 123                | 168                |
| Anjers                      | 142                | 15                 |
| Chrysanten                  | 334                | 64                 |
| Freesia's                   | 174                | 6                  |
| Orchideeën                  | 35                 | 68                 |
| Gerbera's                   | 62                 | 79                 |
| Lelies                      | 90                 | 14                 |
| Amaryllis                   | 71                 | 6                  |
| Overige snijbloemen         | 237                | 60                 |
| Perkplanten                 | 50                 | 24                 |
| Overige gewassen            | 41                 | 13                 |
| <b>Totaal bloemen</b>       | <b>1359</b>        | <b>517</b>         |
| Opkweekmateriaal (groenten) | 82                 | 14                 |
| Opkweekmateriaal (bloemen)  | 38                 | 3                  |
| Potplanten                  | 252                | 84                 |
| <b>Totaal restgroep</b>     | <b>372</b>         | <b>101</b>         |
| <b>Totaal gebied</b>        | <b>3334</b>        | <b>1173</b>        |

Het totale areaal voor het WDM-gebied ligt ca. 300 ha boven het areaal volgens het marktonderzoek van de waterleidingbedrijven. Het verschil houdt verband met de glastuinbouw in de gemeente Schipluiden. Ten tijde van het marktonderzoek maakte die gemeente nog geen deel uit van het leveringsgebied van de WDM. Voor het DTG-gebied komt het glasareaal volgens tabel 1 (1173 ha) goed overeen met het areaal volgens het marktonderzoek (1150 ha).

### 3.4 Watervoorziening

De watervoorziening is het criterium op niveau 3 bij het schematiseren. Het gaat om de herkomst van het gietwater en om de daaraan toe te kennen kwaliteit. In de referentiesituatie maakt de glastuinbouw in het ZHG gebruik van oppervlaktewater, regenwater en drinkwater. De volgende indeling is van toepassing:

- bedrijven met teelt in de grond, met uitsluitend oppervlaktewater;
- bedrijven met teelt in de grond, met regenwater en oppervlaktewater;
- bedrijven met teelt los van de grond, met uitsluitend drinkwater;
- bedrijven met teelt los van de grond, met regenwater en drinkwater.

Alléén regenwater biedt weinig perspectief. Bij een grote opslagcapaciteit is het volledig dekken van de waterbehoefte met regenwater in regenrijke en normale jaren mogelijk. In droge jaren zal aanvullend water uit andere bron noodzakelijk blijven.

Er zijn in het ZHG enkele bedrijven met teelt in de grond die oppervlaktewater gebruiken in combinatie met drinkwater. Er zijn ook bedrijven met teelt los van de grond die sporadisch oppervlaktewater naast regenwater of drinkwater gebruiken. Het gaat om uitzonderingssituaties die verder buiten beschouwing blijven.

Voor de toekomstige situatie is niet éénduidig aan te geven welke gietwaterbronnen de glastuinbouw ter beschikking zullen staan en welke kwaliteiten daaraan toegekend moeten worden. Om de onzekerheden op dat punt te omzeilen is onderscheid gemaakt tussen regenwater, oppervlaktewater en drie soorten drinkwater:

- regenwater, met een Na-concentratie van  $0,3 \text{ mmol.l}^{-1}$ ;
- drinkwater
  - . van klasse A, met een Na-concentratie van  $0,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ ;
  - . van klasse B, met een Na-concentratie van  $1,1 \text{ mmol.l}^{-1}$ ;
  - . van klasse C, met een Na-concentratie van  $2,2 \text{ mmol.l}^{-1}$ ;
- oppervlaktewater, met een Na-concentratie van  $4,0 \text{ mmol.l}^{-1}$ .

Drinkwater van klasse C is het huidige drinkwater. Water van klasse B komt overeen met het drinkwater dat in het WDM-gebied zou worden geleverd bij het uitvoeren van de eerder genoemde plannen tot oppervlakte- of drinkwaterontzouting (DHV Raadgevend Ingenieursbureau, 1989). Water van klasse A betreft een nog verdergaande ontzouting tot een concentratieniveau dat dicht bij dat van regenwater ligt. Het rekenen met vaste Na-concentraties is een simplificatie van de werkelijkheid. De concentraties in het regenwater en in het oppervlaktewater zijn zowel plaats- als tijdsafhankelijk. Ook de concentratie in het drinkwater varieert, in afhankelijkheid

van de concentratie in het Maaswater, de grondstof voor de drinkwaterbereiding.

Voor de toekomstige situatie is de volgende indeling van toepassing:

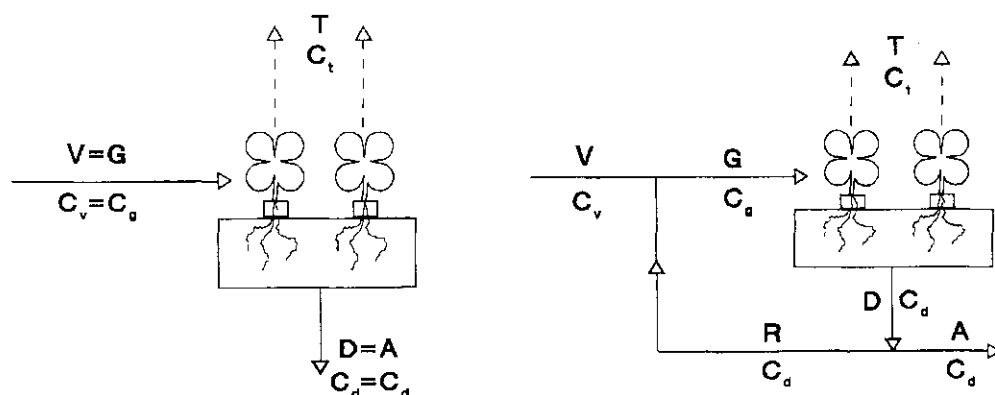
- bedrijven met teelt in de grond, met uitsluitend oppervlaktewater;
- bedrijven met teelt in de grond, met regenwater en oppervlaktewater;
- bedrijven met teelt los van de grond, met drinkwater van klasse C, B of A;
- bedrijven met teelt los van de grond, met regenwater en drinkwater van klasse C, B of A.

Bij regenwater is zowel voor de referentiesituatie als de toekomst rekening gehouden met bassins van 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000 en 6000 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> kasoppervlakte.

### 3.5 Teeltmethode

Bij het schematiseren is op niveau 4 onderscheid gemaakt tussen vrije drainage en hergebruik. In fig. 1 is het schema voor de water- en ionenhuishouding weergegeven, waarbij:

- V = het waterverbruik van het glastuinbouwbedrijf;
- G = de watergift aan het gewas;
- T = de gewastranspiratie;
- D = de drainage vanuit het wortelmilieu;
- R = de retourstroom;
- A = de afvoer;
- $C_v$ ,  $C_d$  en  $C_t$  zijn ionenconcentraties in de desbetreffende waterstromen.



teeltsysteem met vrije drainage

teeltsysteem met mogelijkheid  
tot hergebruik

Fig. 1 Stroomschema voor water en ionen bij teeltsystemen met vrije drainage en met hergebruik van drainagewater

De terminologie *vrije drainage* en *hergebruik* slaat in het bijzonder op D, A en R. Vrije drainage betekent dat de waterstroom D (= A) met de daarin aanwezige ionen

ongecontroleerd wegloopt. Bij hergebruik is dat niet het geval. Er is dan een systeem in de kas aangelegd (goten, folie, vloer) waarmee de stroom D naar een centraal punt wordt geleid. Van daaruit vindt voor zover mogelijk hergebruik plaats. De volgende situaties worden onderscheiden:

- volledig hergebruik:  $R = D$  en  $A = 0$ ;
- gedeeltelijk hergebruik:  $R < D$  en  $A > 0$ ;
- geen hergebruik:  $R = 0$  en  $D = A$ .

In dit onderzoek wordt met hergebruik bedoeld dat het teeltsysteem op een bedrijf zich daar technisch gezien toe leent. De Na-concentratie van het gietwater en de gevoeligheid van het gewas voor verhoogde Na-concentraties bepalen in hoeverre hergebruik ook werkelijk kan worden toegepast. Dat aspect wordt in hoofdstuk 6 verder uitgewerkt.

In de modelberekeningen voor de referentiesituatie wordt uitgegaan van vrije drainage, zowel voor het areaal met teelt in de grond als voor het areaal met teelt los van de grond. Bij het rekenen voor de toekomstige situatie wordt hergebruik op het areaal met teelt los van de grond al dan niet toegepast, juist ook om het effect ervan op het waterverbruik en op de emissies tot uitdrukking te brengen. Voor het areaal met teelt in de grond wordt óók voor de toekomstige situatie uitgegaan van vrije drainage. Er zijn in het ZHG weliswaar enkele bedrijven met teelt in de grond waar het drainwater wordt opgevangen en hergebruikt. Gezien de hydrologie van het gebied lijken de mogelijkheden daartoe beperkt. Er is in dit onderzoek geen rekening mee gehouden.

### 3.6 Scenariomatrixstructuur

De scenariomatrixstructuur is aangegeven in tabel 2 voor teelten in de grond en in tabel 3 voor teelten los van de grond. Het gaat om het blok binnen de kaderlijnen. De totale matrix bestaat uit een reeks blokken onder elkaar waarbij elk blok slaat op een bepaalde teelt of combinatie van teelten. De eerste regel geeft daarover informatie. In het voorbeeld van tabel 2 is de interpretatie van de code als volgt:

- CHRY\_CHRY\_: teelt van chrysant;
- 3433\_: jaarrondteelt, vanaf decade 34 t/m decade 33 van het daaropvolgende jaar;
- GRON\_: teelt in de grond.

Dan volgt de code voor de watervoorziening:

- OWOW\_0000\_: uitsluitend oppervlaktewater (OW), regenwaterbassin van  $m^3 \cdot ha^{-1}$ ;
- RWOW\_0500\_: regenwater (RW) in combinatie met oppervlaktewater (OW), bassin van  $500 m^3 \cdot ha^{-1}$ .

De codes RWOW\_1000\_ t/m RWOW\_6000\_ slaan op standaardbedrijven met bassins van 1000 t/m 6000  $m^3 \cdot ha^{-1}$ .

**Tabel 2** *Scenariomatrixstructuur voor teelten in de grond, met oppervlaktewater (OW), al dan niet in combinatie met regenwater (RW)*

|                     |       |
|---------------------|-------|
| CHRY_CHRY_3433_GRON | (ha)  |
| OWOW_0000_          | ..... |
| RWOW_0500_          | ..... |
| RWOW_1000_          | ..... |
| RWOW_1500_          | ..... |
| RWOW_2000_          | ..... |
| RWOW_2500_          | ..... |
| RWOW_3000_          | ..... |
| RWOW_4000_          | ..... |
| RWOW_5000_          | ..... |
| RWOW_6000_          | ..... |

**Tabel 3** *Scenariomatrixstructuur voor teelten los van de grond, met drinkwater (DW) van klasse A, B of C, al dan niet in combinatie met regenwater (RW); VD = vrije drainage, HG = hergebruik*

|                     |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Teeltmethode:       | VD    | HG    | VD    | HG    | VD    | HG    |
| Drinkwaterklasse:   | A     | A     | B     | B     | C     | C     |
|                     | (ha)  | (ha)  | (ha)  | (ha)  | (ha)  | (ha)  |
| TOMA_TOMA_3632_SUBS |       |       |       |       |       |       |
| DWDW_0000_          | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| RWDW_0500_          | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| RWDW_1000_          | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| RWDW_1500_          | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| RWDW_2000_          | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| RWDW_2500_          | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| RWDW_3000_          | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| RWDW_4000_          | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| RWDW_5000_          | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| RWDW_6000_          | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |

In tabel 3 gaat het om het gewas tomaat (code TOMA\_TOMA\_), geplant in decade 36 en geruimd in decade 32 van het daarop volgende jaar (code 3632\_), geteeld los van de grond (code SUBS\_), met regenwater (RW) en/of drinkwater (DW).

Achter de code voor de watervoorziening is ruimte voor het invullen van arealen (in ha). In tabel 3 wordt daarbij verder gedifferentieerd naar teeltmethode (VD = vrij drainage, HG = hergebruik) en drinkwaterkwaliteit (klasse C, B, A).

Elke blok in de matrix wordt verder aangeduid als *bedrijfssysteem*. Binnen elk bedrijfssysteem worden *bedrijfssituaties* onderscheiden op basis van de teeltmethode en de watervoorziening. Bij elke bedrijfssituatie hoort een standaardbedrijf. Er zijn in totaal 40 bedrijfssystemen onderscheiden: 18 voor teelt in de grond en 22 voor teelt los van de grond. Het aantal bedrijfssituaties komt daarmee op 180 voor teelt in de grond (18 x 10) en op 1320 voor teelt los van de grond (22 x 10 x 2 x 3).

#### 4 BESCHRIJVEN VAN DE GLASTUINBOUW IN DE REFERENTIE- SITUATIE: HET REFERENTIESCENARIO

Het beschrijven van de glastuinbouw in de referentiesituatie houdt in dat het totale glasareaal in het desbetreffende gebied wordt toegedeeld aan de *bedrijfssystemen* die bij het schematiseren zijn onderscheiden. Daarna volgt als tweede stap het verdelen van het glasareaal per bedrijfssysteem over de *bedrijfssituaties*. Het resultaat wordt vastgelegd in het zogenoemde referentiescenario dat verder is aangeduid als het RF-scenario.

De differentiatie bij het bepalen van bedrijfssystemen is een compromis tussen enerzijds de wens tot detailleren en anderzijds de beperkte beschikbaarheid van gegevens. Er is gebruik gemaakt van:

- gegevens van de landbouwtelling 1989 (CBS, 1989);
- gegevens van de areaalsenquêtes per 1-3-1989 en per 1-11-1989 van de groenteveilingen;
- aanvoergegevens van de groenteveilingen over 1988, 1989 en het eerste kwartaal van 1990;
- landelijke gegevens over de verdeling van het areaal bloemisterijgewassen over teelt in de grond en teelt los van de grond;
- gegevens van het marktonderzoek van de waterleidingbedrijven.

De eerste vier bronnen zijn gebruikt om te komen tot een keuze van bedrijfssystemen en het verdelen van het totale glasareaal daarover, het marktonderzoek om de arealen per bedrijfssysteem te verdelen over de bedrijfssituaties. Voor het WDM-gebied is de werkwijze in detail beschreven in par. 4.1. Voor het DTG-gebied is dezelfde werkwijze gevolgd en wordt daarom volstaan met een beknopte beschrijving in par. 4.2.

##### 4.1 WDM-gebied

###### 4.1.1 Toedelen van het totale glasareaal aan bedrijfssystemen

###### 4.1.1.1 Groenteteeltsector

De groenteveilingen houden jaarlijks twee keer een enquête onder de aangesloten leden, per 1 maart en per 1 november. Deelname aan de enquête is niet verplicht maar volgens de veilingen is de responsie hoog. De vragen betreffen de arealen met verschillende gewassen die in de voorafgaande periode van enkele maanden zijn aangeplant of ingezaaid en de planning voor de komende periode. Voor het WDM-gebied gaat het om de veilingen Westland-Noord, Westland-Zuid en Delft-Westerlee. Het totale aanvoergebied van die drie veilingen valt samen met het gebied waar drinkwater wordt geleverd door de WDM.

De gegevens van de enquête per 1-3-1989 en 1-11-1989 zijn gebruikt. De eerste

enquête betrof de periode november 1988 t/m juli 1989, de laatste de periode vanaf augustus 1989 t/m april 1990. De gegevens zijn gebruikt voor zover het ging om het teeltseizoen 1988-1989, dat is de periode vanaf november 1988 t/m oktober 1989.

De arealen voor de drie veilingen zijn opgeteld. De totalen zijn opgenomen in tabel 4, per maand en cumulatief. Het totale aangeplante/ingezaaide areaal voor het gehele teeltseizoen 1988-1989 (periode van 12 maanden) blijkt uit te komen op bijna 3300 ha. Dat is meer dan het dubbele van het areaal groentegewassen van ca. 1600 ha per 1-5-1989 volgens de landbouwtelling (tabel 1). De verklaring is dat één en dezelfde glasoppervlakte in de gegevens van de veilingen twee of meer keer kan voorkomen. Het gaat dan om bijvoorbeeld bedrijven met twee of drie opeenvolgende teelten van komkommer, om bedrijven met jaarrondteelt van sla of radijs of om bedrijven met teelt van tomaat in het zomerhalfjaar en sla in het winterseizoen.

De dubbeltellingen maken een verdere bewerking van de gegevens noodzakelijk. Eerst is gekeken naar de rijgewassen: tomaat, paprika, komkommer en aubergine. Er is aangenomen dat de gewassen, die zijn geplant in de periode vanaf november 1988 t/m april 1989, per 1-5-1989 nog volledig aanwezig zijn. Er komen dus bij die gewassen in de genoemde periode geen dubbeltellingen voor en er zijn nog geen gewassen geruimd. Dit houdt in dat het totaal van de beplante arealen t/m april 1989 volgens de enquête overeen zou moeten komen met de gegevens van de landbouwtelling.

Uit de tabellen 1 en 4 blijkt het volgende:

|                                                               |          |
|---------------------------------------------------------------|----------|
| - tomaat aanwezig per 1-5-1989:                               | 873 ha;  |
| - tomaat aangeplant, periode november 1988 t/m april 1989:    | 900 ha;  |
| - paprika aanwezig per 1-5-1989:                              | 212 ha;  |
| - paprika aangeplant, periode november 1988 t/m april 1989:   | 227 ha;  |
| - komkommer aanwezig per 1-5-1989:                            | 51 ha;   |
| - komkommer aangeplant, periode november 1988 t/m april 1989: | 89 ha;   |
| - totaal voor tomaat, paprika, komkommer, volgens telling:    | 1136 ha; |
| - totaal voor tomaat, paprika, komkommer, volgens enquête:    | 1216 ha. |

De overeenstemming tussen de arealen per 1-5-1989 volgens de landbouwtelling en de veilinggegevens is acceptabel en bevestigt de bruikbaarheid van de veilinggegevens. Bij het gewas komkommer is het verschil relatief groot. De verklaring is waarschijnlijk dat een deel van de komkommertelers uit het gebied Pijnacker (DTG-gebied) bij de veiling Westland-Noord (WDM-gebied) is aangesloten. Bij het verder uitwerken is daarvoor niet gecorrigeerd.

Uit tabel 4 blijkt verder dat de aangeplante arealen met rijgewassen in de periode vanaf mei beperkt zijn. Er is aangenomen dat het daarbij om arealen met een tweede teelt van hetzelfde gewas gaat, dus om dubbeltellingen (bij komkommer kan het zelfs om een derde teelt gaan).

De enquête van de veilingen geeft voor de gewassen tomaat, paprika, komkommer

**Tabel 4** Geplante of ingezaaide arealen groentegewassen per maand voor de periode november 1988 t/m oktober 1989 voor het WDM-gebied (som van de arealen voor de veilingen Westland-Noord, Westland-Zuid en Delft-Westerlee), volgens de areaalsenquêtes van 1-3-1989 en 1-11-1989

| Arealen (ha) per maand | nov | dec | jan | feb | mrt | apr | mei | jun | jul | aug | sep | okt | totaal |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| Tomaten                | 59  | 527 | 151 | 78  | 41  | 44  | 54  | 12  | 21  | 3   | 0   | 0   | 990    |
| Paprika                | 22  | 81  | 91  | 16  | 10  | 7   | 8   | 10  | 30  | 2   | 0   | 0   | 277    |
| Komkommer              | 0   | 44  | 27  | 2   | 8   | 8   | 12  | 6   | 24  | 67  | 3   | 0   | 201    |
| Aubergine              | 2   | 34  | 7   | 1   | 2   | 2   | 2   | 2   | 0   | 0   | 0   | 0   | 52     |
|                        | 83  | 686 | 276 | 97  | 61  | 61  | 76  | 30  | 75  | 72  | 3   | 0   | 1520   |
| Sla                    | 61  | 63  | 86  | 64  | 81  | 51  | 35  | 21  | 11  | 23  | 82  | 137 | 715    |
| Radijs                 | 43  | 37  | 58  | 64  | 70  | 88  | 86  | 85  | 63  | 61  | 76  | 81  | 812    |
| Overige groenten       | 15  | 17  | 28  | 35  | 31  | 27  | 9   | 4   | 16  | 11  | 12  | 29  | 234    |
|                        | 119 | 117 | 172 | 163 | 182 | 166 | 130 | 110 | 90  | 95  | 170 | 247 | 1761   |
| Totaal                 | 202 | 803 | 448 | 260 | 243 | 227 | 206 | 140 | 165 | 167 | 173 | 247 | 3281   |

| Arealen (ha) cumulatief | nov | dec  | jan  | feb  | mrt  | apr  | mei  | jun  | jul  | aug  | sep  | okt  | totaal |
|-------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Tomaten                 | 59  | 586  | 737  | 815  | 856  | 900  | 954  | 966  | 987  | 990  | 990  | 990  | 990    |
| Paprika                 | 22  | 103  | 194  | 210  | 220  | 227  | 235  | 245  | 275  | 277  | 277  | 277  | 277    |
| Komkommer               | 0   | 44   | 71   | 73   | 81   | 89   | 101  | 107  | 131  | 198  | 201  | 201  | 201    |
| Aubergine               | 2   | 36   | 43   | 44   | 46   | 48   | 50   | 52   | 52   | 52   | 52   | 52   | 52     |
|                         | 83  | 769  | 1045 | 1142 | 1203 | 1264 | 1340 | 1370 | 1445 | 1517 | 1520 | 1520 | 1520   |
| Sla                     | 61  | 124  | 210  | 274  | 355  | 406  | 441  | 462  | 473  | 496  | 578  | 715  | 715    |
| Radijs                  | 43  | 80   | 138  | 202  | 272  | 360  | 446  | 531  | 594  | 655  | 731  | 812  | 812    |
| Overige groenten        | 15  | 32   | 60   | 95   | 126  | 153  | 162  | 166  | 182  | 193  | 205  | 234  | 234    |
|                         | 119 | 236  | 408  | 571  | 753  | 919  | 1049 | 1159 | 1249 | 1344 | 1514 | 1761 | 1761   |
| Totaal                  | 202 | 1005 | 1453 | 1713 | 1956 | 2183 | 2389 | 2529 | 2694 | 2861 | 3034 | 3281 | 3281   |

en aubergine ook informatie over de verdeling van de arealen over teelt in de grond en teelt los van de grond. Daaruit blijkt dat:

- het totale areaal van ca. 1000 ha met teelt los van de grond vrijwel geheel is aangeplant in de maanden december en januari;
- van het totale areaal van ca. 300 ha met teelt in de grond ca. 100 ha is aangeplant in de periode december-februari en ca. 200 ha in de periode februari-mei.

Er is aangenomen dat het bij de twee eerstgenoemde arealen (1000 ha met teelt los van de grond en 100 ha met teelt in de grond) om monocultures gaat en bij het laatstgenoemde areaal (200 ha met teelt in de grond) om combinaties, vooral om de combinatie van tomaat met sla in de winterperiode.

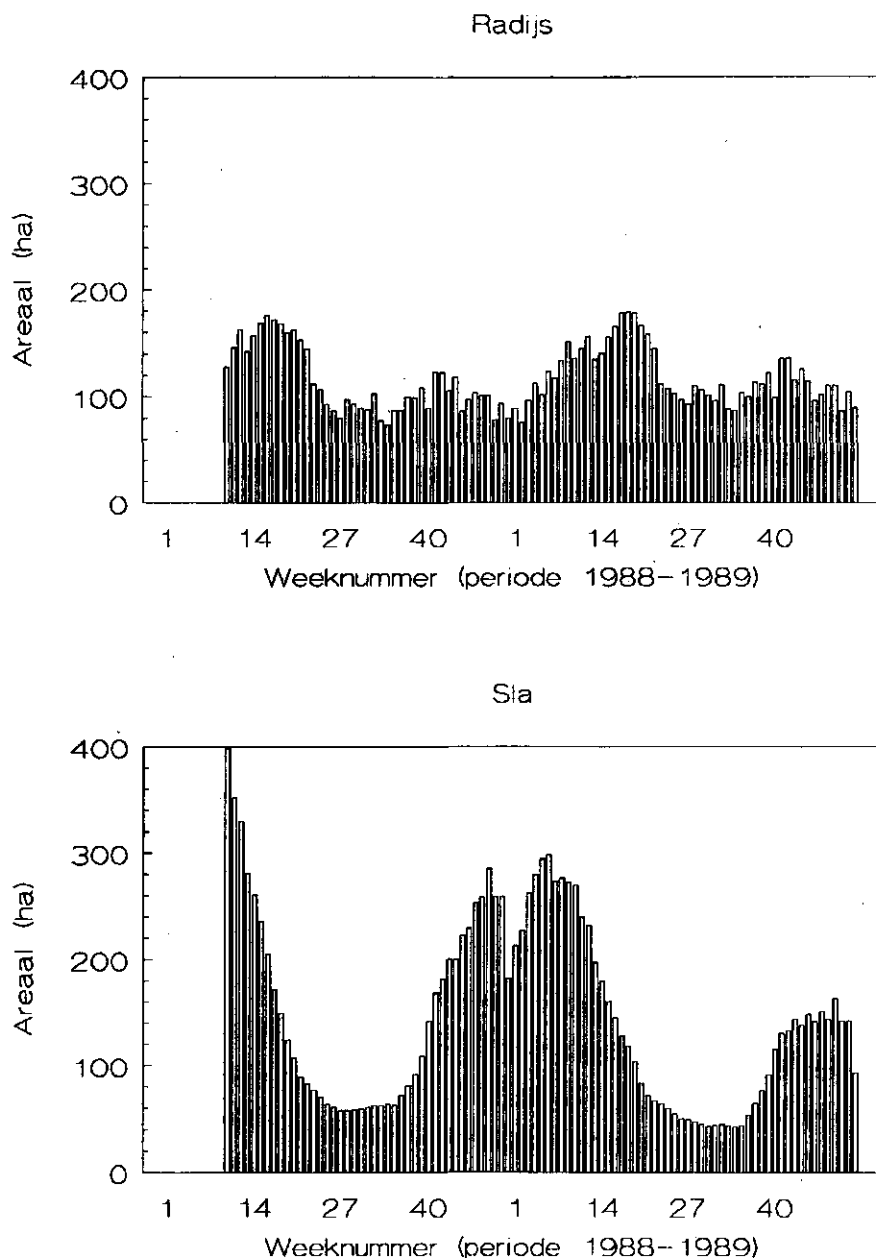
Vervolgens is gekeken naar de gewassen sla en radijs. Beide gewassen worden zowel jaarrond geteeld op gespecialiseerde bedrijven als in combinatie met andere gewassen. Vooral de combinatie tomaat-sla is van betekenis. Uit de veilingaanvoergegevens (per week) en gegevens over de plant- en zaaidichtheid in afhankelijkheid van de teeltperiode (CAD voor de Groenteteelt en CAD voor de Bloemisterij, 1989) is het geoogste areaal van week tot week afgeleid. Vervolgens is teruggerekend in de tijd naar het van week tot week ingeplante of ingezaaide areaal, rekening houdend met de teeltduur in afhankelijkheid van het jaargetijde. Tenslotte is daaruit het van week tot week aanwezige areaal gereconstrueerd. Het resultaat is verwerkt in fig. 2. Het verloop van het areaal met sla vertoont een uitgesproken seizoeneffect, voor radijs is dat in mindere mate het geval.

Het minimum areaal voor sla is ca. 50 ha en voor radijs ca. 100 ha. Er is aangenomen dat dát de arealen met jaarrondteelten zijn. Het areaal sla volgens fig 2, verminderd met het areaal jaarrondteelt (50 ha), leidt tot een schatting van het areaal met de combinatie rijgewas-sla. Hierbij doet zich wel het probleem voor dat de betekenis van die combinatie juist in de periode waarop het onderzoek betrekking heeft drastisch terugliep. Voor de periode rond de jaarwisseling 1988/89 leidt fig. 2 tot een schatting van ca. 200 ha (250 ha totaal verminderd met 50 ha jaarrondteelt), voor de periode rond de jaarwisseling 1989/90 is dat nog maar ca. 100 ha (150 ha totaal verminderd met 50 ha jaarrondteelt). Het areaal van 200 ha komt overeen met het areaal dat werd ingeplant met rijgewassen in de grond in de periode februari t/m mei en waarvan is verondersteld dat het ging om vooral de combinatie tomaat-sla.

Voor de situatie medio mei ontstaat dan voor de groenteteelten het volgende beeld:

- areaal tomaat, paprika, komkommer, aubergine los van de grond: 1000 ha;
- idem, in de grond: 100 ha;
- idem, in de grond, met sla in het winterseizoen: 200 ha;
- areaal jaarrondteelt van sla: 50 ha;
- idem, radijs: 100 ha.

De som van deze arealen is 1450 ha. Het totale areaal met groenteteelten volgens de landbouwtelling is 1600 ha. Het verschil van 150 ha is toegedeeld aan de categorie overige groenten. Het gaat om een grote diversiteit aan gewassen en combinaties van gewassen.



**Fig. 2** Verloop van het areaal met radijs en sla in het WDM-gebied in de periode 1988-1989

Om het beeld te completeren is overlegd met bedrijfstakdeskundigen om te komen tot het inschatten van het moment waarop bepaalde teelten in het najaar worden beëindigd. Die informatie is verwerkt in de codering van de bedrijfssystemen (par. 3.6).

Het resultaat is opgenomen in de tabel 5. Er zijn voor de groenten in totaal 20 verschillende bedrijfssystemen, waarvan 11 met teelt los van de grond en 9 met teelt in de grond. De bedrijfssystemen zijn alfabetisch gerangschikt. Met het oog op de toekomstige situatie is rekening gehouden met bedrijfssystemen die nu nog geen rol spelen. Voor de groenteteelten los van de grond gaat het om de gewassen sla, radijs

Tabel 5    *Bedrijfsystemen met teelt los van de grond en met teelt in de grond en bijbehorende arealen in de referentiesituatie, voor het WDM-gebied*

| Gewas                      | Codering (bedrijfs-<br>systemen met teelt<br>los van de grond) |      |      |      | Areaal<br>(ha) | Codering (bedrijfs-<br>systemen met teelt<br>in de grond) |      |      |      | Areaal<br>(ha) |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------|------|------|------|----------------|-----------------------------------------------------------|------|------|------|----------------|
| Aubergine                  | AUBE                                                           | AUBE | 3630 | SUBS | 45             | OVGR                                                      | OVGR | 4333 | GRON | 165            |
| Komkommer                  | KOMK                                                           | KOMK | 3630 | SUBS | 40             | RADS                                                      | RADS | 3433 | GRON | 100            |
|                            | KOMK                                                           | KOMK | 0232 | SUBS | 20             | SLA                                                       | SLA  | 3433 | GRON | 50             |
| Overige groenten           | OVGR                                                           | OVGR | 3433 | SUBS | 0              | TPKA                                                      | TPKA | 3631 | GRON | 30             |
| Paprika                    | PAPR                                                           | PAPR | 3531 | SUBS | 105            | TPKA                                                      | TPKA | 0230 | GRON | 60             |
|                            | PAPR                                                           | PAPR | 0232 | SUBS | 90             | TPKA                                                      | SLA  | 0524 | GRON | 55             |
| Radijs                     | RADS                                                           | RADS | 3433 | SUBS | 0              | TPKA                                                      | SLA  | 0824 | GRON | 50             |
| Sla                        | SLA                                                            | SLA  | 3433 | SUBS | 0              | TPKA                                                      | SLA  | 1126 | GRON | 55             |
| Tomaat                     | TOMA                                                           | TOMA | 3632 | SUBS | 560            | TPKA                                                      | SLA  | 1427 | GRON | 35             |
|                            | TOMA                                                           | TOMA | 0234 | SUBS | 110            |                                                           |      |      |      |                |
|                            | TOMA                                                           | TOMA | 0535 | SUBS | 30             |                                                           |      |      |      |                |
| Totaal groenten            |                                                                |      |      |      | 1000           |                                                           |      |      |      | 600            |
| Amaryllis                  | AMAR                                                           | AMAR | 3433 | SUBS | 0              | AMAR                                                      | AMAR | 3433 | GRON | 71             |
| Anjer                      | ANJE                                                           | ANJE | 3433 | SUBS | 24             | ANJE                                                      | ANJE | 3433 | GRON | 118            |
| Chrysant                   | CHRY                                                           | CHRY | 3433 | SUBS | 0              | CHRY                                                      | CHRY | 3433 | GRON | 334            |
| Freesia                    | FREE                                                           | FREE | 3433 | SUBS | 0              | FREE                                                      | FREE | 3433 | GRON | 174            |
| Gerbera                    | GERB                                                           | GERB | 3433 | SUBS | 26             | GERB                                                      | GERB | 3433 | GRON | 36             |
| Lelie                      | LELI                                                           | LELI | 3433 | SUBS | 0              | LELI                                                      | LELI | 3433 | GRON | 90             |
| Orchidee                   | ORCH                                                           | ORCH | 3433 | SUBS | 35             | OVBL                                                      | OVBL | 3433 | GRON | 284            |
| Overige bloemen            | OVBL                                                           | OVBL | 3433 | SUBS | 43             | ROOS                                                      | ROOS | 3433 | GRON | 108            |
| Roos                       | ROOS                                                           | ROOS | 3433 | SUBS | 15             |                                                           |      |      |      |                |
| Totaal bloemen             |                                                                |      |      |      | 143            |                                                           |      |      |      | 1215           |
| Opkweekmateriaal (gr.+bl.) | OPKW                                                           | OPKW | 3433 | SUBS | 120            |                                                           |      |      |      |                |
| Potplanten                 | POTP                                                           | POTP | 3433 | SUBS | 126            | POTP                                                      | POTP | 3433 | GRON | 126            |
| Totaal restgroep           |                                                                |      |      |      | 246            |                                                           |      |      |      | 126            |

en de categorie overige groenten. Bij de gewassen tomaat, paprika en komkommer is het totale areaal over drie resp. twee verschillende bedrijfssystemen verdeeld, op basis van de teeltperiode. De arealen met tomaat, paprika, komkommer en aubergine in de grond zijn beperkt en daarom samengevoegd. Dat heeft geleid tot bedrijfssystemen met de code TPKA\_.... Bij de combinatie met sla zijn de arealen verdeeld over vier verschillende bedrijfssystemen, op basis van de teeltperiode.

#### 4.1.1.2 Bloementeelsector

De indeling van de bloemisterijgewassen volgens de landbouwtelling (tabel 1) is de basis voor het kiezen van de bedrijfssystemen die in tabel 5 voor de bloemen zijn onderscheiden. Het overnemen van de CBS-indeling impliceert dat het om monocultures zou gaan. Een gewas rozen of orchideeën kent een teeltduur van meer dan één jaar, een gewas anjers of gerbera's van tenminste een jaar. Voor die vier gewassen is de aanname dan ook zonder meer gerechtvaardigd. Voor het gewas chrysant betekent het dat het totale areaal is toegekend aan bedrijven met jaarrondteelt. Het dóórlopende karakter van de teelten komt tot uitdrukking in de code 3433\_ voor de teeltperiode. Voor alle gewassen met uitzondering van orchidee is zowel met teelt in de grond als met teelt los van de grond rekening gehouden.

Gegevens voor het WDM-gebied over de verdeling van het areaal met roos, anjer en gerbera over teelt in de grond en teelt los van de grond waren niet beschikbaar. Daarom is gewerkt met gegevens voor de landelijke situatie, ontleend aan eerder onderzoek (Haskoning, 1990). Het gaat om schattingen die op het raadplegen van een aantal bronnen van informatie zijn gebaseerd. Dit gaf het volgende beeld:

- rozen worden op 12,5% van het landelijk areaal los van de grond geteeld;
- anjers worden op 17% van het landelijk areaal los van de grond geteeld;
- gerbera's worden op 42% van het landelijk areaal los van de grond geteeld;
- de overige snijbloemen worden op 18% van het landelijk areaal los van de grond geteeld;
- chrysant, freesia, lelie en amaryllis worden uitsluitend in de grond geteeld;
- orchideeën worden uitsluitend los van de grond geteeld.

Op basis van bovenstaande verdeelsleutels zijn de arealen uit tabel 1 verdeeld in arealen met teelt in de grond en teelt los van de grond. Het resultaat is verwerkt in tabel 5.

#### 4.1.1.3 Restgroep

De restgroep bestaat uit de potplanten en het opkweekmateriaal van zowel groenten als bloemen. Blijkens tabel 1 beslaan de potplanten in het WDM-gebied 252 ha en het opkweekmateriaal 120 ha (82 ha voor groenten, 38 ha voor bloemen).

Uit landelijke gegevens van het LEI blijkt dat de teelt van potplanten voor ca. 50%

plaatsvindt op een verharde ondergrond (vaste tafels, roltafels, betonnen vloeren enz.) en voor de andere 50% op de grond. Het totale areaal is daarom voor de helft toegedeeld aan het bedrijfssysteem met teelt los van de grond (tabel 5: code POTP\_POTP\_SUBS\_3433\_) en voor de andere helft aan het bedrijfssysteem met teelt in de grond (code POTP\_POTP\_GRON\_3433\_). Het gehele areaal met opkweekmateriaal is toegedeeld aan één bedrijfssysteem met teelt los van de grond (code OPKW\_OPKW\_SUBS\_3433\_).

#### 4.1.2 Toedelen van het areaal per bedrijfssysteem aan bedrijfssituaties

Het toedelen van het totale areaal per bedrijfssysteem aan de bedrijfssituaties komt neer op het verdelen van de arealen uit tabel 5 over de bedrijfssituaties die in de matrixstructuur van tabel 2 en 3 voorkomen. Bij de bedrijfssystemen met teelt los van de grond gaat het om het verdelen over de 10 bedrijfssituaties van de kolom onder teeltmethode VD met waterkwaliteitsklasse C: in de referentiesituatie is hergebruik immers nog niet van betekenis en gaat het om het huidige drinkwater. Aan de resterende 70 bedrijfssituaties wordt in de matrix voor het RF-scenario een oppervlakte van 0 ha toegekend.

Het verdelen van de arealen per bedrijfssysteem over de 10 bedrijfssituaties met bassins van 0 tot  $6000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  komt neer op het evalueren van de betekenis van het regenwater, op basis van het marktonderzoek van de waterleidingbedrijven. Via de Drinkwaterleiding Rotterdam is contact gezocht met het Centrum voor Marketing Analyses en Sociaal Wetenschappelijk Onderzoek, de uitvoerder van het marktonderzoek. Er is toestemming verkregen om de oorspronkelijke enquêteformulieren te raadplegen. Voor het WDM-gebied ging het om ca. 300 formulieren. De relevante vragen hadden betrekking op:

- de totale teeltoppervlakte van de geënquêteerde bedrijven;
- de verdeling van de teeltoppervlakte over verschillende gewassen;
- het type substraat;
- de gietwatervoorziening;
- de grootte van regenwaterbassin(s).

De antwoorden zijn per bedrijf gecodeerd en in die vorm opgenomen in een bestand met gegevens voor automatische verwerking.

Het bestand is opgeschoond en uitgewerkt. Het opschonen had betrekking op het elimineren van onwaarschijnlijke situaties, zoals bijvoorbeeld het telen los van de grond met uitsluitend regenwater of het telen in de grond met drinkwater. Het uitwerken had betrekking op het volgende:

- bij bedrijven met een regenwaterbassin en met meer dan één gewas is de bassininhoud naar rato van de beteelde oppervlakten verdeeld voor zover het bedrijven betrof waar de verschillende gewassen alle in de grond of alle los van de grond werden geteeld;
- bij bedrijven met een regenwaterbassin en met teelt van zowel gewas(sen) in de grond als los van de grond is de bassininhoud volledig toegekend aan de opper-

vlakte met het (de) los van de grond geteelde gewas(sen), met drinkwater als suppletiebron; voor de resterende oppervlakte met teelt in de grond is uitgegaan van uitsluitend oppervlaktewater.

De inhoud van de regenwaterbassins (in  $m^3$ ) volgens de enquête heeft betrekking op de gehele teeltoppervlakte (in  $m^2$ ) van het desbetreffende bedrijf. Als laatste stap is hieruit de inhoud van het regenwaterbassin berekend per eenheid van teeltoppervlakte. Zo is een bestand opgebouwd met per geënquêteerd bedrijf de volgende informatie:

- de teeltoppervlakte in ha;
- de capaciteit van de regenwateropslag in  $m^3 \cdot ha^{-1}$ ;
- code voor het type gewas (groenten, bloemen, restgroep);
- code voor het type substraat (in de grond of los van de grond).

Het bestand is als volgt gesorteerd:

- eerste sortering naar gewasgroep, met onderscheid tussen enerzijds de groenten plus bloemen samen en anderzijds de restgroep;
- tweede sortering op basis van het onderscheid tussen teelt in de grond en teelt los van de grond;
- derde sortering op basis van de capaciteit van de regenwateropslag.

Binnen het gesorteerde bestand zijn oppervlakten gesommeerd om te komen tot totale oppervlakten per gewasgroep, per teeltmethode en per bassingrootteklasse. Het resultaat van de gehele bewerking is opgenomen in tabel 6. De arealen in ha slaan op de steekproef, niet op het gehele WDM-gebied. De procentuele verdeling is de sleutel voor het verdelen van de oppervlakten per bedrijfssysteem uit tabel 5 over de 10 bedrijfssituaties volgens de opzet van tabel 2 resp. 3.

**Tabel 6** *Teeltoppervlakten in de steekproef van het marktonderzoek van de waterleidingbedrijven per bassingrootteklasse, in ha en %, voor teelten in de grond en los van de grond en voor de restgroep (potplanten en opkweekmateriaal), voor het WDM-gebied*

| Bassingrootte<br>( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ) | Los van de grond |       | In de grond |       | Restgroep |       |
|------------------------------------------|------------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|
|                                          | (ha)             | (%)   | (ha)        | (%)   | (ha)      | (%)   |
| 0- 250                                   | 33,0             | 29,4  | 147,4       | 89,7  | 12,2      | 39,5  |
| 250- 750                                 | 7,2              | 6,4   | 3,2         | 1,9   | 1,7       | 5,5   |
| 750- 1250                                | 10,6             | 9,4   | 2,9         | 1,8   | 5,2       | 16,8  |
| 1250-1750                                | 9,6              | 8,6   | 6,9         | 4,2   | 2,7       | 8,7   |
| 1750-2250                                | 7,1              | 6,3   | 0,1         | 0,1   | 1,2       | 3,9   |
| 2250-2750                                | 17,1             | 15,2  | 1,5         | 0,9   | 7,1       | 23,0  |
| 2750-3500                                | 9,4              | 8,4   | 0,7         | 0,4   | 0,0       | 2,6   |
| 3500-4500                                | 4,8              | 4,3   | 1,6         | 1,0   | 0,0       | 0,0   |
| 4500-5500                                | 10,7             | 9,5   | 0,0         | 0,0   | 0,8       | 0,0   |
| >5500                                    | 2,8              | 2,5   | 0,0         | 0,0   | 0,0       | 0,0   |
|                                          | 112,3            | 100,0 | 164,3       | 100,0 | 30,9      | 100,0 |

Uit het voorgaande blijkt dat bij het sorteren geen onderscheid is gemaakt tussen

groenten en bloemen binnen het areaal met teelt los van de grond en binnen het areaal met teelt in de grond. Om dat te bereiken zou op het hoogste niveau moeten worden gesorteerd naar groenten en bloemen (en de restgroep). De steekproef (aantal geënquêteerde bedrijven) was te beperkt om een dergelijke uitsplitsing zinvol te doen zijn. Om dezelfde reden is evenmin onderscheid gemaakt tussen teelt in de grond en los van de grond binnen de restgroep.

## 4.2 DTG-gebied

### 4.2.1 Toedelen van het totale glasareaal aan bedrijfssystemen

#### 4.2.1.1 Groenteteeltsector

Het gebied met drinkwaterlevering door de DTG valt in grote lijnen samen met het aanvoergebied van de veiling de Kring in Bleiswijk. De enquêtegegevens van die veiling zijn opgenomen in tabel 7.

Het totale geplante of ingezaaide areaal komt uit op 750 ha op jaarbasis. De landbouwtelling komt blijkens tabel 1 uit op een areaal groentegewassen van 555 ha per 1 mei. Ook hier moeten dubbeltellingen in het spel zijn. Het areaal met sla is van weinig betekenis en radijs komt zelfs helemaal niet voor. Die gewassen spelen bij de dubbeltellingen dus geen rol.

De som van de arealen tomaat, paprika, komkommer en aubergine over de periode vanaf november t/m april is vergeleken met de arealen per 1 mei volgens de landbouwtelling. Dat geeft het volgende beeld:

|                                                               |         |
|---------------------------------------------------------------|---------|
| - tomaat aanwezig per 1-5-1989:                               | 241 ha; |
| - tomaat aangeplant, periode november 1988 t/m april 1989:    | 284 ha; |
| - paprika aanwezig per 1-5-1989:                              | 104 ha; |
| - paprika aangeplant, periode november 1988 t/m april 1989:   | 99 ha;  |
| - komkommer aanwezig per 1-5-1989:                            | 176 ha; |
| - komkommer aangeplant, periode november 1988 t/m april 1989: | 169 ha; |
| - totaal voor tomaat, paprika, komkommer, volgens telling:    | 521 ha; |
| - totaal voor tomaat, paprika, komkommer, volgens enquête:    | 552 ha. |

Het verschil is gering en bevestigt óók voor het DTG-gebied de bruikbaarheid van de veilinggegevens. Blijkens die gegevens is in de periode vanaf mei t/m september 1989 een areaal komkommer van ca. 100 ha aangeplant. Het gaat om vervangende teelten, dat wil zeggen, om tweede en derde teelten die bijdragen tot het dubbeltellen.

Het totale areaal met groentegewassen is uiteindelijk gesteld op 550 ha, waarvan 500 ha wordt ingenomen door de gewassen tomaat, paprika, komkommer en aubergine en de resterende 50 ha door de categorie overige groenten. Daar is ook het gewas

**Tabel 7**      *Geplante of ingezaaide arealen groentegewassen per maand voor de periode november 1988 t/m oktober 1989 voor het DTG-gebied (arealen voor veiling de Kring), volgens de areaalsenquêtes van 1-3-1989 en 1-11-1989*

| Arealen (ha) per maand | nov | dec | jan | feb | mrt | apr | mei | jun | jul | aug | sep | okt | totaal |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| Tomaten                | 7   | 234 | 10  | 1   | 2   | 30  | 31  | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 316    |
| Paprika                | 2   | 90  | 6   | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 100    |
| Komkommer              | 0   | 129 | 35  | 1   | 1   | 3   | 2   | 5   | 51  | 48  | 6   | 0   | 281    |
| Aubergine              | 0   | 17  | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 18     |
|                        | 9   | 470 | 53  | 2   | 4   | 33  | 34  | 6   | 51  | 48  | 6   | 0   | 715    |
| Sla                    | 4   | 2   | 3   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 5   | 4   | 5   | 25     |
| Radijs                 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0      |
| Overige groenten       | 0   | 1   | 2   | 4   | 3   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 11     |
|                        | 4   | 3   | 5   | 5   | 4   | 1   | 0   | 0   | 0   | 5   | 4   | 5   | 36     |
| Totaal                 | 13  | 473 | 57  | 7   | 8   | 34  | 34  | 6   | 51  | 53  | 10  | 5   | 751    |

| Arealen (ha) cumulatief | nov | dec | jan | feb | mrt | apr | mei | jun | jul | aug | sep | okt | totaal |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| Tomaten                 | 7   | 241 | 251 | 252 | 254 | 284 | 315 | 316 | 316 | 316 | 316 | 316 | 316    |
| Paprika                 | 2   | 92  | 98  | 98  | 99  | 99  | 99  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100    |
| Komkommer               | 0   | 129 | 164 | 165 | 166 | 169 | 171 | 176 | 227 | 275 | 281 | 281 | 281    |
| Aubergine               | 0   | 17  | 18  | 18  | 18  | 18  | 18  | 18  | 18  | 18  | 18  | 18  | 18     |
|                         | 9   | 479 | 531 | 533 | 537 | 570 | 604 | 610 | 661 | 709 | 715 | 715 | 715    |
| Sla                     | 4   | 6   | 9   | 10  | 11  | 11  | 11  | 11  | 11  | 16  | 20  | 25  | 25     |
| Radijs                  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0      |
| Overige groenten        | 0   | 1   | 3   | 7   | 10  | 11  | 11  | 11  | 11  | 11  | 11  | 11  | 11     |
|                         | 4   | 7   | 12  | 17  | 21  | 22  | 22  | 22  | 22  | 27  | 31  | 36  | 36     |
| Totaal                  | 13  | 486 | 543 | 550 | 558 | 592 | 626 | 632 | 683 | 736 | 746 | 751 | 751    |

Tabel 8 Bedrijfsystemen met teelt los van de grond en met teelt in de grond en bijbehorende arealen in de referentiesituatie, voor het DTG-gebied

| Gewas                      | Codering (bedrijfs-<br>systemen met teelt<br>los van de grond) |      | Areaal<br>(ha) | Codering (bedrijfs-<br>systemen met teelt<br>in de grond) |      | Areaal<br>(ha) |      |     |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------|------|----------------|-----------------------------------------------------------|------|----------------|------|-----|
| Aubergine                  | AUBE                                                           | AUBE | 15             | OVGR                                                      | OVGR | 4333           | GRON | 50  |
| Komkommer                  | KOMK                                                           | KOMK | 120            | RADS                                                      | RADS | 3433           | GRON | 0   |
|                            | KOMK                                                           | KOMK | 0              | SLA                                                       | SLA  | 3433           | GRON | 0   |
| Overige groenten           | OVGR                                                           | OVGR | 0              | TPKA                                                      | TPKA | 3631           | GRON | 70  |
| Paprika                    | PAPR                                                           | PAPR | 40             | TPKA                                                      | TPKA | 0230           | GRON | 15  |
|                            | PAPR                                                           | PAPR | 0              | TPKA                                                      | SLA  | 0524           | GRON | 0   |
| Radijs                     | RADS                                                           | RADS | 0              | TPKA                                                      | SLA  | 0824           | GRON | 0   |
| Sla                        | SLA                                                            | SLA  | 0              | TPKA                                                      | SLA  | 1126           | GRON | 0   |
| Tomaat                     | TOMA                                                           | TOMA | 240            | TPKA                                                      | SLA  | 1427           | GRON | 0   |
|                            | TOMA                                                           | TOMA | 0              |                                                           |      |                |      |     |
|                            | TOMA                                                           | TOMA | 0              |                                                           |      |                |      |     |
| Totaal groenten            |                                                                |      | 415            |                                                           |      |                |      | 135 |
| Amaryllis                  | AMAR                                                           | AMAR | 0              | AMAR                                                      | AMAR | 3433           | GRON | 6   |
| Anjer                      | ANJE                                                           | ANJE | 3              | ANJE                                                      | ANJE | 3433           | GRON | 12  |
| Chrysant                   | CHRY                                                           | CHRY | 0              | CHRY                                                      | CHRY | 3433           | GRON | 64  |
| Freesia                    | FREE                                                           | FREE | 0              | FREE                                                      | FREE | 3433           | GRON | 6   |
| Gerbera                    | GERB                                                           | GERB | 33             | GERB                                                      | GERB | 3433           | GRON | 46  |
| Lelie                      | LELI                                                           | LELI | 0              | LELI                                                      | LELI | 3433           | GRON | 14  |
| Orchidee                   | ORCH                                                           | ORCH | 68             | OVBL                                                      | OVBL | 3433           | GRON | 87  |
| Overige bloemen            | OVBL                                                           | OVBL | 11             | ROOS                                                      | ROOS | 3433           | GRON | 147 |
| Roos                       | ROOS                                                           | ROOS | 21             |                                                           |      |                |      |     |
| Totaal bloemen             |                                                                |      | 136            |                                                           |      |                |      | 382 |
| Opkweekmateriaal (gr.+bl.) | OPKW                                                           | OPKW | 17             |                                                           |      |                |      |     |
| Potplanten                 | POTP                                                           | POTP | 56             | POTP                                                      | POTP | 3433           | GRON | 28  |
| Totaal restgroep           |                                                                |      | 73             |                                                           |      |                |      | 28  |

sla bij ondergebracht. De verdeling van het totale areaal over de bedrijfssystemen is opgenomen in tabel 8, gebruik makend van de gegevens van de veiling om te komen tot een verdeling over teelt in de grond en teelt los van de grond.

#### 4.2.1.2 Bloementeelsector

De arealen volgens de landbouwtelling zijn ondergebracht bij de desbetreffende teeltsystemen in tabel 8. De landelijke verdeelsleutel (par. 4.1.1.2) voor teelt in de grond en teelt los van de grond is ook op het DTG-gebied toegepast.

#### 4.2.1.3 Restgroep

De restgroep omvat de potplanten en het opkweekmateriaal. Het gaat om in totaal ca. 100 ha volgens de landbouwtelling. De verdeling over de bedrijfssystemen heeft plaatsgevonden overeenkomstig die voor het WDM-gebied.

#### 4.2.2 Toedelen van het areaal per bedrijfssysteem aan bedrijfssituaties

De werkwijze bij het toedelen van de arealen per bedrijfssysteem aan de bedrijfssituaties is in par. 4.1.2 in detail beschreven. Het resultaat voor het DTG-gebied is opgenomen in tabel 9.

**Tabel 9** *Teeltoppervlakten in de steekproef van het marktonderzoek van de waterleidingbedrijven per bassinggrootteklasse, in ha en %, voor teelten in de grond en los van de grond en voor de restgroep (potplanten en opkweekmateriaal), voor het DTG-gebied*

| Bassinggrootte<br>(m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | Los van de grond |       | In de grond |       | Restgroep |       |
|-------------------------------------------------------|------------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|
|                                                       | (ha)             | (%)   | (ha)        | (%)   | (ha)      | (%)   |
| 0-250                                                 | 40,9             | 19,5  | 49,6        | 54,8  | 8,1       | 34,8  |
| 250-750                                               | 17,6             | 8,4   | 6,0         | 6,6   | 3,5       | 15,0  |
| 750-1250                                              | 13,0             | 6,2   | 12,9        | 14,2  | 2,1       | 9,0   |
| 1250-1750                                             | 18,3             | 8,7   | 7,0         | 7,7   | 4,0       | 17,2  |
| 1750-2250                                             | 21,3             | 10,1  | 2,4         | 2,7   | 0,4       | 1,7   |
| 2250-2750                                             | 40,5             | 19,3  | 1,4         | 1,6   | 1,2       | 5,2   |
| 2750-3500                                             | 22,8             | 10,8  | 3,4         | 3,7   | 2,8       | 12,0  |
| 3500-4500                                             | 20,4             | 9,7   | 5,8         | 6,4   | 1,2       | 5,1   |
| 4500-5500                                             | 10,2             | 4,9   | 1,1         | 1,2   | 0,0       | 0,0   |
| > 5500                                                | 5,0              | 2,4   | 1,0         | 1,1   | 0,0       | 0,0   |
|                                                       | 210,0            | 100,0 | 90,6        | 100,0 | 23,3      | 100,0 |

## 5 BESCHRIJVEN VAN DE GLASTUINBOUW IN DE TOEKOMSTIGE SITUATIE: MINIMUMSCENARIO, MAXIMUMSCENARIO EN SCENARIOVARIANTEN

Het beschrijven van de glastuinbouw in de toekomstige situatie komt neer op het toedelen van het totale toekomstige glasareaal aan bedrijfssituaties die in de matrixstructuur zijn opgenomen. Bij de opzet van de matrix is daarmee rekening gehouden door het opnemen van bedrijfssystemen voor het telen los van de grond van gewassen die in de referentiesituatie nog uitsluitend in de grond worden geteeld en door het opnemen van bedrijfssituaties met hergebruik en met drinkwater van klasse B of A.

Het volledig beschrijven van de toekomstige situatie verloopt via de volgende stappen:

- het vastleggen van het totale glasareaal per gebied en het verdelen daarvan over de sectoren groenten, bloemen en de restgroep;
- het verdelen van het totale areaal per sector over de bedrijfssystemen;
- het verdelen van het totale areaal per bedrijfssysteem over de bedrijfssituaties.

Overigens gaat het om het beschrijven van een eindtoestand, zonder aandacht te besteden aan de vraag wanneer en langs welke weg die eindtoestand zal worden bereikt.

### 5.1 Totale toekomstige glasareaal en de verdeling over de sectoren

Uitgangspunten voor het opstellen van toekomstscenario's zijn:

- het totale glasareaal blijft gehandhaafd op het niveau van het RF-scenario;
- de verdeling over de sectoren blijft dezelfde als die van het RF-scenario.

Concreet betekent het dat is uitgegaan van tabel 1:

- een toekomstig glasareaal van 3330 ha in het WDM-gebied, waarvan 1600 ha groenten, 1360 ha bloemen, 370 ha restgroep;
- een toekomstig glasareaal van 1170 ha in het DTG-gebied, waarvan 550 ha groenten, 520 ha bloemen, 100 ha restgroep.

Deze uitgangspunten maken het vergelijken van resultaten van berekeningen voor de toekomstscenario's met resultaten voor het RF-scenario mogelijk, zonder dat die vergelijking beïnvloed wordt door het uitbreiden of inkrimpen van het glasareaal of door verschuivingen tussen de sectoren. De gevolgen van het overgaan van het telen in de grond naar het telen los van de grond, van hergebruik en van het aspect waterkwaliteit komen daardoor duidelijk tot uiting.

Tabel 10 Overzicht bedrijfssystemen met toegedeelde oppervlakten (ha) voor het WDM-gebied volgens het RF-scenario en volgens het MN- en MX-scenario

| Bedrijfsysteem |      |      |      | RF-<br>scenario<br>(ha) | MN-<br>scenario<br>(ha) | MX-<br>scenario<br>(ha) |
|----------------|------|------|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| AUBE           | AUBE | 3630 | SUBS | 45                      | 58 ( 45+ 13)            | 58 ( 45+ 13)            |
| KOMK           | KOMK | 3630 | SUBS | 40                      | 51 ( 40+ 11)            | 51 ( 40+ 11)            |
| KOMK           | KOMK | 0232 | SUBS | 20                      | 26 ( 20+ 6)             | 26 ( 20+ 6)             |
| PAPR           | PAPR | 3531 | SUBS | 105                     | 135 ( 105+ 30)          | 135 ( 105+ 30)          |
| PAPR           | PAPR | 0232 | SUBS | 90                      | 116 ( 90+ 26)           | 116 ( 90+ 26)           |
| RADS           | RADS | 3433 | SUBS | 0                       | 0                       | 100 ( 0+ 100)           |
| SLA            | SLA  | 3433 | SUBS | 0                       | 0                       | 50 ( 0+ 50)             |
| TOMA           | TOMA | 3632 | SUBS | 560                     | 720 ( 560+ 160)         | 720 ( 560+ 160)         |
| TOMA           | TOMA | 0234 | SUBS | 110                     | 141 ( 110+ 31)          | 141 ( 110+ 31)          |
| TOMA           | TOMA | 0535 | SUBS | 30                      | 38 ( 30+ 8)             | 38 ( 30+ 8)             |
|                |      |      |      | 1000                    | 1285                    | 1435                    |
| AMAR           | AMAR | 3433 | SUBS | 0                       | 0                       | 71 ( 0+ 71)             |
| ANJE           | ANJE | 3433 | SUBS | 24                      | 142 ( 24+ 118)          | 142 ( 24+ 118)          |
| CHRY           | CHRY | 3433 | SUBS | 0                       | 0                       | 334 ( 0+ 334)           |
| FREE           | FREE | 3433 | SUBS | 0                       | 0                       | 174 ( 0+ 174)           |
| GERB           | GERB | 3433 | SUBS | 26                      | 62 ( 26+ 36)            | 62 ( 26+ 36)            |
| LELI           | LELI | 3433 | SUBS | 0                       | 0                       | 90 ( 0+ 90)             |
| ORCH           | ORCH | 3433 | SUBS | 35                      | 35                      | 35                      |
| OVBL           | OVBL | 3433 | SUBS | 43                      | 43                      | 43                      |
| ROOS           | ROOS | 3433 | SUBS | 15                      | 123 ( 15+ 108)          | 123 ( 15+ 108)          |
|                |      |      |      | 143                     | 405                     | 1074                    |
| OPKW           | OPKW | 3433 | SUBS | 120                     | 120                     | 120                     |
| POTP           | POTP | 3433 | SUBS | 126                     | 252 ( 126+ 126)         | 252 ( 126+ 126)         |
|                |      |      |      | 246                     | 372                     | 372                     |
| OVGR           | OVGR | 3433 | GRON | 165                     | 165                     | 165                     |
| RADS           | RADS | 3433 | GRON | 100                     | 100                     | 0                       |
| SLA            | SLA  | 3433 | GRON | 50                      | 50                      | 0                       |
| TPKA           | TPKA | 3631 | GRON | 30                      | 0                       | 0                       |
| TPKA           | TPKA | 0230 | GRON | 60                      | 0                       | 0                       |
| TPKA           | SLA  | 0524 | GRON | 55                      | 0                       | 0                       |
| TPKA           | SLA  | 0824 | GRON | 50                      | 0                       | 0                       |
| TPKA           | SLA  | 1126 | GRON | 55                      | 0                       | 0                       |
| TPKA           | SLA  | 1427 | GRON | 35                      | 0                       | 0                       |
|                |      |      |      | 600                     | 315                     | 165                     |
| AMAR           | AMAR | 3433 | GRON | 71                      | 71                      | 0                       |
| ANJE           | ANJE | 3433 | GRON | 118                     | 0                       | 0                       |
| CHRY           | CHRY | 3433 | GRON | 334                     | 334                     | 0                       |
| FREE           | FREE | 3433 | GRON | 174                     | 174                     | 0                       |
| GERB           | GERB | 3433 | GRON | 36                      | 0                       | 0                       |
| LELI           | LELI | 3433 | GRON | 90                      | 90                      | 0                       |
| OVBL           | OVBL | 3433 | GRON | 284                     | 284                     | 284                     |
| ROOS           | ROOS | 3433 | GRON | 108                     | 0                       | 0                       |
|                |      |      |      | 1215                    | 953                     | 284                     |
| POTP           | POTP | 3433 | GRON | 126                     | 0                       | 0                       |
|                |      |      |      | 126                     | 0                       | 0                       |

## 5.2 Verdelen van het areaal per sector over bedrijfssystemen: minimum- en maximumscenario

Voor de toekomst is rekening gehouden met het overgaan van teelt in de grond naar teelt los van de grond, in overeenstemming met de lijnen die in de Structuurnota Landbouw zijn uitgezet. In het kader van een onderzoek van DLO-Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO) en het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas (PTG) worden de bedrijfseconomische aspecten van het telen los van de grond voor verschillende groepen van gewassen onderzocht. Het blijkt dat de haalbaarheid voor de éénmalig oogstbare groenten (sla, radijs), voor de éénmalig oogstbare snijbloemen (chrysant) en voor de bolbloemen (amaryllis, freesia, lelie) onzeker is.

Gezien die onzekerheid is besloten tot het opstellen van twee toekomstscenario's:

- een minimumscenario (MN-scenario) waarbij alleen dié gewassen los van de grond geteeld worden waarvoor de haalbaarheid zeker lijkt;
- een maximumscenario (MX-scenario) waarbij ook dié gewassen los van de grond geteeld worden waarvoor de haalbaarheid niet vaststaat.

Volgens zowel het MN- als het MX-scenario worden de gewassen tomaat, paprika, komkommer en aubergine volledig los van de grond geteeld. De bedrijfssystemen TPKA\_TPKA\_3631\_GRON\_ en TPKA\_TPKA\_0230\_GRON\_ spelen geen rol meer. Het gaat om 90 ha in het WDM-gebied en 85 ha in het DTG-gebied (zie tabel 5 en 8). Die arealen zijn proportioneel verdeeld over de bedrijfssystemen met teelt los van de grond van tomaat, paprika, komkommer en aubergine. Verder is aangenomen dat de combinaties van een rijgewas met sla geheel verdwijnen. Het gaat om de vier bedrijfssystemen met code TPKA\_SLA\_. Deze vier systemen beslaan in het RF-scenario in het WDM-gebied 195 ha maar ontbreken in het DTG-gebied. Die 195 ha is eveneens proportioneel verdeeld over de bedrijfssystemen met tomaat, paprika, komkommer en aubergine los van de grond. Het verschil tussen het MN- en MX-scenario betreft bij de groenten uiteindelijk alléén de gewassen sla en radijs.

De gewassen roos, gerbera en anjer worden volgens het RF-scenario deels in de grond en deels los van de grond geteeld. In zowel het MN- als het MX-scenario wordt voor die drie gewassen uitgegaan van het volledig overgaan naar teelt los van de grond. Het verschil tussen het MN- en het MX-scenario betreft bij de bloemen de gewassen amaryllis, chrysant, freesia en lelie.

De verdeling van het totale glasareaal over de bedrijfssystemen is opgenomen in tabel 10 voor het WDM-gebied en tabel 11 voor het DTG-gebied. In het MX-scenario worden alléén nog de overige groenten volledig en de overige bloemen gedeeltelijk in de grond geteeld (code OVGR\_OVGR\_3433\_ en OVBL\_OVBL\_3433\_)

De gegevens voor het RF-scenario en voor het MN- en MX-scenario zijn samengevat in tabel 12. De verschillen tussen de beide toekomstscenario's zijn voor het WDM-gebied duidelijk groter dan voor het DTG-gebied.

Tabel 11 Overzicht bedrijfssystemen met toegedeelde oppervlakten (ha) voor het DTG-gebied volgens het RF-scenario en volgens het MN- en MX-scenario

| Bedrijfssysteem |      |      |      | RF-<br>scenario<br>(ha) | MN-<br>scenario<br>(ha) | MX-<br>scenario<br>(ha) |
|-----------------|------|------|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| AUBE            | AUBE | 3630 | SUBS | 15                      | 18 ( 15+ 3)             | 18 ( 15+ 3)             |
| KOMK            | KOMK | 3630 | SUBS | 120                     | 145 ( 120+ 25)          | 145 ( 120+ 25)          |
| KOMK            | KOMK | 0232 | SUBS | 0                       | 0                       | 0                       |
| PAPR            | PAPR | 3531 | SUBS | 40                      | 48 ( 40+ 8)             | 48 ( 40+ 8)             |
| PAPR            | PAPR | 0232 | SUBS | 0                       | 0                       | 0                       |
| RADS            | RADS | 3433 | SUBS | 0                       | 0                       | 0                       |
| SLA             | SLA  | 3433 | SUBS | 0                       | 0                       | 0                       |
| TOMA            | TOMA | 3632 | SUBS | 240                     | 289 ( 240+ 49)          | 289 ( 240+ 49)          |
| TOMA            | TOMA | 0234 | SUBS | 0                       | 0                       | 0                       |
| TOMA            | TOMA | 0535 | SUBS | 0                       | 0                       | 0                       |
|                 |      |      |      | 415                     | 500                     | 500                     |
| AMAR            | AMAR | 3433 | SUBS | 0                       | 0                       | 6 ( 0+ 6)               |
| ANJE            | ANJE | 3433 | SUBS | 3                       | 15 ( 3+ 15)             | 15 ( 3+ 15)             |
| CHRY            | CHRY | 3433 | SUBS | 0                       | 0                       | 64 ( 0+ 64)             |
| FREE            | FREE | 3433 | SUBS | 0                       | 0                       | 6 ( 0+ 6)               |
| GERB            | GERB | 3433 | SUBS | 33                      | 79 ( 33+ 46)            | 79 ( 33+ 46)            |
| LELI            | LELI | 3433 | SUBS | 0                       | 0                       | 14 ( 0+ 14)             |
| ORCH            | ORCH | 3433 | SUBS | 68                      | 68                      | 68                      |
| OVBL            | OVBL | 3433 | SUBS | 11                      | 11                      | 11                      |
| ROOS            | ROOS | 3433 | SUBS | 21                      | 168 ( 21+ 147)          | 168 ( 21+ 147)          |
|                 |      |      |      | 136                     | 341                     | 431                     |
| OPKW            | OPKW | 3433 | SUBS | 17                      | 17                      | 17                      |
| POTP            | POTP | 3433 | SUBS | 56                      | 84 ( 56+ 28)            | 84 ( 56+ 28)            |
|                 |      |      |      | 73                      | 101                     | 101                     |
| OVGR            | OVGR | 3433 | GRON | 50                      | 50                      | 50                      |
| RADS            | RADS | 3433 | GRON | 0                       | 0                       | 0                       |
| SLA             | SLA  | 3433 | GRON | 0                       | 0                       | 0                       |
| TPKA            | TPKA | 3631 | GRON | 70                      | 0                       | 0                       |
| TPKA            | TPKA | 0230 | GRON | 15                      | 0                       | 0                       |
| TPKA            | SLA  | 0524 | GRON | 0                       | 0                       | 0                       |
| TPKA            | SLA  | 0824 | GRON | 0                       | 0                       | 0                       |
| TPKA            | SLA  | 1126 | GRON | 0                       | 0                       | 0                       |
| TPKA            | SLA  | 1427 | GRON | 0                       | 0                       | 0                       |
|                 |      |      |      | 135                     | 50                      | 50                      |
| AMAR            | AMAR | 3433 | GRON | 6                       | 6                       | 0                       |
| ANJE            | ANJE | 3433 | GRON | 12                      | 0                       | 0                       |
| CHRY            | CHRY | 3433 | GRON | 64                      | 64                      | 0                       |
| FREE            | FREE | 3433 | GRON | 6                       | 6                       | 0                       |
| GERB            | GERB | 3433 | GRON | 46                      | 0                       | 0                       |
| LELI            | LELI | 3433 | GRON | 14                      | 14                      | 0                       |
| OVBL            | OVBL | 3433 | GRON | 87                      | 87                      | 87                      |
| ROOS            | ROOS | 3433 | GRON | 147                     | 0                       | 0                       |
|                 |      |      |      | 382                     | 177                     | 87                      |
| POTP            | POTP | 3433 | GRON | 28                      | 0                       | 0                       |
|                 |      |      |      | 28                      | 0                       | 0                       |

**Tabel 12 Arealen met teelt los van de grond en teelt in de grond in het WDM- en het DTG-gebied, volgens het RF-scenario en volgens het MN- en MX-scenario**

|                    | RF-scenario           |                  | MN-scenario           |                  | MX-scenario           |                  |
|--------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|------------------|
|                    | los van de grond (ha) | in de grond (ha) | los van de grond (ha) | in de grond (ha) | los van de grond (ha) | in de grond (ha) |
| <b>WDM-gebied</b>  |                       |                  |                       |                  |                       |                  |
| Groenten           | 1000                  | 600              | 1285                  | 315              | 1435                  | 165              |
| Bloemen            | 143                   | 1215             | 405                   | 953              | 1074                  | 284              |
| Restgroep          | 246                   | 126              | 372                   | 0                | 372                   | 0                |
| <b>Totaal (ha)</b> | <b>1389</b>           | <b>1941</b>      | <b>2062</b>           | <b>1268</b>      | <b>2881</b>           | <b>449</b>       |
| <b>Totaal (%)</b>  | <b>42</b>             | <b>58</b>        | <b>62</b>             | <b>38</b>        | <b>87</b>             | <b>13</b>        |
| <b>DTG-gebied</b>  |                       |                  |                       |                  |                       |                  |
| Groenten           | 415                   | 135              | 500                   | 50               | 500                   | 50               |
| Bloemen            | 136                   | 382              | 341                   | 177              | 431                   | 87               |
| Restgroep          | 73                    | 28               | 101                   | 0                | 101                   | 0                |
| <b>Totaal (ha)</b> | <b>624</b>            | <b>545</b>       | <b>942</b>            | <b>227</b>       | <b>1032</b>           | <b>137</b>       |
| <b>Totaal (%)</b>  | <b>53</b>             | <b>47</b>        | <b>81</b>             | <b>19</b>        | <b>88</b>             | <b>12</b>        |

### 5.3 Verdelen van de arealen per bedrijfssysteem over bedrijfssituaties: scenario-varianten

Bij het verdelen van arealen per bedrijfssysteem over de bedrijfssituaties zijn de volgende aspecten van belang:

- de teeltmethode;
- de kwaliteit van het drinkwater, die ten opzichte van het RF-scenario gelijk blijft (klasse C) of verbetert (tot klasse B of A);
- de betekenis van regenwater, die ten opzichte van het RF-scenario afneemt, gelijk blijft of toeneemt.

Voor het resterende areaal met teelt in de grond verandert er niets ten opzichte van het RF-scenario: er wordt vrije drainage toegepast met oppervlaktewater, al dan niet in combinatie met regenwater. De betekenis van regenwater verandert niet en de bassingrootteverdeling volgens de tabellen 6 en 9 blijft van toepassing.

Voor het areaal met teelt los van de grond zijn er in totaal 12 varianten op het MN- en op het MX-scenario, genummerd van 11 t/m 43 als aangegeven in tabel 13. In drie varianten wordt vrije drainage toegepast, in de overige negen hergebruik. Het afnemen, gelijk blijven of toenemen van de betekenis van regenwater houdt in dat op het areaal dat betrokken is bij het overgaan naar teelt los van de grond:

- géén bassins worden aangelegd (afnemende betekenis);
- bassins worden aangelegd volgens dezelfde grootteverdeling als op het areaal met teelt los van de grond in de referentiesituatie (gelijkblijvende betekenis);

- bassins worden aangelegd volgens dezelfde grootteverdeling als op het areaal met teelt los van de grond in de referentiesituatie, met aanvullend bassins van  $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  op het resterende areaal met teelt los van de grond waar anders geen regenwateropvang zou plaatsvinden (toenemende betekenis).

**Tabel 13** Nummering van de MN- en MX-scenariovarianten in relatie tot de teeltmethode, de drinkwaterkwaliteit en de betekenis van regenwatergebruik op het areaal met teelt los van de grond

|                          | Betekenis van regenwater t.o.v. RF-scenario |                 |            |
|--------------------------|---------------------------------------------|-----------------|------------|
|                          | Afgenomen                                   | Gelijk gebleven | Toegenomen |
| Vrije drainage, klasse C | —                                           | 11              | —          |
| Vrije drainage, klasse B | —                                           | 12              | —          |
| Vrije drainage, klasse A | —                                           | 13              | —          |
| Hergebruik, klasse C     | 21                                          | 31              | 41         |
| Hergebruik, klasse B     | 22                                          | 32              | 42         |
| Hergebruik, klasse A     | 23                                          | 33              | 43         |

In tabel 14 zijn de gegevens over het regenwatergebruik samengevat. De gegevens zijn voor het WDM-gebied afgeleid uit de tabellen 6 en 10 en voor het DTG-gebied uit de tabellen 9 en 11. De gewogen gemiddelde bassingrootte slaat op het areaal met regenwatergebruik, niet op het totale glasareaal.

**Tabel 14** Percentages (%) van het glasareaal met gebruik van regenwater en gewogen gemiddelde bassingrootte ( $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) op dat areaal, voor het RF-scenario en voor de MN- en MX-scenariovarianten

|                      | WDM-gebied                 |                            |                       |                            | DTG-gebied                 |                            |                       |                            |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|
|                      | Teelt los van de grond (%) |                            | Teelt in de grond (%) |                            | Teelt los van de grond (%) |                            | Teelt in de grond (%) |                            |
|                      | (%)                        | ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) | (%)                   | ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) | (%)                        | ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) | (%)                   | ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) |
| RF-scenario          | 69                         | 2440                       | 10                    | 1650                       | 79                         | 2440                       | 45                    | 1930                       |
| MN-scenario          |                            |                            |                       |                            |                            |                            |                       |                            |
| varianten 11, 12, 13 | 69                         | 2430                       | 10                    | 1620                       | 79                         | 2440                       | 45                    | 1940                       |
| varianten 21, 22, 23 | 46                         | 2440                       | 10                    | 1620                       | 52                         | 2440                       | 45                    | 1940                       |
| varianten 31, 32, 33 | 69                         | 2430                       | 10                    | 1620                       | 79                         | 2440                       | 45                    | 1940                       |
| varianten 41, 42, 43 | 100                        | 1830                       | 10                    | 1620                       | 100                        | 2030                       | 45                    | 1940                       |
| MX-scenario          |                            |                            |                       |                            |                            |                            |                       |                            |
| varianten 11, 12, 13 | 69                         | 2470                       | 10                    | 1620                       | 79                         | 2450                       | 45                    | 1940                       |
| varianten 21, 22, 23 | 33                         | 2440                       | 10                    | 1620                       | 48                         | 2450                       | 45                    | 1940                       |
| varianten 31, 32, 33 | 69                         | 2470                       | 10                    | 1620                       | 79                         | 2450                       | 45                    | 1940                       |
| varianten 41, 42, 43 | 100                        | 1870                       | 10                    | 1620                       | 100                        | 2040                       | 45                    | 1940                       |

Volgens tabel 14 zou in het WDM-gebied in de bestaande situatie op ca. 70% van het areaal regenwater worden gebruikt, met bassins van gemiddeld  $2440 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Voor het DTG-gebied zou het gaan om ca. 80% van het areaal, met bassins van gemiddeld eveneens  $2440 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Vanuit de praktijk zijn deze gegevens bekritiseerd: het areaal

met regenwater zou in het WDM-gebied kleiner zijn dan tabel 14 suggereert en hetzelfde geldt voor de grootte van de bassins.

Het Hoogheemraadschap van Delfland heeft in 1992 een eigen onderzoek uitgevoerd naar de gietwatervoorziening van de glastuinbouw. Hierbij waren in totaal ca. 500 bedrijven betrokken. De resultaten van het onderzoek zijn als volgt samen te vatten:

- op 71% van de bedrijven met teelt los van de grond wordt regenwater gebruikt, bij een gewogen gemiddelde bassingrootte van  $1770 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ;
- op 18% van de bedrijven met teelt in de grond wordt regenwater gebruikt, bij een gewogen gemiddelde bassingrootte van  $1610 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Bij het vergelijken van deze gegevens met die voor het WDM-gebied uit tabel 14 blijkt dat er goede overeenstemming is voor wat betreft het areaal met regenwater bij teelt los van de grond. Voor het areaal met teelt in de grond is de betekenis van regenwater volgens het onderzoek van het Hoogheemraadschap duidelijk groter dan volgens het marktonderzoek van de waterleidingbedrijven. Voor het areaal met teelt los van de grond is het gemiddelde van de bassingrootte volgens het onderzoek van het Hoogheemraadschap duidelijk kleiner dan volgens het marktonderzoek, voor het areaal met teelt in de grond is er op dit punt goede overeenstemming. Het is van belang de gesignaleerde discrepanties in gedachten te houden bij het beoordelen van de resultaten op gebiedsniveau.

Voorts is niet duidelijk of de gegevens uit het marktonderzoek over de bassingrootte slaan op de bruto of op de netto inhoud. Die onzekerheid werkt door in tabel 14. Bij grote bassins moet rekening gehouden worden met opstuwing en golfslag bij wind. Vanuit de praktijk is gesteld dat de bruto inhoud daarom met 20% verminderd zou moeten worden om de nuttige inhoud te krijgen. Bij gebrek aan duidelijkheid op dit punt zijn in de modelberekeningen geen correcties op de grootte van de bassins doorgevoerd. Wel is aangenomen dat slechts 90% van de bassininhoud bruikbaar is. Dit houdt verband met de ophoping van verontreinigingen op de bodem van het bassin. De resthoeveelheid water van 10% wordt daarom niet gebruikt om het risico van het verstopt raken van filters en andere onderdelen van de beregeningsinstallatie te vermijden.

De tabellen 6, 9 en 14 zijn gebruikt om de arealen per bedrijfssysteem volgens de tabellen 10 en 11 te verdelen over de 10 bedrijfssituaties met bassins van 0 tot  $6000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Voor de referentiesituatie heeft dat voor beide gebieden geleid tot aparte matrixbestanden voor het areaal met teelt los van de grond en voor het areaal met teelt in de grond. Voor de toekomstige situaties gaat het per gebied om in totaal 25 bestanden:

- één bestand voor het resterende areaal met teelt in de grond;
- 12 bestanden voor het areaal met teelt los van de grond, voor de MN-varianten;
- 12 bestanden voor het areaal met teelt los van de grond, voor de MX-varianten.

## 6 MODELLEREN VAN DE WATER- EN IONENHUISHOUDING

### 6.1 Algemeen

Het modelleren van de waterhuishouding en van aspecten van de Na-, N- en P-huishouding voor het standaardbedrijf wordt toegelicht aan de hand van fig. 1 waarbij:

- $V$  = het waterverbruik of de waterbehoefte van het bedrijf;
- $G$  = de watergift aan het gewas;
- $T$  = de gewastranspiratie;
- $D$  = de drainage vanuit het wortelmilieu;
- $R$  = de retourstroom;
- $A$  = de afvoer;
- $C_v$ ,  $C_g$ ,  $C_i$ ,  $C_d$  zijn de Na-, N- of P-concentraties in de desbetreffende waterstromen.

De grootheden  $V$ ,  $G$ ,  $T$ ,  $D$ ,  $R$  en  $A$  worden uitgedrukt in  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  per decadetijdstap, de concentraties in  $\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ . Bij vrije drainage zijn  $V$  en  $G$  aan elkaar gelijk evenals  $D$  en  $A$ .

De concentraties  $C_v$ ,  $C_g$ ,  $C_i$  hebben de volgende betekenis:

- $C_v$  is de som van de concentratie in het gietwater en de bijdrage van de gedoseerde geconcentreerde nutriëntenoplossing;
- $C_g$  is de concentratie in de voedingsoplossing die aan het gewas wordt verstrekt;
- $C_i$  is de concentratie in de opname-transpiratiestroom.

De bijdrage van de gedoseerde nutriëntenoplossing tot  $C_v$  (en dus tot  $C_g$ ) is voor Na klein omdat in de glastuinbouw uitsluitend NaCl-arme meststoffen worden gebruikt. Omgekeerd is de bijdrage van het gietwater tot de concentratie  $C_v$  voor N en P verwaarloosbaar. Voor die nutriënten is het meststoffenverbruik volledig bepalend.

De interpretatie van de concentratie  $C_d$  is verschillend voor Na enerzijds en N en P anderzijds:

- voor Na is  $C_d$  de maximaal aanvaardbare concentratie  $C_{d,\text{max}}$  in het wortelmilieu, dat wil zeggen, de concentratie waarbij nog juist geen schade optreedt;
- voor N en P is  $C_d$  de optimale concentratie  $C_{d,\text{opt}}$  in het wortelmilieu, dat wil zeggen, de concentratie die gehandhaafd moet worden om een optimale produktie te bereiken.

Het modelleren is gericht op het simuleren van de water- en ionenhuishouding. Het gaat het om het kwantificeren van  $T$ ,  $A$  en  $V$  en van de emissies van N en P die met de afvoer  $A$  samenhangen. Per decadetijdstap worden de volgende stappen doorlopen:

- het berekenen van  $T$  op basis van de kasklimatologische omstandigheden en het ontwikkelingsstadium van het gewas;
- het berekenen van de afvoerfractie  $F_a (=A/V)$  die gehandhaafd moet worden om te voorkomen dat de Na-concentratie  $C_{d,\text{max}}$  wordt overschreden;

- het berekenen van A en V en het dekken van V;
- het kwantificeren van de emissie van N en P op basis van de afvoer A en de concentratie  $C_{d,opt}$  in het wortelmilieu.

De opeenvolgende stappen worden in par. 6.2 t/m 6.4 uitgewerkt.

## 6.2 Kwantificeren van de waterhuishouding voor het standaardbedrijf

### 6.2.1 Berekenen van de gewastranspiratie

De gewastranspiratie in kassen is een ingewikkeld proces. Het combineren van alle deelprocessen in een compleet fysisch model is in het kader van deze studie niet nagestreefd en ook niet noodzakelijk. Er is gekozen voor een vereenvoudigde benadering waarbij de transpiratie van een volgroeid gewas, dat optimaal van water en nutriënten is voorzien, wordt berekend uit de globale straling boven het glasdek en de temperatuur van de buitenlucht. Die transpiratie wordt aangeduid als de referentietranspiratie. De transpiratie van de gewassen die bij het schematiseren zijn onderscheiden wordt via reductiefactoren aan de referentietranspiratie gerelateerd. Er is aangenomen dat de transpiratie niet beïnvloed wordt door het type substraat en de teeltmethode.

Het berekenen van de referentietranspiratie is gebaseerd op lysimeteronderzoek van het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas (PTG) in Naaldwijk, uitgevoerd over een reeks van jaren. De resultaten laten zien dat de transpiratie van het referentiegewas goed beschreven wordt met een empirische relatie van de vorm:

$$T_{ref} = a_1 \cdot H + a_2 \cdot S \quad (1)$$

waarin:

$T_{ref}$  = referentietranspiratie (mm per decade);

$a_1$  = empirische constante ( $\text{mm} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{J}^{-1}$ );

H = de globale straling boven het kasdek ( $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$  per decade);

$a_2$  = empirische constante ( $\text{mm} \cdot \text{C}^{-1}$ );

S = het verschil tussen buistemperatuur en kasluchttemperatuur (C per decade).

De invloed van de luchtvochtigheid op de transpiratie is niet expliciet gemodelleerd maar komt tot uitdrukking via de constanten  $a_1$  en  $a_2$ .

In het onderhavige onderzoek is van een vereenvoudigde vorm van relatie (1) uitgegaan. Het vereenvoudigen is noodzakelijk omdat gegevens voor de grootte S ontbreken. Daarom is S gerelateerd aan het verschil tussen de temperatuur in de kas ( $T_i$ ) en de temperatuur buiten de kas ( $T_u$ ) volgens de relaties:

$$S = k \cdot [(T_i - T_u)/T_i] \quad \text{voor } T_i > T_u \quad (2a)$$

en

$$S = 0 \quad \text{voor } T_i \leq T_u \quad (2b)$$

Relatie (1) gaat over in

$$T_{\text{ref}} = a_1 \cdot H + a_3 \cdot [(T_i - T_u)/T_i] \quad \text{voor } T_i > T_u \quad (3a)$$

en

$$T_{\text{ref}} = a_1 \cdot H \quad \text{voor } T_i \leq T_u \quad (3b)$$

waarbij  $a_3 = k \cdot a_2$  (mm per decade).

Wanner  $H$  wordt uitgedrukt in  $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$  per decade en  $T_{\text{ref}}$  in mm per decade ligt de factor  $a_1$  voor het standaardgewas in de orde van  $1,5 \cdot 10^{-7}$  tot  $2,0 \cdot 10^{-7} \text{ mm} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{J}^{-1}$ . Bij de berekeningen is uitgegaan van een waarde voor  $a_1$  van  $1,75 \cdot 10^{-7} \text{ mm} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{J}^{-1}$ .

Uit het onderzoek van het PTG blijkt dat de bijdrage van de kasverwarming aan de transpiratie maximaal in de orde van grootte van 10,0 mm per decade ligt. De waarde van  $a_3$  is daarom op 10,0 mm per decade gesteld. De kasluchttemperatuur  $T_i$  is voor het referentiegewas op 19 C gesteld.

De potentiële transpiratie  $T$  van de gewassen, die bij het schematiseren zijn onderscheiden, wordt gerelateerd aan de referentietranspiratie  $T_{\text{ref}}$  volgens

$$T = f \cdot T_{\text{ref}} \quad (4)$$

met  $f$  = reductiefactor

De factor  $f$  is afhankelijk van het type gewas en van het ontwikkelingsstadium. Dit impliceert dat  $f$  voor alle teelten (bedrijfssystemen) gespecificeerd moet worden, per decade. De werkwijze die daarbij is gevolgd wordt in hoofdstuk 7 toegelicht.

## 6.2.2 Berekenen van de waterbehoefte en de afvoer

### 6.2.2.1 Teelt los van de grond met hergebruik

Voor het bedrijf of de kas als geheel gelden de volgende relaties voor de water- en ionenhuishouding van het wortelmilieu (zie fig. 1):

$$V = T + A \quad (5)$$

$$V \cdot C_v = T \cdot C_t + A \cdot C_d \quad (6)$$

De relaties gelden bij evenwicht tussen de toevoer en afvoer, zonder verandering van de berging van water of ionen in het wortelmilieu. Voor water is dat een redelijke aanname gezien de frequentie van watergeven in de glastuinbouw. Voor Na, N en

P betekent het dat biologische en fysisch-chemische processen (denitrificatie, precipitatie) buiten beschouwing blijven.

Het combineren van beide relaties leidt tot

$$F_a = A/V = (C_v - C_t)/(C_{d,max} - C_t) \quad (7)$$

Het quotiënt van A en V wordt aangeduid als de afvoerfractie  $F_a$  en speelt een belangrijke rol. Bij gietwater van goede kwaliteit (lage Na-concentratie  $C_v$ ) wordt de toevoer van Na gecompenseerd door de gewasopname, dus  $C_t = C_v$ , zonder dat de maximaal aanvaardbare concentratie  $C_{d,max}$  wordt bereikt. In dat geval geldt  $(C_v - C_t) = 0$ , dus  $F_a = 0$  en  $A = 0$ . Hergebruik is dan volledig.

Bij gietwater van mindere kwaliteit wordt de toevoer maar ten dele gecompenseerd door de opname, dus  $C_v > C_t$ . De afvoerfractie die gehandhaafd moet worden om Na-schade te voorkomen wordt dan berekend door het invullen van  $C_v$ ,  $C_t$  en  $C_{d,max}$  in relatie (7). Daarna volgt het berekenen van V en A uit

$$V = T/(1 - F_a) \quad (8)$$

en

$$A = F_a \cdot T/(1 - F_a) \quad (9)$$

waarbij T bekend is verondersteld.

De relaties (5), (6) en (7) gelden voor het bedrijf of de kas als geheel. Los daarvan staat de interne circulatie. Daarvoor geldt (zie fig. 1):

$$G = V + R = T + D \quad (10)$$

$$G \cdot C_g = V \cdot C_v + R \cdot C_d = T \cdot C_t + D \cdot C_d \quad (11)$$

De interne circulatiesnelheid wordt bepaald door de grootte van G, D en R in verhouding tot T. De tuinder zelf treedt regelend op door het verhogen of verlagen van G. Door het verhogen van G worden concentratiegradiënten in het wortelmilieu verkleind. Ook worden daardoor verschillen van plek tot plek binnen een kas genivelleerd. Die verschillen zijn het gevolg van een ongelijkmatige waterversprekking door het systeem van druppelbevloeiing of van verschillen in de wateropname door individuele planten. De relaties (10) en (11) spelen verder geen rol bij het modelleren maar zijn hier toch genoemd en toegelicht omdat het om een essentieel verschil tussen hergebruik en vrije drainage gaat.

#### 6.2.2.2 Teelt los van de grond met vrije drainage

De relaties (5), (6) en (7) zijn ook van toepassing bij teelt los van de grond met vrije

drainage. Voor het bedrijf of de kas als geheel wordt met relatie (7) voor een gegeven teelt (bepalend voor  $C_t$  en  $C_d$ ) en een gegeven gietwaterkwaliteit ( $C_v$ ) dezelfde afvoerfractie  $F_a$  berekend als voor de situatie met hergebruik.

De praktijk echter leert dat, om Na-schade te voorkomen,  $F_a$  bij vrije drainage op een hoger niveau moet liggen dan bij hergebruik onder overigens vergelijkbare omstandigheden. De verklaring moet gezocht worden in de verschillen in watergift binnen de kas als gevolg van ongelijkmatigheden in het systeem van waterverstrekking (verschillen tussen individuele druppelaars en/of gedeeltelijke verstopping van druppelaars). Bij het handhaven van een afvoerfractie voor de kas als geheel, berekend met relatie (7), kan Na-schade optreden op die plekken waar de waterverstrekking beneden dat gemiddelde ligt.

De mogelijkheid om die verschillen via de interne circulatie te nivelleren ontbreekt bij vrije drainage. De tuinder is daarom gedwongen zijn toevlucht te nemen tot het opvoeren van  $V (= G)$ , en daarmee van  $D (= A)$  voor het bedrijf of de kas als geheel.

In de praktijk zijn in dit opzicht de verschillen tussen glastuinbouwbedrijven aanzienlijk, afhankelijk van de mate van ongelijkheid binnen de kas. Het type druppelsysteem speelt daarbij een rol. Bovendien verandert de situatie op een gegeven bedrijf met de tijd, bijvoorbeeld als gevolg van het toenemen van de verschillen van plek tot plek bij het geleidelijk vervuilen van de druppelaars.

Het ongelijkmatigheidsaspect heeft tot gevolg dat relatie (7) bij teelt los van de grond met vrije drainage geen solide basis is voor het berekenen van  $F_a$ ,  $A$  en  $V$ . Er is daarom in het model gerekend met vaste  $F_a$ -waarden die zijn gekoppeld aan de gietwaterconcentratie  $C_v$  maar die onafhankelijk zijn van  $C_t$  en  $C_{d,max}$ . Die  $F_a$ -waarden zijn gebaseerd op het inschatten van de huidige werkwijze in de praktijk.

#### 6.2.2.3 Teelt in de grond met vrije drainage

De omstandigheden bij het telen in de grond wijken op de volgende punten af van die bij het telen los van de grond:

- de berging van water, nutriënten en zoutionen in het wortelmilieu;
- de mogelijkheid tot het doorspoelen van het wortelmilieu tijdens de teelt.

De vochtberging in het wortelmilieu bij teelt in de grond is 100 tot 150 mm. Bij teelt in een substraat als steenwol is dat beperkt tot 5 à 10 mm. Het wortelmilieu is bij teelt in de grond dus sterker gebufferd waardoor de concentratie  $C_{d,max}$  voor Na minder snel bereikt zal worden, zelfs bij het gebruiken van gietwater van klasse D.

De mogelijkheid tot het doorspoelen van het wortelmilieu tijdens de teelt is soms beperkt, afhankelijk van de grondsoort. Bij een te ruime watergift kan structuurbederf en zuurstofgebrek optreden. Als het risico daartoe aanwezig is wordt het waterverbruik  $V$  en daarmee de afvoer  $A$  beperkt. Daarbij wordt een geleidelijke toename van de Na-concentratie voor lief genomen. Er volgt dan na het beëindigen van de

teelt een periode van intensieve beregening en uitspoeling.

Naast de verschillen van plek tot plek zijn bij teelt in de grond systematische verschillen belangrijk, bijvoorbeeld tussen de looppaden en de teeltstroken. In de looppaden vindt tijdens de teelt een sterke zoutophoping plaats in de bovengrond. Het wegwerken van die verschillen via beregening en uitspoeling is vooral van belang op bedrijven waar de teelt van een rijgewas (tomaat) wordt gevolgd door de teelt van een volveldsgewas (sla).

In de praktijk blijken de verschillen in het water- en meststoffenverbruik tussen bedrijven die hetzelfde gewas telen onder vergelijkbare omstandigheden zeer groot te zijn. Bij het waterverbruik gaat het om een factor 2, bij het meststoffenverbruik zelfs om een factor 3. De verschillen zijn ten dele terug te voeren tot verschillen in gietwaterkwaliteit en grondsoort. Daarnaast speelt de kennis en ervaring van de tuinder een belangrijke rol.

De grote variatie en de tuinder als factor van betekenis laten zich niet modelleren. Daarom is, evenals bij teelt los van de grond met vrije drainage, gerekend met vaste  $F_a$ -waarden die zijn gebaseerd op de gangbare praktijk.

### 6.3 Berekenen van het dekken van de waterbehoefte

#### 6.3.1 Eén gietwaterbron

In hoofdstuk 3 (par. 3.4) zijn de mogelijkheden tot het dekken van de waterbehoefte opgesomd. Als maar één bron wordt gebruikt is de berekening eenvoudig. Het gaat dan om uitsluitend oppervlaktewater of uitsluitend drinkwater. De beschikbaarheid daarvan is niet beperkt, dus

$$RW = 0$$

en

$$AW = V$$

waarbij RW slaat op regenwater en AW op oppervlaktewater (bij teelt in de grond) of drinkwater (bij teelt los van de grond). RW en AW zijn uitgedrukt in  $m^3 \cdot ha^{-1}$  per decade.

#### 6.3.2 Twee gietwaterbronnen

Bij twee gietwaterbronnen gaat het altijd om regenwater in combinatie met ander water. De beschikbaarheid van regenwater wordt bepaald door de bassinvoorraad aan het begin van de tijdstap en de neerslag die tijdens de tijdstap valt.

Het berekenen van het dekken van de behoefte vereist het definiëren van een beheerstrategie van de regenwatervoorraad. In het model wordt uitgegaan van een strategie die is gericht op het maximaal benutten van regenwater. Dit impliceert het volledig verbruiken van de regenwatervoorraad alvorens over te schakelen op ander water.

Op basis van die strategie worden de grote lijnen van de berekeningen aangegeven. De eerste fase verloopt als volgt:

- de waterbehoefte  $V$  wordt berekend (par. 6.2.2);
- de toevoer  $N_r$  van regenwater naar het bassin (vanaf kasdek en direct) wordt berekend uit de neerslag;
- de openwaterverdamping  $E_o$  vanuit het bassin wordt berekend aan de hand van de globale straling en de temperatuur;
- de voorlopige bassinvoorraad  $B_{i+1}^*$  aan het einde van de decadetijdstap wordt berekend, uitgaande van een voorraad  $B_i$  aan het begin, volgens

$$B_{i+1}^* = B_i + N_r - E_o - V \quad (12)$$

Er zijn drie mogelijkheden, met  $B_{\max}$  en  $B_{\min}$  als resp. de maximale en minimale watervoorraad in het bassin en  $LW$  als lozing van overtollig regenwater bij het volraken en overlopen van het bassin:

- $B_{i+1}^* \geq B_{\max}$ : er is voldoende regenwater om de behoefte  $V$  te dekken en het bassin raakt volledig gevuld. Dan volgt:

$$\begin{aligned} RW &= V \\ AW &= 0 \\ LW &= B_{i+1}^* - B_{\max} \\ B_{i+1} &= B_{\max} \end{aligned}$$

- $B_{\min} \leq B_{i+1}^* \leq B_{\max}$ : er is voldoende regenwater om de behoefte  $V$  te dekken. Dan volgt:

$$\begin{aligned} RW &= V \\ AW &= 0 \\ LW &= 0 \\ B_{i+1} &= B_{i+1}^* \end{aligned}$$

- $B_{i+1}^* < B_{\min}$ : er is niet voldoende regenwater om de behoefte  $V$  te dekken, dus aanvullend gebruik van ander water is noodzakelijk. Nu volgt:

$$\begin{aligned} RW &= B_i + N_r - E_o - B_{\min} \\ AW &= V - RW \\ LW &= 0 \\ B_{i+1} &= B_{\min} \end{aligned}$$

Hiermee is de berekening voor de decadetijdstap  $i$  afgerond. De bassinvoorraad  $B_{i+1}$  aan het einde van tijdstap  $i$  wordt nu de bassinvoorraad aan het begin van tijdstap  $(i+1)$ , enz.

Het gaat in het voorgaande om een vereenvoudigde weergave van het rekenschema. Zo is de waterbehoefte  $V$  bij hergebruik afhankelijk van de waterkwaliteit, dus van de verhouding tussen  $RW$  en  $AW$ . Daaraan is in het voorgaande voorbijgegaan. In het werkelijke model is deze complicatie ondervangen door het uitvoeren van een iteratieberekening.

#### 6.4 Berekenen van de emissie van N en P

De emissie van N en P wordt berekend uit de afvoer  $A$  en de concentratie  $C_{d,opt}$  van de oplossing in het wortelmilieu. De berekening van  $A$  is in par. 6.2.2 aan de orde geweest. De concentratie  $C_{d,opt}$  moet gezien worden als de optimale concentratie in het wortelmilieu. Die concentratie is gewasafhankelijk. Ook het type substraat en de teeltmethode speelt een rol. De concentraties waarmee gerekend is komen in hoofdstuk 7 aan bod.

Met  $A$  uitgedrukt in  $m^3 \cdot ha^{-1}$  per decade en  $C_{d,opt}$  in  $mmol \cdot l^{-1}$  wordt de emissie  $Q$  berekend volgens:

$$- Q(N) = A \cdot C_{d,opt} \cdot 14 \cdot 10^{-3} \quad (Q(N) \text{ in } kg \cdot ha^{-1} \text{ N per decade}); \quad (13)$$

$$- Q(P) = A \cdot C_{d,opt} \cdot 31 \cdot 10^{-3} \quad (Q(P) \text{ in } kg \cdot ha^{-1} \text{ P per decade}). \quad (14)$$

De betekenis van  $Q$  is afhankelijk van de situatie:

- bij teelt in de grond (altijd met vrije drainage) gaat het om de uitspoeling vanuit de bewortelde bovengrond (bovenste 0,3 à 0,4 m van het profiel) naar de ondergrond;
- bij teelt los van de grond met vrije drainage gaat het om de uitspoeling vanuit het wortelmilieu naar de onderliggende kasgrond;
- bij teelt los van de grond met de mogelijkheid tot hergebruik gaat het om een directe lozing vanuit het systeem.

In de eerste twee situaties is de belasting van het grond- en oppervlaktewater met N en P altijd kleiner dan de berekende emissie  $Q$ . De afvoer  $A$  loopt via de ondergrond en het ondiepe grondwater naar het diepere grondwater en/of het oppervlaktewater, afhankelijk van de hydrologische situatie ter plaatse (wegzijging of kwel). Fysisch-chemische en microbiologische processen hebben een verlaging van de N- en P-concentraties in de afvoerstroom tot gevolg.

In de laatste situatie vindt de afvoer  $A$  rechtstreeks plaats en niet via de ondergrond en het ondiepe grondwater. Het gaat om een directe lozing waarbij de belasting van het systeem waarop geloosd wordt (oppervlaktewater, riolering) gelijk is aan  $Q$ .

## 7 PARAMETERWAARDEN

### 7.1 Reductiefactoren

De gewastranspiratie  $T$  is gerelateerd aan de referentietranspiratie  $T_{ref}$  volgens relatie (4), via de reductiefactor  $f$  (zie par. 6.2.1). De factor  $f$  moet per decade gespecificeerd worden, voor alle bedrijfssystemen die bij het schematiseren zijn onderscheiden. Dat is gebeurd op basis van de resultaten van onderzoek naar de waterhuishouding van glasteelten. Het gaat om onderzoek dat gedurende de afgelopen periode van tien jaar is uitgevoerd door:

- het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas (PTG) bij de groentegewassen paprika, tomaat en sla en voor de bloemisterijgewassen anjer, gerbera en roos;
- het Proefstation voor de Bloemisterij in Nederland (PBN) voor de gewassen orchidee en roos;
- DLO-Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO) voor de gewassen komkommer, paprika tomaat en gerbera;
- het PTG in samenwerking met DLO-Staring Centrum voor de gewassen komkommer, paprika en tomaat, op praktijkbedrijven in het ZHG.

In de meeste gevallen gaat het om onderzoek waarbij los van de grond werd geteeld en waarbij het waterverbruik  $V$  en de afvoer  $A$  zijn gemeten. In sommige gevallen was het onderzoek specifiek gericht op het kwantificeren van de waterhuishouding. In andere gevallen stonden andere aspecten centraal en werd de waterhuishouding terloops meegenomen. In dat geval vertonen de gegevens meer hiaten en is de betrouwbaarheid minder.

De gegevens hebben betrekking op volledige teeltperioden die uiteenlopen van enkele weken (voor sla) tot anderhalf à twee jaar (anjel, gerbera, roos). De grootheden  $V$ ,  $A$  en de daaruit afgeleide  $T$  hebben betrekking op deelperioden met een lengte van enkele dagen tot twee weken, afhankelijk van de opzet en uitvoering van het onderzoek.

In fig. 3 zijn als voorbeeld gegevens van het onderzoek bij tomaat en paprika verwerkt. Het gaat voor beide gewassen om twee teelten in verschillende jaren en op verschillende locaties. De gewassen zijn geplant in december en geruimd in het daaropvolgende najaar. De waarnemingen in de linker benedenhoek hebben betrekking op het nog onvolgroeide gewas in december-januari. De transpiratie blijft dan beperkt tot een niveau van minder dan 10 mm per decade ( $100 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  per decade). De maximale transpiratie ligt op een niveau van 40 à 50 mm per decade ( $400$  à  $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  per decade), in de periode mei-juli.

Voor alle deelperioden waarvoor  $T$  uit de waarnemingen kon worden afgeleid is  $T_{ref}$  berekend, met relatie (3). Daarna volgt het berekenen van  $f$  met relatie (4). De numerieke waarden zijn opgenomen in tabel 15.

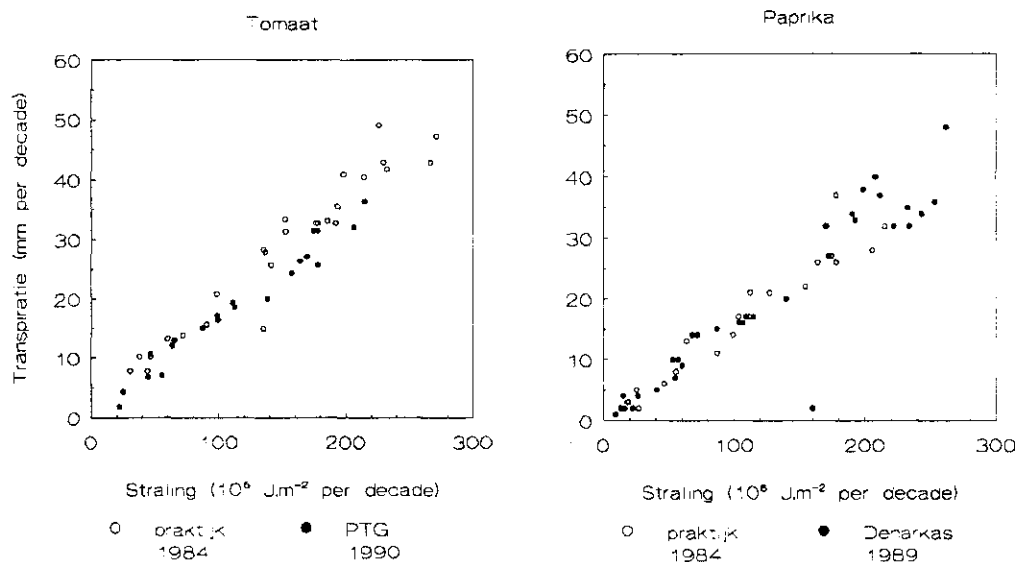


Fig. 3 Gewastranspiratie in relatie tot de globale straling boven het kasdek voor tomaat en paprika, volgens gegevens van onderzoek op praktijkbedrijven en het PTG

Tabel 15 Reductiefactor  $f$  (par. 6.2.1, relatie (4)), voor twee bedrijfssystemen

| Tomaat: TOMA_TOMA_3632_SUBS_ |      |        |      | Paprika: PAPR_PAPR_3531_SUBS_ |      |        |      |
|------------------------------|------|--------|------|-------------------------------|------|--------|------|
| Decade                       | $f$  | Decade | $f$  | Decade                        | $f$  | Decade | $f$  |
| 1                            | 0,17 | 19     | 1,00 | 1                             | 0,29 | 19     | 1,00 |
| 2                            | 0,28 | 20     | 1,00 | 2                             | 0,37 | 20     | 1,00 |
| 3                            | 0,40 | 21     | 1,00 | 3                             | 0,40 | 21     | 1,00 |
| 4                            | 0,52 | 22     | 1,00 | 4                             | 0,44 | 22     | 1,00 |
| 5                            | 0,63 | 23     | 1,00 | 5                             | 0,49 | 23     | 1,00 |
| 6                            | 0,74 | 24     | 1,00 | 6                             | 0,52 | 24     | 1,00 |
| 7                            | 0,85 | 25     | 1,00 | 7                             | 0,55 | 25     | 1,00 |
| 8                            | 0,96 | 26     | 0,92 | 8                             | 0,59 | 26     | 1,00 |
| 9                            | 1,00 | 27     | 0,78 | 9                             | 0,63 | 27     | 1,00 |
| 10                           | 1,00 | 28     | 0,64 | 10                            | 0,67 | 28     | 1,00 |
| 11                           | 1,00 | 29     | 0,50 | 11                            | 0,70 | 29     | 0,90 |
| 12                           | 1,00 | 30     | 0,35 | 12                            | 0,75 | 30     | 0,70 |
| 13                           | 1,00 | 31     | 0,20 | 13                            | 0,78 | 31     | 0,50 |
| 14                           | 1,00 | 32     | 0,06 | 14                            | 0,83 | 32     | 0,00 |
| 15                           | 1,00 | 33     | 0,00 | 15                            | 0,86 | 33     | 0,00 |
| 16                           | 1,00 | 34     | 0,00 | 16                            | 0,90 | 34     | 0,00 |
| 17                           | 1,00 | 35     | 0,00 | 17                            | 0,95 | 35     | 0,05 |
| 18                           | 1,00 | 36     | 0,06 | 18                            | 1,00 | 36     | 0,15 |

## 7.2 Na-concentraties en afvoerfracties

### 7.2.1 Teelt los van de grond met hergebruik

Het berekenen van de afvoerfractie  $F_a$  met relatie (7) vereist het specificeren van de

Na-concentraties  $C_v$ ,  $C_t$  en  $C_{d,max}$ . De concentratie  $C_v$  wordt bepaald door de concentratie in het gietwater en de bijdrage van de gedoseerde geconcentreerde nutriëntenoplossing. De concentraties  $C_w$  in het gietwater zijn aangegeven in hoofdstuk 3 (par. 3.4). In de glastuinbouw worden uitsluitend NaCl-arme kunstmeststoffen gebruikt. Op basis van onderzoek van het PTG is een vaste bijdrage van  $0,2 \text{ mmol.l}^{-1}$  aan Na in rekening gebracht. Dit leidt tot de volgende  $C_v$ -waarden in de modelberekeningen:

- regenwater:  $C_v = 0,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ ;
- drinkwater, klasse A:  $C_v = 0,7 \text{ mmol.l}^{-1}$ ;
- drinkwater, klasse B:  $C_v = 1,3 \text{ mmol.l}^{-1}$ ;
- drinkwater, klasse C:  $C_v = 2,4 \text{ mmol.l}^{-1}$ ;
- oppervlaktewater  $C_v = 4,2 \text{ mmol.l}^{-1}$ .

De concentraties  $C_{d,max}$  en  $C_t$  zijn gewasafhankelijk. Specifiek onderzoek gericht op het bepalen van  $C_{d,max}$  en  $C_t$  voor glasteelten is tot nu toe beperkt gebleven tot de gewassen tomaat, komkommer en paprika. Voor alle overige gewassen zijn  $C_{d,max}$  en  $C_t$  geschat, in overleg met het PTG. Het resultaat is opgenomen in tabel 16. De gewassen (als bedrijfssystemen) zijn binnen de sectoren groenten en bloemen gegroepeerd op basis van  $C_t$ . De  $F_a$ -waarden in de tabel zijn berekend met relatie (7).

**Tabel 16** Na-concentraties ( $C_t$  = concentratie in opname-transpiratiestroom,  $C_{d,max}$  = maximaal aanvaardbare concentratie in wortelmilieu) en afvoerfracties ( $F_a$ ) bij regenwater en drinkwater van klasse A, B of C, voor bedrijfssystemen met teelt los van de grond, bij hergebruik

|                                 |      | Na-concentraties                 |                                        | Afvoerfracties $F_a$ |            |       |       |
|---------------------------------|------|----------------------------------|----------------------------------------|----------------------|------------|-------|-------|
|                                 |      | $C_t$<br>(mmol.l <sup>-1</sup> ) | $C_{d,max}$<br>(mmol.l <sup>-1</sup> ) | regenw.              | drinkwater |       |       |
|                                 |      |                                  |                                        |                      | kl. A      | kl. B | kl. C |
| <b>Groenten</b>                 |      |                                  |                                        |                      |            |       |       |
| PAPR                            | PAPR | 0,20                             | 6,0                                    | 0,05                 | 0,09       | 0,19  | 0,38  |
| AUBE                            | AUBE | 0,25                             | 9,0                                    | 0,03                 | 0,05       | 0,12  | 0,24  |
| RADS                            | RADS | 0,50                             | 9,0                                    | 0,00                 | 0,02       | 0,09  | 0,22  |
| KOMK                            | KOMK | 0,90                             | 8,0                                    | 0,00                 | 0,00       | 0,06  | 0,21  |
| TOMA                            | TOMA | 0,90                             | 8,0                                    | 0,00                 | 0,00       | 0,06  | 0,21  |
| SLA                             | SLA  | 0,90                             | 9,0                                    | 0,00                 | 0,00       | 0,05  | 0,18  |
| <b>Bloemen</b>                  |      |                                  |                                        |                      |            |       |       |
| CHRY                            | CHRY | 0,25                             | 7,5                                    | 0,03                 | 0,06       | 0,14  | 0,30  |
| ORCH                            | ORCH | 0,25                             | 7,5                                    | 0,03                 | 0,06       | 0,14  | 0,30  |
| ROOS                            | ROOS | 0,25                             | 7,5                                    | 0,03                 | 0,06       | 0,14  | 0,30  |
| FREE                            | FREE | 0,45                             | 7,5                                    | 0,01                 | 0,03       | 0,12  | 0,28  |
| GERB                            | GERB | 0,45                             | 7,5                                    | 0,01                 | 0,03       | 0,12  | 0,28  |
| LELI                            | LELI | 0,45                             | 7,5                                    | 0,01                 | 0,03       | 0,12  | 0,28  |
| OVBL                            | OVBL | 0,45                             | 7,5                                    | 0,01                 | 0,03       | 0,12  | 0,28  |
| AMAR                            | AMAR | 0,75                             | 7,5                                    | 0,00                 | 0,00       | 0,08  | 0,24  |
| ANJE                            | ANJE | 0,75                             | 7,5                                    | 0,00                 | 0,00       | 0,08  | 0,24  |
| <b>Restgroep (potpl.+opkw.)</b> |      |                                  |                                        |                      |            |       |       |
| POTP                            | POTP | 0,45                             | 7,5                                    | 0,01                 | 0,03       | 0,12  | 0,28  |
| OPKW                            | OPKW | 0,50                             | 9,0                                    | 0,00                 | 0,02       | 0,09  | 0,22  |

### 7.2.2 Teelt los van de grond met vrije drainage

Bedrijfssituaties met teelt los van de grond en vrije drainage hebben betrekking op het RF-scenario en op de varianten 11, 12 en 13 (tabel 13). Het gaat om drinkwater van klasse C, B of A, al dan niet in combinatie met regenwater. In het voorgaande hoofdstuk is aangegeven dat relatie (7) geen basis is voor het berekenen van  $F_a$  bij vrije drainage.

LEI-DLO heeft in 1989 onderzoek uitgevoerd op ca. 60 bedrijven met tomaat, paprika en komkommer in steenwol, bij vrije drainage. Het overgrote deel van de bedrijven lag in het ZHG en gebruikte drinkwater, al dan niet in combinatie met regenwater. Het gemiddelde waterverbruik  $V$  op jaarbasis was ca. 1000 mm, de gemiddelde afvoer  $A$  ca. 300 mm. Dat komt neer op een transpiratieniveau van ca. 700 mm en een afvoerfractie  $F_a$  van 0,3.

Op basis van het onderzoek van LEI-DLO en aanvullende praktijkgegevens is besloten te rekenen met  $F_a$ -waarden die afhankelijk zijn van de gietwaterkwaliteit (van  $C_v$ ) maar onafhankelijk van het gewas (van  $C_t$  en  $C_{d,max}$ ):

- regenwater:  $F_a = 0,20$ ;
- drinkwater, klasse C:  $F_a = 0,35$ ;
- drinkwater, klasse B:  $F_a = 0,25$ ;
- drinkwater, klasse A:  $F_a = 0,20$ .

Via deze  $F_a$ -waarden wordt de werkwijze van de gemiddelde tuinder benaderd.

### 7.2.3 Teelt in de grond met vrije drainage

Ook bij teelt in de grond (altijd met vrije drainage) is relatie (7) geen basis voor het berekenen van  $F_a$ . Onderzoek in de praktijk heeft aangetoond dat het water- en meststoffenverbruik op bedrijven met teelt van hetzelfde gewas een factor twee tot drie uiteen kan lopen. Naast de waterkwaliteit en de grondsoort speelt de tuinder hierbij een centrale rol. Het gaat niet alleen om het kennisniveau maar ook om de motivatie om het water- en meststoffenverbruik tot het noodzakelijke te beperken.

In de berekeningen is voor het RF-scenario uitgegaan van de volgende aannamen:

- regenwater:  $F_a = 0,20$ ;
- oppervlaktewater:  $F_a = 0,30$ .

In de toekomstscenario's is de oppervlakte met teelt in de grond sterk beperkt (tabel 12). Voor dat resterende areaal wordt uitgegaan van oppervlaktewater, al dan niet in combinatie met regenwater. In de berekeningen is uitgegaan van de volgende aanname:

- regenwater:  $F_a = 0,15$ ;
- oppervlaktewater:  $F_a = 0,225$ .

Het verlagen van  $F_a$  van 0,20 naar 0,15 resp. van 0,30 naar 0,225 berust op de

veronderstelling dat het water- en meststoffenverbruik geoptimaliseerd wordt om de belasting van het grond- en oppervlaktewater te beperken.

### 7.3 N- en P-concentraties in het wortelmilieu

Het berekenen van de emissie van N en P met de relaties (13) en (14) vereist het specificeren van  $C_{d,opt}$ , de optimale concentratie in het wortelmilieu. Voor het evalueren van  $C_{d,opt}$  zijn twee mogelijkheden overwogen:

- het gebruiken van gegevens van het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasanalyse (BLGG);
- het gebruiken van de bemestingsadviesbasis voor de glastuinbouw.

De vestiging in Naaldwijk van het BLGG analyseert jaarlijks grote aantallen monsters afkomstig van glastuinbouwbedrijven. Het gaat om monsters van de nutriëntenoplossing in het wortelmilieu (bij teelten los van de grond) en om grondmonsters. Op basis van de analyseresultaten worden bemestingsadviezen verstrekt. Uit de analysecijfers zou  $C_{d,opt}$  voor N en P afgeleid kunnen worden voor de verschillende gewassen (bedrijfssystemen) die bij het schematiseren zijn onderscheiden. Een oriënterend gesprek met het BLGG heeft duidelijk gemaakt dat de gegevens moeilijk toegankelijk zijn. Daarom is van deze mogelijkheid afgezien.

In de bemestingsadviesbasis voor de glastuinbouw (Commissie Standaardisatie Bemestingsadviesbasis Glastuinbouw, 1990) zijn voor de gewassen die los van de grond worden geteeld zogenoemde streefcijfers voor N en P opgenomen. Het gaat om de N- en P-concentraties in de nutriëntenoplossing in het wortelmilieu, dus om de concentraties  $C_{d,opt}$ . De streefcijfers zijn de concentraties die gehandhaafd moeten worden om tot een optimale produktie te komen, zowel kwantitatief als kwalitatief.

Tabel 17 is aan de adviesbasis ontleend. De concentraties voor de bedrijfssystemen met teelt los van de grond zijn zowel op de bedrijfssituaties met vrije drainage als op die met hergebruik van toepassing. Voor de met \* gemarkeerde bedrijfssystemen waren geen gegevens beschikbaar omdat voor de desbetreffende gewassen de teelt los van de grond nu nog niet van betekenis is. In dat geval zijn de concentraties in overleg met het PTG geschat.

Voor de bedrijfssystemen met teelt in de grond geeft de bemestingsadviesbasis niet de concentraties  $C_{d,opt}$  maar de concentratie in het zogenoemde 1:2 volume-extract. Dat hangt samen met de gestandaardiseerde analysemethode van grondmonsters. De concentratie  $C_{d,opt}$  van de bodemoplossing is af te leiden uit de concentratie in het 1:2 volume-extract via de volgende empirische relaties (Sonneveld et al. 1990):

- voor N:  $C_{d,opt} = 5,09 \cdot C_{1:2} + 0,14;$
- voor P:  $C_{d,opt} = 1,78 \cdot C_{1:2} - 0,09.$

*Tabel 17 Optimale N- en P-concentraties  $C_{d,opt}$  in het wortelmilieu, volgens de bemestingsadviesbasis voor de glastuinbouw en geschat*

| Bedrijfsstelsel |      | Teelt los van de grond                    |                                           | Teelt in de grond                         |                                           |
|-----------------|------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                 |      | $C_{d,opt}(N)$<br>(mmol.l <sup>-1</sup> ) | $C_{d,opt}(P)$<br>(mmol.l <sup>-1</sup> ) | $C_{d,opt}(N)$<br>(mmol.l <sup>-1</sup> ) | $C_{d,opt}(P)$<br>(mmol.l <sup>-1</sup> ) |
| AUBE            | AUBE | 20,0                                      | 0,7                                       |                                           |                                           |
| KOMK            | KOMK | 18,0                                      | 0,9                                       |                                           |                                           |
| OVGR            | OVGR |                                           |                                           | 15,0                                      | 0,2                                       |
| PAPR            | PAPR | 19,0                                      | 0,9                                       |                                           |                                           |
| RADS            | RADS | *10,0                                     | 0,8                                       | 10,0                                      | 0,2                                       |
| SLA             | SLA  | *10,0                                     | 0,8                                       | 20,0                                      | 0,2                                       |
| TOMA            | TOMA | 17,0                                      | 0,7                                       |                                           |                                           |
| TPKA            | TPKA |                                           |                                           | 22,5                                      | 0,2                                       |
| TPKA            | SLA  |                                           |                                           | 22,5                                      | 0,2                                       |
| AMAR            | AMAR | *10,0                                     | 0,8                                       | 12,5                                      | 0,2                                       |
| ANJE            | ANJE | 14,0                                      | 0,9                                       | 20,0                                      | 0,2                                       |
| CHRY            | CHRY | *10,0                                     | 0,8                                       | 10,0                                      | 0,2                                       |
| FREE            | FREE | *10,0                                     | 0,8                                       | 12,5                                      | 0,2                                       |
| GERB            | GERB | 13,0                                      | 0,7                                       | 20,0                                      | 0,2                                       |
| LELI            | LELI | *10,0                                     | 0,8                                       | 15,0                                      | 0,2                                       |
| ORCH            | ORCH | 2,8                                       | 0,7                                       |                                           |                                           |
| OVBL            | OVBL | *14,0                                     | 0,9                                       | 15,0                                      | 0,2                                       |
| ROOS            | ROOS | 12,5                                      | 0,9                                       | 20,0                                      | 0,2                                       |
| OPKW            | OPKW | 10,0                                      | 0,8                                       |                                           |                                           |
| POTP            | POTP | 10,0                                      | 0,8                                       | 10,0                                      | 0,2                                       |

\* geschat in overleg met het PTG

De concentratie  $C_{1,2}$  loopt voor N uiteen van 2,0 mmol.l<sup>-1</sup> voor radijs tot 4,5 mmol.l<sup>-1</sup> voor tomaat. De concentratie  $C_{1,2}$  voor P is 0,15 mmol.l<sup>-1</sup> voor alle bedrijfssystemen. Het berekenen van de concentratie  $C_{d,opt}$  is vereenvoudigd tot

- voor N:  $C_{d,opt} = 5,00 \cdot C_{1,2}$ ;
- voor P:  $C_{d,opt} = 1,33 \cdot C_{1,2}$ .

De berekende concentraties  $C_{d,opt}$  zijn opgenomen in tabel 17. De niveaus van de N-concentraties voor de bedrijfssystemen met teelt in de grond en teelt los van de grond blijken vergelijkbaar te zijn. Voor de niveaus van de P-concentraties is dat niet het geval: gemiddeld is de concentratie bij teelt los van de grond het viervoudige van de concentratie bij teelt in de grond. Fysisch-chemische processen, leidend tot vastlegging van P in de grond, spelen hierbij een rol. Deze processen werken direct door in de berekening van Q(P) met relatie (14). Bij het overgaan van teelt in de grond naar teelt los van de grond zal de P-emissie (uitspoeling vanuit het wortelmilieu), bij gelijkblijvende afvoer A, toenemen.

## 8 TOETSEN VAN HET ONTWIKKELDE INSTRUMENTARIUM

Om het ontwikkelde instrumentarium te toetsen zijn berekeningen uitgevoerd voor 1988 en 1989. De resultaten zijn vergeleken met gegevens van de waterleiding-bedrijven over de afname van drinkwater door de glastuinbouw en met gegevens uit het onderzoek van LEI-DLO (Verhaegh et al., 1990).

### 8.1 Drinkwaterverbruik in 1988 en 1989

#### 8.1.1 WDM-gebied

Resultaten van de modelberekeningen zijn opgenomen in tabel 18. Het toetsen heeft betrekking op de met \* gemarkeerde hoeveelheden (drink)water. Uit de tabel valt af te leiden dat het om 20 à 30% van het totale waterverbruik van de glastuinbouw gaat.

Het werkelijke verbruik is afgeleid uit de volgende gegevens van de WDM:

- het totale verbruik per dag, dat wil zeggen, de som van het gietwaterverbruik, het huishoudelijk verbruik en het industrieel verbruik;
- het totale gietwaterverbruik op jaarbasis voor alle glastuinbouwbedrijven met een aparte gietwateraansluiting (afgelezen via de watermeters op die aansluitingen).

Uit het verschil tussen het totale verbruik en het totale gietwaterverbruik is het gemiddelde huishoudelijk en industrieel verbruik op dagbasis berekend. Dat gemiddelde is van het totale verbruik op dagbasis afgetrokken om te komen tot een schatting van het gietwaterverbruik op dagbasis. Tenslotte zijn totalen per decade berekend waarbij nog een correctie is doorgevoerd voor de (geschatte) afname door glastuinbouwbedrijven zonder gietwatercontract.

Het berekende drinkwaterverbruik en het resultaat van de bewerking van de WDM-gegevens zijn verwerkt in fig. 4. Voor 1988 blijkt:

- dat het verloop van het werkelijke drinkwaterverbruik gedurende het jaar door het model redelijk goed wordt gevolgd;
- dat het werkelijke drinkwaterverbruik door het model bij een laag niveau van verbruik systematisch wordt onderschat;
- dat het berekende verbruik op jaarbasis ca. 5% lager is dan het werkelijke verbruik.

Voor 1989 blijkt:

- dat het verbruik door het model systematisch wordt onderschat voor de perioden januari t/m mei en oktober t/m december;
- dat er goede overeenstemming is in de periode juni t/m de eerste decade van juli, als tenminste de eerste en tweede decade van juni als elkaar compenserend worden gezien;
- dat het verbruik door het model wordt overschat voor de periode vanaf de tweede

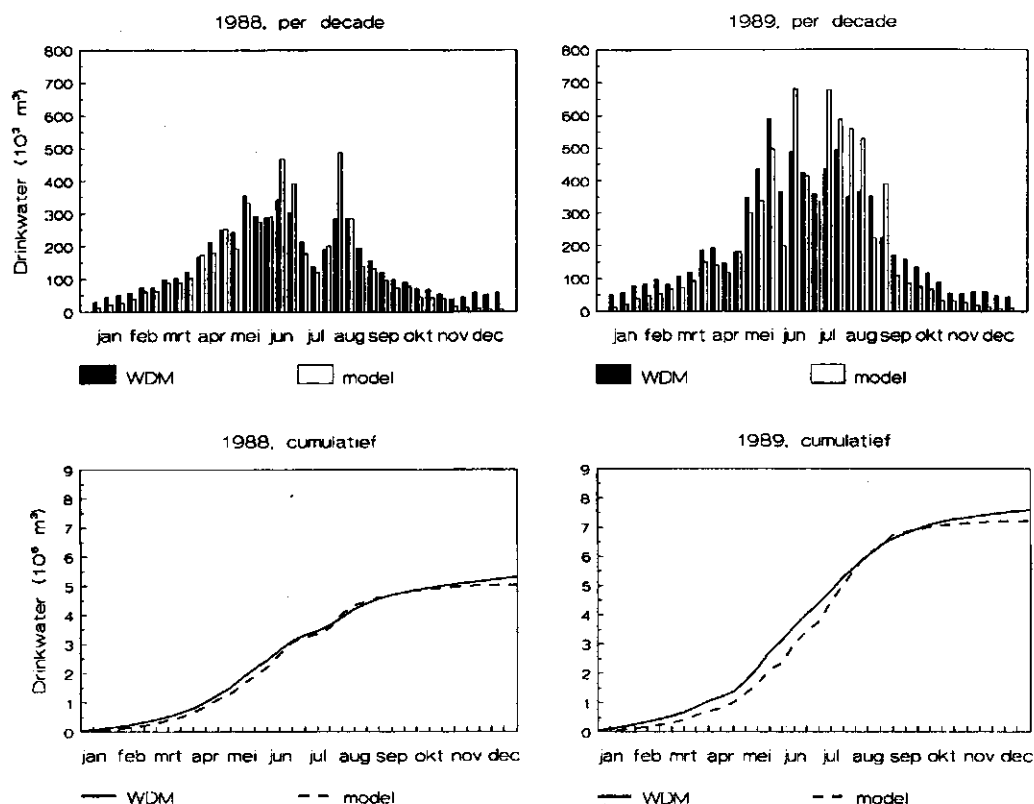
- decade van juli tot de derde decade van augustus;  
- dat het berekende verbruik op jaarbasis ca. 5% lager is dan het werkelijke verbruik.

**Tabel 18** Verbruik van regenwater (RW) en drink- of oppervlaktewater (AW) in 1988 en 1989, volgens de modelberekeningen, voor het WDM- en het DTG-gebied

|                             | Areaal<br>(ha) | 1988                                    |                                         | 1989                                    |                                         |
|-----------------------------|----------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
|                             |                | RW<br>(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) | AW<br>(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) | RW<br>(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) | AW<br>(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) |
| <b>WDM-gebied</b>           |                |                                         |                                         |                                         |                                         |
| Groenten, los van de grond  | 1000           | 4,48                                    | 4,04                                    | 3,80                                    | 5,94                                    |
| Bloemen, los van de grond   | 143            | 0,52                                    | 0,31                                    | 0,54                                    | 0,40                                    |
| Restgroep, los van de grond | 246            | 0,71                                    | 0,68                                    | 0,72                                    | 0,86                                    |
| Totaal                      | 1389           | 5,71                                    | *5,03                                   | 5,06                                    | *7,20                                   |
|                             |                |                                         |                                         |                                         |                                         |
| Groenten, in de grond       | 600            | 0,30                                    | 3,67                                    | 0,28                                    | 4,21                                    |
| Bloemen, in de grond        | 1215           | 0,71                                    | 7,93                                    | 0,68                                    | 9,02                                    |
| Restgroep, in de grond      | 126            | 0,06                                    | 0,61                                    | 0,06                                    | 0,69                                    |
| Totaal                      | 1941           | 1,06                                    | 12,21                                   | 1,02                                    | 13,92                                   |
|                             |                |                                         |                                         |                                         |                                         |
| <b>DTG-gebied</b>           |                |                                         |                                         |                                         |                                         |
| Groenten, los van de grond  | 415            | 2,11                                    | 1,37                                    | 1,80                                    | 2,19                                    |
| Bloemen, los van de grond   | 136            | 0,52                                    | 0,18                                    | 0,54                                    | 0,24                                    |
| Restgroep, los van de grond | 73             | 0,22                                    | 0,17                                    | 0,22                                    | 0,22                                    |
| Totaal                      | 624            | 2,85                                    | *1,72                                   | 2,56                                    | *2,65                                   |
|                             |                |                                         |                                         |                                         |                                         |
| Groenten, in de grond       | 135            | 0,34                                    | 0,70                                    | 0,31                                    | 0,85                                    |
| Bloemen, in de grond        | 381            | 0,97                                    | 1,63                                    | 0,93                                    | 1,99                                    |
| Restgroep, in de grond      | 28             | 0,06                                    | 0,09                                    | 0,06                                    | 0,10                                    |
| Totaal                      | 545            | 1,37                                    | 2,42                                    | 1,30                                    | 2,94                                    |

\* Getoetste resultaten

Fig. 4 geeft voor 1988 een te gunstig beeld omdat de modelberekening voor dat jaar is gebaseerd op de verdeling van het totale glasareaal over teelt in de grond en teelt los van de grond voor 1989. Het werkelijke areaal met teelt los van de grond en gebruik van drinkwater was in 1988 kleiner dan in 1989.



**Fig. 4** Verloop van het berekende en het werkelijke verbruik van drinkwater als gietwater door de glastuinbouw in het WDM-gebied

### 8.1.2 DTG-gebied

In tabel 19 zijn gegevens over de gemeten en de berekende afname van drinkwater door de glastuinbouw in het DTG-gebied opgenomen. De gemeten afname had betrekking op 1179 aansluitingen in 1988 en op 1204 in 1989. De DTG schat de bijdrage

**Tabel 19** Verbruik van drinkwater als gietwater in het DTG-gebied in 1988 en 1989, volgens gegevens van het waterleidingbedrijf en volgens de modelberekeningen

| Periode                  | DTG-gegevens<br>(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) | Model<br>(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) | Quotiënt<br>model/DTG |
|--------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------|
| 1-1-1988 tot 21- 5-1988  | 0,62                                              | 0,52                                       | 0,84                  |
| 21-5-1988 tot 21- 9-1988 | 1,26                                              | 1,11                                       | 0,89                  |
| 21-9-1988 tot 1- 1-1989  | 0,14                                              | 0,09                                       | 0,67                  |
| <b>Totaal 1988</b>       | <b>2,02</b>                                       | <b>1,72</b>                                | <b>0,86</b>           |
| 1-1-1989 tot 21- 5-1989  | 0,73                                              | 0,51                                       | 0,71                  |
| 21-5-1989 tot 21- 9-1989 | 2,07                                              | 2,04                                       | 0,99                  |
| 21-9-1989 tot 1- 1-1990  | 0,36                                              | 0,10                                       | 0,29                  |
| <b>Totaal 1989</b>       | <b>3,16</b>                                       | <b>2,65</b>                                | <b>0,84</b>           |

van het huishoudelijk gebruik op ca.  $0,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  per jaar. Op basis daarvan zijn de gegevens gecorrigeerd, rekening houdend met de verschillen in lengte van de deelperioden.

De verhouding tussen het berekende en het werkelijke verbruik komt uit op 0,85 voor 1988 en op 0,84 voor 1989. In beide jaren wordt het werkelijke verbruik door het model dus met ca. 15% onderschat. Voor de deelperioden afzonderlijk blijken de verschillen tussen model en werkelijkheid naar verhouding het kleinst te zijn in de tweede deelperiode (juni t/m september) en het grootst in de laatste deelperiode (oktober t/m december).

## 8.2 Emissie van N en P

Bij het onderzoek van LEI-DLO uit 1989 waren 57 bedrijven met tomaat, paprika en komkommer in steenwol betrokken. Uit het meststoffenverbruik en de geschatte opname van mineralen door de gewassen is het bemestingsoverschot berekend in de situatie met vrije drainage. De verschillen tussen de drie gewassen bleken beperkt te zijn. Gerekend over de gehele teeltperiode kwam het gemiddelde bemestingsoverschot uit op ca.  $880 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  voor N en op ca.  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  voor P. Ook de hoeveelheid drainagewater is gemeten maar exacte gegevens daarover ontbreken in het desbetreffende rapport. Het lijkt te gaan om gemiddeld 250 à 300 mm ( $2500 \text{ à } 3000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

Resultaten van de modelberekeningen voor het RF-scenario zijn opgenomen in tabel 20. Het vergelijken van de berekende emissies met de gegevens uit het onderzoek van LEI-DLO blijft beperkt tot het areaal met teelt van groenten los van de grond. Voor het WDM-gebied gaat het om 1000 ha met tomaat, paprika, komkommer en aubergine, voor het DTG-gebied om 415 ha met dezelfde gewassen. De gewogen gemiddelde emissie voor het totale areaal van 1415 ha komt uit op ca.  $690 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  voor N en ca.  $65 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  voor P. De emissie volgens de modelberekening blijkt hiermee duidelijk lager te zijn dan het bemestingsoverschot volgens het onderzoek van LEI-DLO.

## 8.3 Evaluatie

### 8.3.1 Drinkwaterverbruik

De betrouwbaarheid van de modelberekeningen op gebiedsniveau wordt, als het gaat om de waterhuishouding, bepaald door

- het basisbestand waarin de resultaten van de berekeningen voor de standaardbedrijven zijn opgenomen;
- de scenariomatrix als beschrijving van de glastuinbouw in het WDM- of DTG-gebied.

Verschillen tussen de resultaten van de modelberekeningen en gemeten waterhoeveel-

heden zijn op het basisbestand en/of de scenariomatrix terug te voeren, er vanuit gaande dat de gemeten waterhoeveelheden (in dit geval: hoeveelheden drinkwater) juist zijn.

De betrouwbaarheid van het basisbestand wordt bepaald door het modelconcept en de parameterwaarden waarmee is gerekend. Het modelconcept is simpel en geeft weinig aanleiding tot discussie. Bij de parameters gaat het om

- de reductiefactoren  $f$  (bepalend voor het transpiratieniveau  $T$ );
- de afvoerfractie  $F_a$  (bepalend voor de afvoer  $A$ );
- de benutting van de neerslag op de bedrijven met een bassin.

**Tabel 20 Emissie van N en P volgens de modelberekeningen, voor het WDM- en het DTG-gebied, voor 1989**

|                             | Areaal      | N-emissie            |                        | P-emissie            |                        |
|-----------------------------|-------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
|                             | (ha)        | (10 <sup>3</sup> kg) | (kg.ha <sup>-1</sup> ) | (10 <sup>3</sup> kg) | (kg.ha <sup>-1</sup> ) |
| <b>WDM-gebied</b>           |             |                      |                        |                      |                        |
| Groenten, los van de grond  | 1000        | 697,0                | *697                   | 65,7                 | *66                    |
| Bloemen, los van de grond   | 143         | 41,3                 | 288                    | 6,9                  | 48                     |
| Restgroep, los van de grond | 246         | 69,3                 | 282                    | 12,3                 | 50                     |
| Groenten, in de grond       | 600         | 348,0                | 580                    | 8,2                  | 14                     |
| Bloemen, in de grond        | 1215        | 557,3                | 458                    | 17,6                 | 15                     |
| Restgroep, in de grond      | 126         | 30,6                 | 243                    | 1,4                  | 11                     |
| <b>Totaal</b>               | <b>3330</b> | <b>1743,5</b>        |                        | <b>112,1</b>         |                        |
| <b>Gewogen gemiddelde</b>   |             |                      | <b>524</b>             |                      | <b>34</b>              |
| <b>DTG-gebied</b>           |             |                      |                        |                      |                        |
| Groenten, los van de grond  | 415         | 277,2                | *668                   | 27,0                 | *65                    |
| Bloemen, los van de grond   | 136         | 24,9                 | 183                    | 5,1                  | 37                     |
| Restgroep, los van de grond | 73          | 17,9                 | 245                    | 3,2                  | 44                     |
| Groenten, in de grond       | 135         | 90,4                 | 669                    | 2,0                  | 15                     |
| Bloemen, in de grond        | 382         | 182,3                | 478                    | 4,9                  | 13                     |
| Restgroep, in de grond      | 28          | 5,9                  | 211                    | 0,3                  | 11                     |
| <b>Totaal</b>               | <b>1169</b> | <b>598,6</b>         |                        | <b>42,5</b>          |                        |
| <b>Gewogen gemiddelde</b>   |             |                      | <b>512</b>             |                      | <b>36</b>              |

\* Getoetste resultaten

De reductiefactoren en afvoerfracties zijn in het voorgaande hoofdstuk aan de orde geweest. Het gaat bij het areaal met teelt los van de grond vooral om tomaat, paprika, komkommer en aubergine, gewassen waarvoor naar verhouding veel transpiratiegegevens uit onderzoek beschikbaar zijn. De  $f$ -waarden zijn daarmee redelijk goed onderbouwd. De afvoerfracties waarmee gerekend is ( $F_a = 0,20$  voor regenwater,  $F_a = 0,35$  voor drinkwater) leiden tot een berekende gewogen gemiddelde afvoer  $A$  op jaarbasis van 280 mm. Er zijn geen concrete gegevens waaraan de berekende afvoer kan worden getoetst.

De nuttige inhoud van de regenwaterbassins is gesteld op 0,9 maal de bruto inhoud volgens de gegevens van het marktonderzoek. Verder is aangenomen dat de neerslag die op het glasdek valt voor 100% in het bassin terecht komt, zonder verliezen door directe verdamping vanaf het dek. Ook is geen rekening gehouden met verliezen bij zware regenval als gevolg van de beperkte capaciteit van het afvoersysteem naar het bassin. De regenwaterbenutting wordt daardoor overschat maar het is onbekend in welke mate. Ook het rekenen met decadetijdstappen leidt tot het overschatten van de benutting van de neerslag. In het model is die neerslag gelijkmatig over de decade verdeeld. Als de neerslag in werkelijkheid vooral aan het begin van de decade valt kunnen op dat moment verliezen optreden door het overlopen van het bassin. Dit aspect speelt vooral bij het bassin van  $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Bij de betrouwbaarheid van de scenariomatrix gaat het om de gegevens met betrekking tot

- de verdeling van het totale areaal over teelt in de grond en teelt los van de grond;
- de betekenis van regenwater.

De arealen met teelt los van de grond volgens het RF-scenario zijn vooral op de gegevens van de veilingen gebaseerd. Het gaat om betrouwbare gegevens. De betekenis van regenwater is gebaseerd op het marktonderzoek van de waterleiding-bedrijven. Vanuit de praktijk is opgemerkt dat de steekproef uit het marktonderzoek niet representatief zou zijn. Zonder nader onderzoek is er geen basis voor correctie.

Uit het bovenstaande blijkt dat de verschillen tussen het berekende en het werkelijke drinkwaterverbruik niet éénduidig te verklaren zijn. Daarom ook zijn de parameterwaarden of de matrix niet bijgesteld. Daarbij is overwogen dat de overeenkomst tussen zowel het berekende en het werkelijk verloop van het verbruik als tussen het berekende en het werkelijke totale verbruik op jaarbasis acceptabel is.

### 8.3.2 Emissie van N en P

Het berekenen van de emissie van N en P is gebaseerd op de concentraties in het wortelmilieu volgens tabel 17 (afgeleid uit de bemestingsadviesbasis). De gemiddelde concentratie  $C_{d,opt}$  voor de gewassen tomaat, paprika, komkommer en aubergine is ca.  $18 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  voor N en  $0,75 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  voor P. Het bemestingsoverschot van  $880 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  N en  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  P volgens het onderzoek van LEI-DLO zou, bij een afvoer A van 280 mm, zijn te verklaren als in werkelijkheid gewogen gemiddelde concentraties van  $22,5 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  voor N en  $1,1 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  voor P zouden zijn aangehouden. De discrepantie tussen de berekende emissie en het bemestingsoverschot volgens LEI-DLO zou dus verklaarbaar zijn als in de praktijk hogere concentraties zijn aangehouden dan de concentraties volgens de adviesbasis.

Op de bedrijven uit het onderzoek van LEI-DLO is de nutriëntenoplossing in het wortelmilieu om de twee weken bemonsterd. Uit de analysegegevens zijn gemiddelde N- en P-concentraties berekend voor alle monsters die zijn genomen in de periode vanaf de tweede helft van maart tot het einde van de teeltperiode. Dat leverde het

volgende resultaat op:

- tomaat (7 bedrijven, 86 monsters): 25,1 mmol.l<sup>-1</sup> N, 1,0 mmol.l<sup>-1</sup> P;
- paprika (7 bedrijven, 92 monsters): 21,9 mmol.l<sup>-1</sup> N, 1,2 mmol.l<sup>-1</sup> P;
- komkommer (6 bedrijven, 78 monsters): 24,3 mmol.l<sup>-1</sup> N, 0,9 mmol.l<sup>-1</sup> P.

Het blijkt dat de werkelijke N- en P-concentraties inderdaad hoger zijn dan de concentraties volgens de bemestingsadviesbasis. Het verschil tussen de resultaten van de modelberekeningen en de gegevens van het onderzoek van LEI-DLO is daardoor volledig verklaarbaar.

## 9 BEREKENINGEN EN RESULTATEN

In dit hoofdstuk komen de berekeningen en de resultaten aan de orde. Par. 9.1 betreft het selecteren van drie karakteristieke jaren uit de periode 1951 t/m 1989, die gekwalificeerd kunnen worden als repectievelijk droog, normaal en nat. Op die drie jaren is het rekeninstrumentarium toegepast. In par. 9.2 worden de resultaten gepresenteerd en toegelicht. Het gaat uitsluitend om resultaten op gebiedsniveau. Een nadere uitwerking volgt in hoofdstuk 10.

### 9.1 Berekeningen gericht op het selecteren van karakteristieke jaren

De beschikbare meteorologische gegevens (straling, temperatuur, neerslag) voor het station Naaldwijk beslaan de periode 1951 t/m 1989 en zijn gebruikt in de berekeningen voor zowel het WDM- als het DTG-gebied. Oriënterende berekeningen zijn uitgevoerd om enkele jaren te selecteren voor gedetailleerde berekeningen.

De periode 1951 t/m 1989 omvat in totaal 39 jaren. De berekeningen betreffen alle 38 combinaties van twee opeenvolgende jaren, dat wil zeggen, 1951/1952, 1952/1953,...,1987/1988 en 1988/1989. Het eerste jaar van elke groep van twee jaren is een aanloopjaar dat wordt doorgerekend om te komen tot een correcte startwaarde voor de regenwatervoorraad in de bassins aan het begin van het tweede jaar. Immers, bij de bedrijfssituaties met grote regenwaterbassins mag niet zonder meer worden uitgegaan van een volledig gevuld bassin op 1 januari. Alléén de rekenresultaten voor het tweede jaar worden naar het desbetreffende basisbestand (par. 2.3) weggeschreven. Het doorrekenen van alle combinaties van twee jaren leidt tot 38 basisbestanden die betrekking hebben op de reeks van jaren 1952 t/m 1989.

Als tweede stap zijn berekeningen op gebiedsniveau uitgevoerd (par. 2.4) voor enkele van de scenariovarianten uit tabel 13. De berekende hoeveelheden drinkwater, regenwater en de afvoer zijn statistisch bewerkt. Op basis van de hoeveelheden drinkwater zijn de volgende drie jaren geselecteerd voor de detailberekeningen:

- 1982 als een 10%-jaar, dat wil zeggen, als jaar met een verbruik van drinkwater dat gemiddeld eens in de tien jaar wordt overschreden (droog jaar);
- 1977 als een 50%-jaar, dat wil zeggen, als jaar met een verbruik van drinkwater dat gemiddeld eens per twee jaar wordt overschreden (normaal jaar);
- 1987 als een 90%-jaar, dat wil zeggen, als jaar met een verbruik van drinkwater dat gemiddeld in negen van de tien jaren wordt overschreden (nat jaar).

In tabel 21 zijn gegevens voor de drie jaren opgenomen. Het karakteriseren van de jaren op basis van het verbruik van drinkwater wordt sterk bepaald door de hoeveelheid neerslag in het zomerhalfjaar: de neerslag in de periode april t/m september is in 1987 bijna twee keer zo groot als in 1982. De verschillen in straling en gewastranspiratie tussen de jaren blijven beperkt tot minder dan 10%.

**Tabel 21** *Neerslag-, stralings- en gewastranspiratiegegevens voor het WDM- en het DTG-gebied, voor 1977, 1982 en 1987, voor het RF-scenario en voor de MN- en MX-scenariovarianten*

|                                                             | WDM-gebied |      |      | DTG-gebied |      |      |
|-------------------------------------------------------------|------------|------|------|------------|------|------|
|                                                             | 1977       | 1982 | 1987 | 1977       | 1982 | 1987 |
| <b>Neerslag(mm)</b>                                         |            |      |      |            |      |      |
| - januari t/m maart                                         | 206        | 125  | 114  | 206        | 125  | 114  |
| - april t/m september                                       | 297        | 238  | 448  | 297        | 238  | 448  |
| - oktober t/m december                                      | 297        | 332  | 204  | 297        | 332  | 204  |
| - totaal                                                    | 800        | 695  | 766  | 800        | 695  | 766  |
| <b>Globale straling(<math>10^6 \text{ J.m}^{-2}</math>)</b> |            |      |      |            |      |      |
| - januari t/m maart                                         | 483        | 526  | 469  | 483        | 526  | 469  |
| - april t/m september                                       | 2767       | 3188 | 2790 | 2767       | 3188 | 2790 |
| - oktober t/m december                                      | 339        | 297  | 334  | 339        | 297  | 334  |
| - totaal                                                    | 3589       | 4011 | 3593 | 3589       | 4011 | 3593 |
| <b>Gewastranspiratie(mm)</b>                                |            |      |      |            |      |      |
| <b>RF-scenario</b>                                          |            |      |      |            |      |      |
| - Teelt in de grond                                         | 529        | 557  | 523  | 554        | 581  | 540  |
| - Teelt los van de grond                                    | 602        | 634  | 584  | 582        | 614  | 565  |
| - Gewogen gemiddelde                                        | 559        | 589  | 548  | 568        | 598  | 553  |
| <b>MN-varianten</b>                                         |            |      |      |            |      |      |
| - Teelt in de grond                                         | 522        | 549  | 516  | 539        | 566  | 529  |
| - Teelt los van de grond                                    | 592        | 623  | 575  | 575        | 606  | 559  |
| - Gewogen gemiddelde                                        | 565        | 595  | 553  | 568        | 598  | 553  |
| <b>MX-varianten</b>                                         |            |      |      |            |      |      |
| - Teelt in de grond                                         | 494        | 520  | 485  | 494        | 520  | 485  |
| - Teelt los van de grond                                    | 576        | 607  | 563  | 579        | 609  | 562  |
| - Gewogen gemiddelde                                        | 565        | 595  | 553  | 569        | 598  | 553  |

Het selecteren van een 10%- , 50%- en 90%-jaar zou ook kunnen worden gebaseerd op het regenwaterverbruik of op de afvoer A in plaats van op het verbruik van drinkwater. Dat zou wellicht hebben geleid tot andere jaren. Die andere jaren zouden echter weinig verschillen van 1977, 1982 en 1987 omdat het regenwaterverbruik, het verbruik van drinkwater en de afvoer nauw met elkaar samenhangen.

Uit de gegevens van tabel 21 is de totale hoeveelheid water op jaarbasis te berekenen die nodig is om de gewastranspiratie T te dekken. Voor 1977 leidt dat

- voor het WDM-gebied tot:  $T = 18,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (3330 ha, gewogen gemiddelde transpiratie van 560 à 565 mm);
- voor het DTG-gebied tot:  $T = 6,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (1170 ha, gewogen gemiddelde transpiratie van 565 à 570 mm).

Die waterbehoefte is praktisch gelijk voor het RF-scenario, de MN-varianten en de MX-varianten. Hieruit blijkt dat het verschuiven van glasoppervlakten tussen de bedrijfssystemen volgens de tabellen 10 en 11 nauwelijks invloed heeft op de gewogen gemiddelde transpiratie op gebiedsniveau.

In het geval van volledig gesloten teeltsystemen voor het totale glasareaal is de afvoer  $A = 0$ . De waterbehoefte en de zojuist berekende transpiratie in  $\text{m}^3$  zouden dan aan elkaar gelijk zijn. Anders gezegd: de transpiratie in  $\text{m}^3$  op gebiedsniveau is de ondergrens van de totale waterbehoefte. De werkelijke behoefte zal altijd hoger zijn: in alle varianten geldt immers dat  $A > 0$ .

## 9.2 Berekeningen en resultaten voor het WDM-gebied

### 9.2.1 RF-scenario

Resultaten voor het WDM-gebied zijn opgenomen in de tabellen 22 t/m 24 en verwerkt in de figs. 5 t/m 8. De resultaten voor het jaar 1977 worden nader uitgewerkt en toegelicht.

Voor het RF-scenario zijn voor het areaal van 1389 ha met teelt los van de grond de volgende resultaten verkregen (tabel 22):

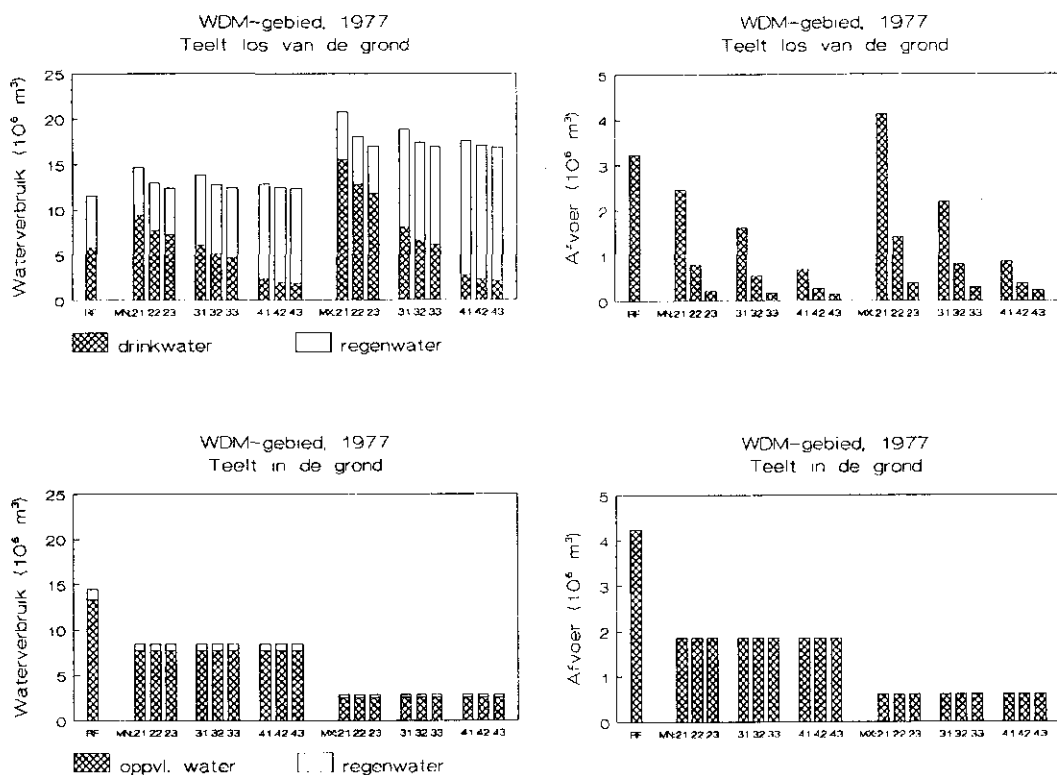
- het totale waterverbruik is  $11,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , waarvan ca.  $5,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (50%) drinkwater (klasse C) en  $5,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (50%) regenwater;
- de afvoer A is  $3,23 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , dat wil zeggen, 28% van het verbruik (gewogen gemiddelde afvoerfractie  $F_a = 0,28$ );
- de N-emissie  $Q(N)$  is ca.  $726 \cdot 10^3 \text{ kg N}$ , wat neerkomt op een gewogen gemiddelde van ca.  $525 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ;
- de P-emissie  $Q(P)$  is ca.  $75 \cdot 10^3 \text{ kg P}$ , wat neerkomt op een gewogen gemiddelde van ca.  $55 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ;
- de gewogen gemiddelde emissieconcentratie (berekend uit Q en A) voor N is  $16,1 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1} \text{ NO}_3\text{-N}$  en voor P  $0,76 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1} \text{ ortho-P}$  ( $1,0 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1} \text{ NO}_3\text{-N}$  komt overeen met  $14 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ N}$ ;  $1,0 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1} \text{ ortho-P}$  met  $31 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ P}$ ).

Voor het areaal van 1941 ha met teelt in de grond geldt:

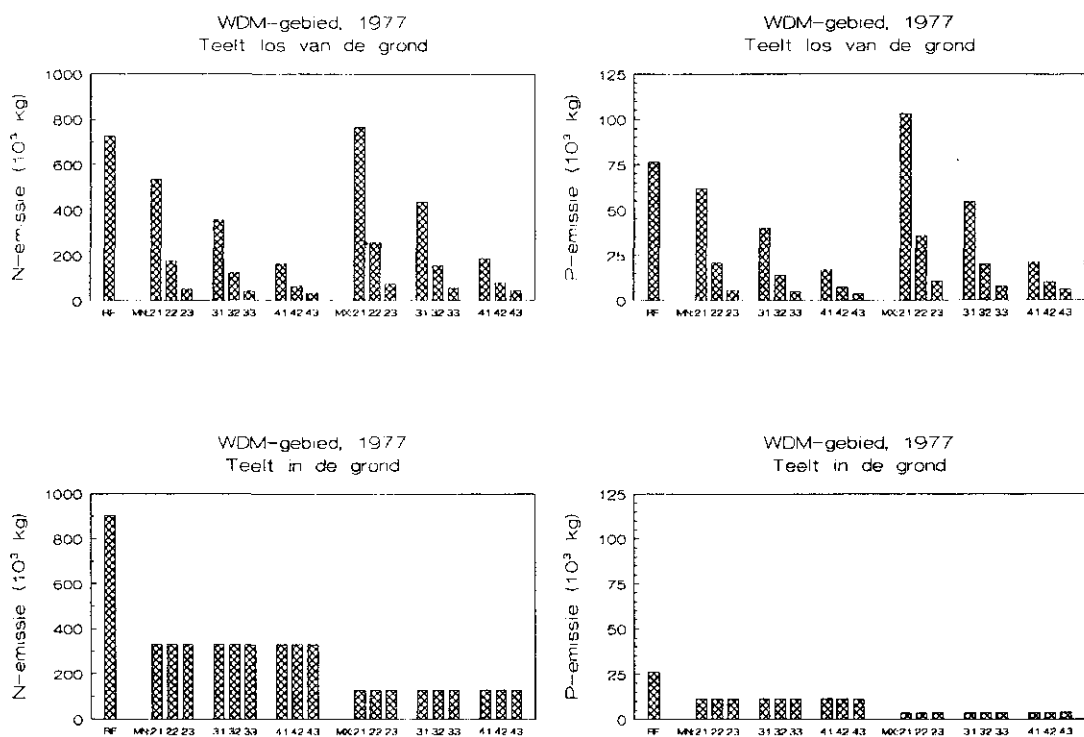
- het totale waterverbruik is  $14,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , waarvan ca.  $13,35 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (92%) oppervlaktewater en  $1,15 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (8%) regenwater;
- de afvoer is ca.  $4,25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , dat wil zeggen, 29% van het verbruik (gewogen gemiddelde afvoerfractie  $F_a = 0,29$ );
- de N-emissie is ca.  $905 \cdot 10^3 \text{ kg N}$ , wat neerkomt op een gewogen gemiddelde van ca.  $465 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ;
- de P-emissie is ca.  $25 \cdot 10^3 \text{ kg P}$ , wat neerkomt op een gewogen gemiddelde van ca.  $13 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ;
- de gewogen gemiddelde emissieconcentratie voor N is  $15,3 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  en voor P  $0,20 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  (resp.  $214 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ NO}_3\text{-N}$  en  $6 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ ortho-P}$ ).

In het RF-scenario gaat het voor het totale areaal van 3330 ha om drie soorten water:

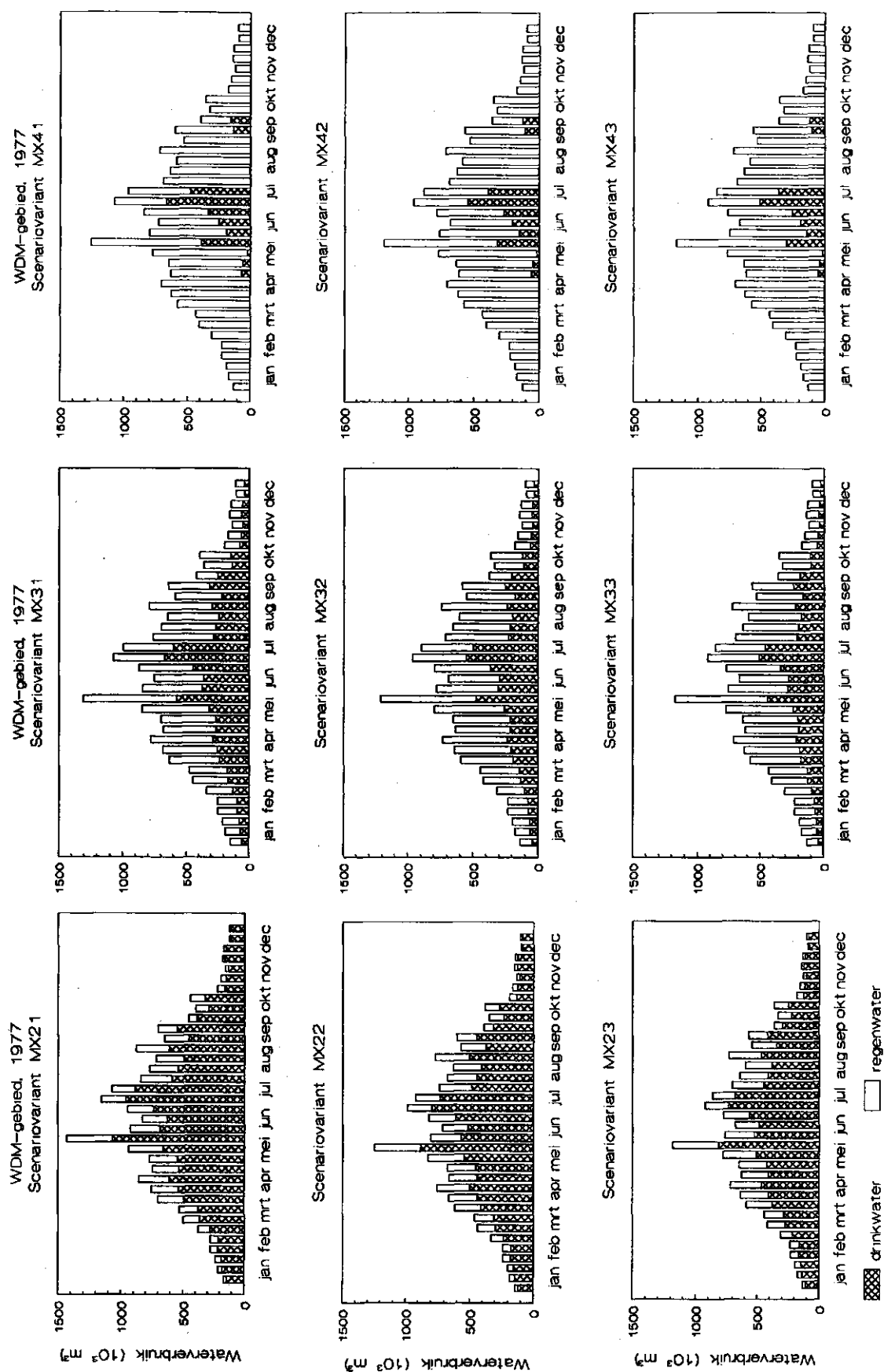
- regenwater:  $6,93 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ;
- oppervlaktewater:  $13,35 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ;
- drinkwater van klasse C:  $5,80 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .



**Fig. 5** Gietswaterverbruik en afvoer van drainage water voor de glastuinbouw in het WDM-gebied, voor het RF-scenario en de MN- en MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)



**Fig. 6** Emissie van N en P voor de glastuinbouw in het WDM-gebied, voor het RF-scenario en de MN- en MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)



**Fig. 7 Verloop van het gietwaterverbruik voor het areaal met teelt los van de grond in het WDM-gebied, voor de negen MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)**

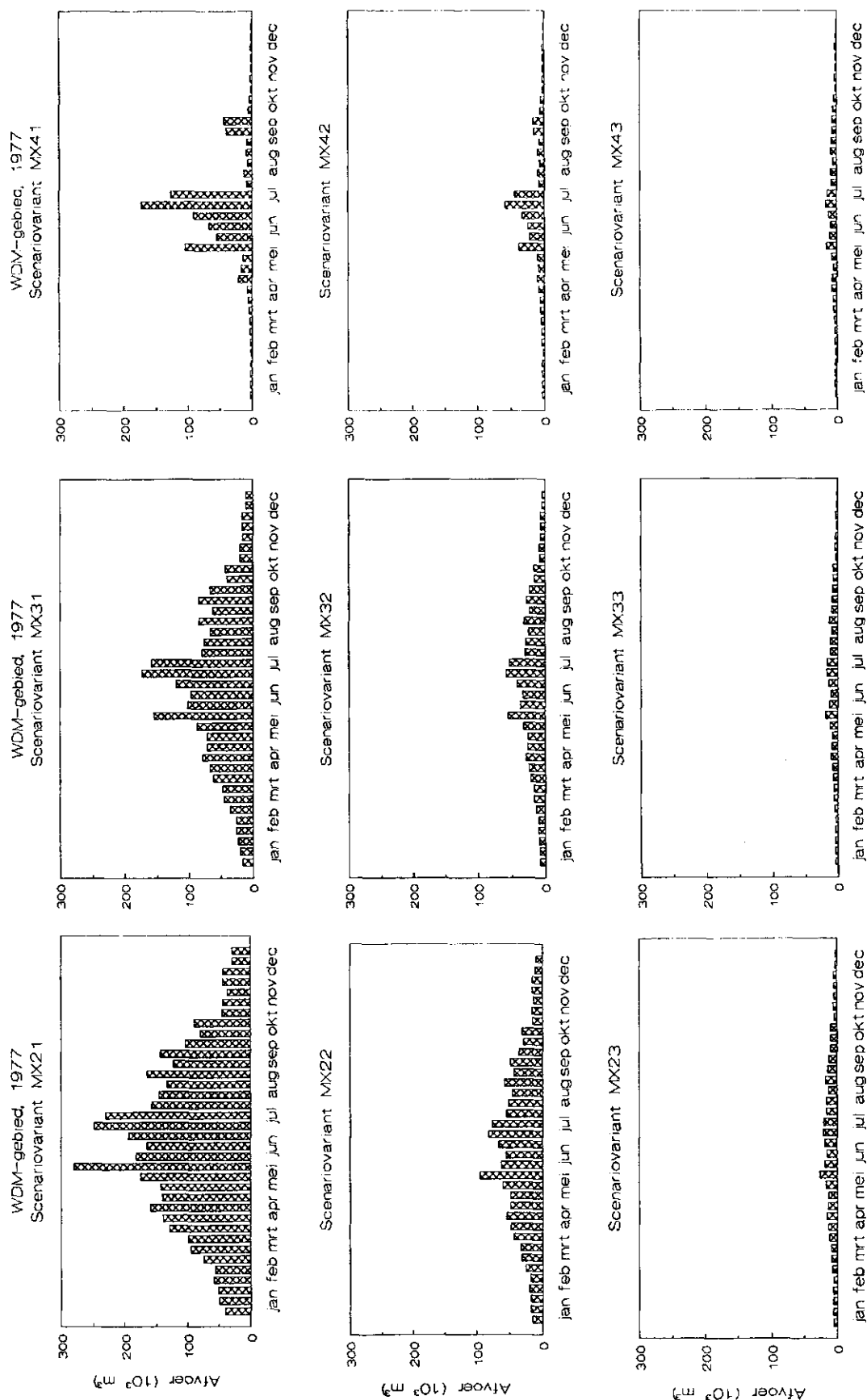


Fig. 8 Verloop van de afvoer van drainagewater voor het areaal met teelt los van de grond in het WDM-gebied, voor de negen MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)

Tabel 22 Verbruik van drink- of oppervlaktewater (AW) en regenwater (RW), afvoer van drainage water (A), emissie van N en P (Q(N) en Q(P)) en emissieconcentraties (C(N) en C(P)), voor het WDM-gebied, voor 1977 (50% jaar); GR: teelt in de grond; SU: teelt los van de grond

|                                                                                 | AW                                |       | RW    |      | A |        | Q(N)                 |       | Q(P) |  | AW                                  |      | RW   |  | A   |    | Q(N)                   |  | Q(P) |  | C(N)                    |  | C(P) |  |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|------|---|--------|----------------------|-------|------|--|-------------------------------------|------|------|--|-----|----|------------------------|--|------|--|-------------------------|--|------|--|
|                                                                                 | (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) |       |       |      |   |        | (10 <sup>3</sup> kg) |       |      |  | (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> ) |      |      |  |     |    | (kg.ha <sup>-1</sup> ) |  |      |  | (mmol.l <sup>-1</sup> ) |  |      |  |
| RF-scenario: 1941 ha met teelt in de grond, 1389 ha met teelt los van de grond  |                                   |       |       |      |   |        |                      |       |      |  |                                     |      |      |  |     |    |                        |  |      |  |                         |  |      |  |
| GR                                                                              | 01                                | 13,35 | 1,15  | 4,23 |   | 903,5  |                      | 26,2  |      |  | 6877                                | 590  | 2181 |  | 465 | 13 | 15,3                   |  | 0,20 |  |                         |  |      |  |
| SU                                                                              | 01                                | 5,80  | 5,78  | 3,23 |   | 725,8  |                      | 76,4  |      |  | 4176                                | 4164 | 2324 |  | 523 | 55 | 16,1                   |  | 0,76 |  |                         |  |      |  |
| MN-varianten: 1268 ha met teelt in de grond, 2062 ha met teelt los van de grond |                                   |       |       |      |   |        |                      |       |      |  |                                     |      |      |  |     |    |                        |  |      |  |                         |  |      |  |
| GR                                                                              | 11                                | 7,72  | 0,75  | 1,85 |   | 330,1  |                      | 11,5  |      |  | 6089                                | 589  | 1458 |  | 260 | 9  | 12,7                   |  | 0,20 |  |                         |  |      |  |
| SU                                                                              | 11                                | 8,22  | 8,64  | 4,65 |   | 1023,6 |                      | 112,1 |      |  | 3985                                | 4191 | 2253 |  | 496 | 54 | 15,7                   |  | 0,78 |  |                         |  |      |  |
|                                                                                 | 12                                | 7,09  | 8,64  | 3,52 |   | 774,8  |                      | 85,1  |      |  | 3438                                | 4191 | 1705 |  | 376 | 41 | 15,7                   |  | 0,78 |  |                         |  |      |  |
|                                                                                 | 13                                | 6,63  | 8,64  | 3,05 |   | 673,0  |                      | 74,0  |      |  | 3213                                | 4191 | 1481 |  | 326 | 36 | 15,8                   |  | 0,78 |  |                         |  |      |  |
| SU                                                                              | 21                                | 9,44  | 5,24  | 2,46 |   | 533,9  |                      | 62,1  |      |  | 4578                                | 2539 | 1194 |  | 259 | 30 | 15,5                   |  | 0,81 |  |                         |  |      |  |
|                                                                                 | 22                                | 7,78  | 5,24  | 0,81 |   | 174,0  |                      | 20,7  |      |  | 3774                                | 2539 | 390  |  | 84  | 10 | 15,3                   |  | 0,82 |  |                         |  |      |  |
|                                                                                 | 23                                | 7,19  | 5,24  | 0,21 |   | 47,3   |                      | 5,8   |      |  | 3487                                | 2539 | 103  |  | 23  | 3  | 16,1                   |  | 0,89 |  |                         |  |      |  |
| SU                                                                              | 31                                | 6,08  | 7,74  | 1,61 |   | 357,2  |                      | 40,0  |      |  | 2948                                | 3755 | 780  |  | 173 | 19 | 15,8                   |  | 0,80 |  |                         |  |      |  |
|                                                                                 | 32                                | 5,02  | 7,74  | 0,55 |   | 122,0  |                      | 14,0  |      |  | 2435                                | 3755 | 267  |  | 59  | 7  | 15,8                   |  | 0,82 |  |                         |  |      |  |
|                                                                                 | 33                                | 4,65  | 7,74  | 0,18 |   | 40,1   |                      | 4,8   |      |  | 2254                                | 3755 | 86   |  | 19  | 2  | 15,9                   |  | 0,86 |  |                         |  |      |  |
| SU                                                                              | 41                                | 2,34  | 10,55 | 0,68 |   | 160,3  |                      | 16,7  |      |  | 1136                                | 5115 | 328  |  | 78  | 8  | 16,8                   |  | 0,79 |  |                         |  |      |  |
|                                                                                 | 42                                | 1,94  | 10,55 | 0,27 |   | 64,3   |                      | 7,1   |      |  | 941                                 | 5115 | 133  |  | 31  | 3  | 17,0                   |  | 0,85 |  |                         |  |      |  |
|                                                                                 | 43                                | 1,80  | 10,55 | 0,14 |   | 31,9   |                      | 3,8   |      |  | 875                                 | 5115 | 67   |  | 15  | 2  | 16,3                   |  | 0,88 |  |                         |  |      |  |
| MX-varianten: 449 ha met teelt in de grond, 2881 ha met teelt los van de grond  |                                   |       |       |      |   |        |                      |       |      |  |                                     |      |      |  |     |    |                        |  |      |  |                         |  |      |  |
| GR                                                                              | 11                                | 2,58  | 0,26  | 0,62 |   | 130,2  |                      | 3,8   |      |  | 5746                                | 586  | 1381 |  | 290 | 8  | 15,0                   |  | 0,20 |  |                         |  |      |  |
| SU                                                                              | 11                                | 10,57 | 12,22 | 6,19 |   | 1239,2 |                      | 150,3 |      |  | 3669                                | 4243 | 2147 |  | 430 | 52 | 14,3                   |  | 0,78 |  |                         |  |      |  |
|                                                                                 | 12                                | 9,13  | 12,22 | 4,74 |   | 946,4  |                      | 115,5 |      |  | 3168                                | 4243 | 1646 |  | 328 | 0  | 14,3                   |  | 0,79 |  |                         |  |      |  |
|                                                                                 | 13                                | 8,54  | 12,22 | 4,15 |   | 826,9  |                      | 101,2 |      |  | 2963                                | 4243 | 1441 |  | 287 | 35 | 14,2                   |  | 0,79 |  |                         |  |      |  |
| SU                                                                              | 21                                | 15,49 | 5,24  | 4,12 |   | 765,5  |                      | 103,1 |      |  | 5376                                | 1817 | 1429 |  | 266 | 36 | 13,3                   |  | 0,81 |  |                         |  |      |  |
|                                                                                 | 22                                | 12,79 | 5,24  | 1,42 |   | 259,4  |                      | 35,8  |      |  | 4439                                | 1817 | 491  |  | 90  | 12 | 13,0                   |  | 0,81 |  |                         |  |      |  |
|                                                                                 | 23                                | 11,77 | 5,24  | 0,40 |   | 73,5   |                      | 10,4  |      |  | 4086                                | 1817 | 139  |  | 26  | 4  | 13,1                   |  | 0,84 |  |                         |  |      |  |
| SU                                                                              | 31                                | 7,99  | 10,81 | 2,19 |   | 438,2  |                      | 54,3  |      |  | 2773                                | 3751 | 759  |  | 152 | 19 | 14,3                   |  | 0,80 |  |                         |  |      |  |
|                                                                                 | 32                                | 6,60  | 10,81 | 0,80 |   | 156,8  |                      | 20,2  |      |  | 2292                                | 3751 | 277  |  | 54  | 7  | 14,0                   |  | 0,81 |  |                         |  |      |  |
|                                                                                 | 33                                | 6,10  | 10,81 | 0,29 |   | 56,2   |                      | 7,7   |      |  | 2116                                | 3751 | 101  |  | 20  | 3  | 13,8                   |  | 0,86 |  |                         |  |      |  |
| SU                                                                              | 41                                | 2,75  | 14,73 | 0,87 |   | 186,5  |                      | 21,3  |      |  | 953                                 | 5112 | 300  |  | 65  | 7  | 15,3                   |  | 0,79 |  |                         |  |      |  |
|                                                                                 | 42                                | 2,27  | 14,73 | 0,39 |   | 80,8   |                      | 10,0  |      |  | 789                                 | 5112 | 136  |  | 28  | 3  | 14,8                   |  | 0,83 |  |                         |  |      |  |
|                                                                                 | 43                                | 2,11  | 14,73 | 0,23 |   | 44,4   |                      | 6,0   |      |  | 732                                 | 5112 | 79   |  | 15  | 2  | 13,8                   |  | 0,84 |  |                         |  |      |  |

Tabel 23      *Verbruik van drink- of oppervlaktewater (AW) en regenwater (RW), afvoer van drainagewater (A), emissie van N en P (Q(N) en Q(P)) en emissieconcentraties (C(N) en C(P)), voor het WDM-gebied, voor 1982 (10% jaar); GR: teelt in de grond; SU: teelt los van de grond*

|                                                                                 |    | AW                                |       | RW   | A | Q(N)                 |  | Q(P)  | AW                                  |  | RW   | A    | Q(N)                   |    | Q(P) | C(N)                    |  | C(P) |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------|-------|------|---|----------------------|--|-------|-------------------------------------|--|------|------|------------------------|----|------|-------------------------|--|------|
|                                                                                 |    | (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) |       |      |   | (10 <sup>3</sup> kg) |  |       | (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) |  |      |      | (kg.ha <sup>-1</sup> ) |    |      | (mmol.l <sup>-1</sup> ) |  |      |
| RF-scenario: 1941 ha met teelt in de grond, 1389 ha met teelt los van de grond  |    |                                   |       |      |   |                      |  |       |                                     |  |      |      |                        |    |      |                         |  |      |
| GR                                                                              | 01 | 14,30                             | 0,99  | 4,49 |   | 959,1                |  | 27,8  | 7368                                |  | 513  | 2313 | 494                    | 14 |      | 15,3                    |  | 0,20 |
| SU                                                                              | 01 | 7,55                              | 4,93  | 3,68 |   | 829,4                |  | 87,1  | 5436                                |  | 3550 | 2649 | 597                    | 63 |      | 16,1                    |  | 0,76 |
| MN-varianten: 1268 ha met teelt in de grond, 2062 ha met teelt los van de grond |    |                                   |       |      |   |                      |  |       |                                     |  |      |      |                        |    |      |                         |  |      |
| GR                                                                              | 11 | 8,28                              | 0,66  | 1,96 |   | 350,2                |  | 12,2  | 6522                                |  | 519  | 1545 | 276                    | 10 |      | 12,8                    |  | 0,20 |
| SU                                                                              | 11 | 10,71                             | 7,42  | 5,29 |   | 1167,6               |  | 127,4 | 5196                                |  | 3598 | 2563 | 566                    | 62 |      | 15,8                    |  | 0,78 |
|                                                                                 | 12 | 9,24                              | 7,42  | 3,82 |   | 841,9                |  | 92,2  | 4483                                |  | 3598 | 1850 | 408                    | 45 |      | 15,7                    |  | 0,78 |
|                                                                                 | 13 | 8,64                              | 7,42  | 3,21 |   | 708,8                |  | 77,8  | 4191                                |  | 3598 | 1558 | 344                    | 38 |      | 15,8                    |  | 0,78 |
| SU                                                                              | 21 | 11,05                             | 4,66  | 2,86 |   | 626,3                |  | 71,7  | 5357                                |  | 2259 | 1385 | 304                    | 35 |      | 15,6                    |  | 0,81 |
|                                                                                 | 22 | 9,11                              | 4,66  | 0,92 |   | 201,0                |  | 23,5  | 4418                                |  | 2259 | 446  | 97                     | 11 |      | 15,6                    |  | 0,82 |
|                                                                                 | 23 | 8,42                              | 4,66  | 0,23 |   | 51,9                 |  | 6,3   | 4084                                |  | 2259 | 113  | 25                     | 3  |      | 16,1                    |  | 0,88 |
| SU                                                                              | 31 | 7,97                              | 6,95  | 2,07 |   | 465,6                |  | 51,3  | 3865                                |  | 3372 | 1005 | 226                    | 25 |      | 16,1                    |  | 0,80 |
|                                                                                 | 32 | 6,58                              | 6,95  | 0,69 |   | 153,5                |  | 17,4  | 3192                                |  | 3372 | 333  | 74                     | 8  |      | 15,9                    |  | 0,81 |
|                                                                                 | 33 | 6,10                              | 6,95  | 0,20 |   | 45,3                 |  | 5,4   | 2956                                |  | 3372 | 97   | 22                     | 3  |      | 16,2                    |  | 0,87 |
| SU                                                                              | 41 | 4,90                              | 9,26  | 1,31 |   | 305,2                |  | 32,1  | 2375                                |  | 4490 | 634  | 148                    | 16 |      | 16,6                    |  | 0,79 |
|                                                                                 | 42 | 4,05                              | 9,26  | 0,46 |   | 106,4                |  | 11,6  | 1964                                |  | 4490 | 222  | 52                     | 6  |      | 16,5                    |  | 0,81 |
|                                                                                 | 43 | 3,76                              | 9,26  | 0,17 |   | 38,6                 |  | 4,5   | 1823                                |  | 4490 | 81   | 19                     | 2  |      | 16,2                    |  | 0,85 |
| MX-varianten: 449 ha met teelt in de grond, 2881 ha met teelt los van de grond  |    |                                   |       |      |   |                      |  |       |                                     |  |      |      |                        |    |      |                         |  |      |
| GR                                                                              | 11 | 2,76                              | 0,24  | 0,66 |   | 137,9                |  | 4,1   | 6147                                |  | 523  | 1461 | 307                    | 9  |      | 14,9                    |  | 0,20 |
| SU                                                                              | 11 | 13,86                             | 10,66 | 7,03 |   | 1412,4               |  | 170,8 | 4811                                |  | 3699 | 2442 | 490                    | 59 |      | 14,4                    |  | 0,78 |
|                                                                                 | 12 | 11,97                             | 10,66 | 5,14 |   | 1028,0               |  | 125,2 | 4155                                |  | 3699 | 1785 | 357                    | 43 |      | 14,3                    |  | 0,79 |
|                                                                                 | 13 | 11,20                             | 10,66 | 4,37 |   | 871,0                |  | 106,5 | 3886                                |  | 3699 | 1517 | 302                    | 37 |      | 14,2                    |  | 0,79 |
| SU                                                                              | 21 | 17,42                             | 4,66  | 4,60 |   | 870,1                |  | 114,9 | 6047                                |  | 1617 | 1596 | 302                    | 40 |      | 13,5                    |  | 0,81 |
|                                                                                 | 22 | 14,39                             | 4,66  | 1,56 |   | 290,8                |  | 39,4  | 4993                                |  | 1617 | 542  | 101                    | 14 |      | 13,3                    |  | 0,81 |
|                                                                                 | 23 | 13,25                             | 4,66  | 0,43 |   | 79,4                 |  | 11,2  | 4600                                |  | 1617 | 149  | 28                     | 4  |      | 13,2                    |  | 0,84 |
| SU                                                                              | 31 | 10,38                             | 9,89  | 2,79 |   | 565,6                |  | 69,0  | 3603                                |  | 3433 | 967  | 196                    | 24 |      | 14,5                    |  | 0,80 |
|                                                                                 | 32 | 8,58                              | 9,89  | 0,98 |   | 195,1                |  | 24,8  | 2977                                |  | 3433 | 341  | 68                     | 9  |      | 14,2                    |  | 0,82 |
|                                                                                 | 33 | 7,92                              | 9,89  | 0,33 |   | 63,2                 |  | 8,6   | 2749                                |  | 3433 | 114  | 22                     | 3  |      | 13,7                    |  | 0,84 |
| SU                                                                              | 41 | 6,03                              | 13,15 | 1,69 |   | 358,6                |  | 41,6  | 2092                                |  | 4563 | 586  | 124                    | 14 |      | 15,2                    |  | 0,79 |
|                                                                                 | 42 | 4,98                              | 13,15 | 0,64 |   | 132,4                |  | 16,2  | 1729                                |  | 4563 | 224  | 46                     | 6  |      | 14,8                    |  | 0,82 |
|                                                                                 | 43 | 4,61                              | 13,15 | 0,27 |   | 53,5                 |  | 7,2   | 1600                                |  | 4563 | 95   | 19                     | 2  |      | 14,2                    |  | 0,86 |

Tabel 24      *Verbruik van drink- of oppervlaktewater (AW) en regenwater (RW), afvoer van drainagewater (A), emissie van N en P (Q(N) en Q(P)) en emissieconcentraties (C(N) en C(P)), voor het WDM-gebied, voor 1987 (90% jaar); GR: teelt in de grond; SU: teelt los van de grond*

|                                                                                 | AW                                |       | RW   |        | A     | Q(N)                 |  | Q(P) | AW                                  |      | RW   | A  | Q(N)                   |      | Q(P) | C(N)                    |  | C(P) |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------|------|--------|-------|----------------------|--|------|-------------------------------------|------|------|----|------------------------|------|------|-------------------------|--|------|
|                                                                                 | (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) |       |      |        |       | (10 <sup>3</sup> kg) |  |      | (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) |      |      |    | (kg.ha <sup>-1</sup> ) |      |      | (mmol.l <sup>-1</sup> ) |  |      |
| RF-scenario: 1941 ha met teelt in de grond, 1389 ha met teelt los van de grond  |                                   |       |      |        |       |                      |  |      |                                     |      |      |    |                        |      |      |                         |  |      |
| GR 01                                                                           | 13,13                             | 1,20  | 4,18 | 892,8  | 25,9  |                      |  |      | 6765                                | 620  | 2152 | 13 | 460                    | 15,3 | 0,20 |                         |  |      |
| SU 01                                                                           | 4,68                              | 6,38  | 2,95 | 661,1  | 70,0  |                      |  |      | 3370                                | 4593 | 2126 | 50 | 476                    | 16,0 | 0,77 |                         |  |      |
| MN-varianten: 1268 ha met teelt in de grond, 2062 ha met teelt los van de grond |                                   |       |      |        |       |                      |  |      |                                     |      |      |    |                        |      |      |                         |  |      |
| GR 11                                                                           | 7,61                              | 0,76  | 1,83 | 326,6  | 11,3  |                      |  |      | 6005                                | 532  | 1442 | 9  | 258                    | 12,7 | 0,20 |                         |  |      |
| SU 11                                                                           | 6,72                              | 9,41  | 4,27 | 936,8  | 103,2 |                      |  |      | 3258                                | 4563 | 2071 | 50 | 454                    | 15,7 | 0,78 |                         |  |      |
| 12                                                                              | 5,79                              | 9,41  | 3,35 | 735,6  | 81,0  |                      |  |      | 2809                                | 4563 | 1622 | 39 | 357                    | 15,7 | 0,78 |                         |  |      |
| 13                                                                              | 5,41                              | 9,41  | 2,96 | 653,2  | 71,8  |                      |  |      | 2625                                | 4563 | 1437 | 35 | 317                    | 15,8 | 0,78 |                         |  |      |
| SU 21                                                                           | 8,66                              | 5,46  | 2,27 | 488,8  | 57,4  |                      |  |      | 4200                                | 2650 | 1101 | 28 | 237                    | 15,4 | 0,82 |                         |  |      |
| 22                                                                              | 7,14                              | 5,46  | 0,75 | 160,8  | 19,3  |                      |  |      | 3463                                | 2650 | 363  | 9  | 78                     | 15,3 | 0,83 |                         |  |      |
| 23                                                                              | 6,59                              | 5,46  | 0,20 | 44,9   | 5,5   |                      |  |      | 3198                                | 2650 | 98   | 3  | 22                     | 16,0 | 0,89 |                         |  |      |
| SU 31                                                                           | 5,23                              | 8,03  | 1,40 | 307,7  | 35,0  |                      |  |      | 2535                                | 3894 | 679  | 17 | 149                    | 16,7 | 0,81 |                         |  |      |
| 32                                                                              | 4,32                              | 8,03  | 0,49 | 107,6  | 12,6  |                      |  |      | 2094                                | 3894 | 238  | 6  | 52                     | 15,7 | 0,83 |                         |  |      |
| 33                                                                              | 3,99                              | 8,03  | 0,17 | 37,6   | 4,5   |                      |  |      | 1936                                | 3894 | 81   | 2  | 18                     | 15,8 | 0,85 |                         |  |      |
| SU 41                                                                           | 1,03                              | 11,18 | 0,36 | 84,2   | 8,8   |                      |  |      | 501                                 | 5420 | 172  | 4  | 41                     | 16,7 | 0,79 |                         |  |      |
| 42                                                                              | 0,86                              | 11,18 | 0,18 | 42,4   | 4,7   |                      |  |      | 417                                 | 5420 | 88   | 2  | 21                     | 16,8 | 0,84 |                         |  |      |
| 43                                                                              | 0,80                              | 11,18 | 0,12 | 28,4   | 3,4   |                      |  |      | 389                                 | 5420 | 60   | 2  | 14                     | 16,9 | 0,91 |                         |  |      |
| MX-varianten: 449 ha met teelt in de grond, 2881 ha met teelt los van de grond  |                                   |       |      |        |       |                      |  |      |                                     |      |      |    |                        |      |      |                         |  |      |
| GR 11                                                                           | 2,53                              | 0,27  | 0,61 | 127,8  | 3,8   |                      |  |      | 5628                                | 590  | 1354 | 8  | 285                    | 15,0 | 0,20 |                         |  |      |
| SU 11                                                                           | 8,91                              | 13,09 | 5,77 | 1147,1 | 140,5 |                      |  |      | 3092                                | 4543 | 2004 | 49 | 398                    | 14,2 | 0,79 |                         |  |      |
| 12                                                                              | 7,69                              | 13,09 | 4,55 | 905,0  | 111,0 |                      |  |      | 2669                                | 4543 | 1581 | 39 | 314                    | 14,2 | 0,79 |                         |  |      |
| 13                                                                              | 7,19                              | 13,09 | 4,06 | 806,1  | 98,9  |                      |  |      | 2496                                | 4543 | 1408 | 34 | 280                    | 14,2 | 0,79 |                         |  |      |
| SU 21                                                                           | 14,67                             | 5,46  | 3,91 | 718,0  | 98,0  |                      |  |      | 5091                                | 1897 | 1356 | 34 | 249                    | 13,1 | 0,81 |                         |  |      |
| 22                                                                              | 12,11                             | 5,46  | 1,35 | 245,2  | 34,2  |                      |  |      | 4203                                | 1897 | 469  | 12 | 85                     | 13,0 | 0,82 |                         |  |      |
| 23                                                                              | 11,15                             | 5,46  | 0,39 | 70,7   | 10,1  |                      |  |      | 3869                                | 1897 | 134  | 4  | 25                     | 12,9 | 0,84 |                         |  |      |
| SU 31                                                                           | 7,07                              | 11,12 | 1,96 | 385,5  | 48,7  |                      |  |      | 2452                                | 3858 | 679  | 17 | 134                    | 14,0 | 0,80 |                         |  |      |
| 32                                                                              | 5,84                              | 11,12 | 0,73 | 141,1  | 18,5  |                      |  |      | 2026                                | 3858 | 253  | 6  | 49                     | 13,8 | 0,82 |                         |  |      |
| 33                                                                              | 5,39                              | 11,12 | 0,28 | 53,2   | 7,3   |                      |  |      | 1869                                | 3858 | 97   | 3  | 18                     | 13,6 | 0,84 |                         |  |      |
| SU 41                                                                           | 1,28                              | 15,44 | 0,50 | 104,5  | 12,4  |                      |  |      | 445                                 | 5360 | 174  | 4  | 36                     | 14,9 | 0,80 |                         |  |      |
| 42                                                                              | 1,06                              | 15,44 | 0,28 | 56,6   | 7,3   |                      |  |      | 369                                 | 5360 | 98   | 3  | 20                     | 14,4 | 0,84 |                         |  |      |
| 43                                                                              | 0,99                              | 15,44 | 0,21 | 40,2   | 5,5   |                      |  |      | 343                                 | 5360 | 72   | 2  | 14                     | 13,7 | 0,84 |                         |  |      |

Het totale verbruik komt hiermee op  $26,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . Het oppervlaktewater voorziet in 51% van de behoefte en is daarmee de belangrijkste gietwaterbron. Regenwater en drinkwater nemen ca. 27% en 22% voor hun rekening. De percentages gelden voor een 50%-jaar. In andere typen van jaren is vooral de verhouding tussen regenwater en drinkwater anders (tabel 23 en 24).

Volgens de modelberekeningen is het verschil tussen de gewogen gemiddelde N-emissie voor het areaal met teelt los van de grond en het areaal met teelt in de grond betrekkelijk klein:  $523 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  tegenover  $465 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . De berekende emissies zijn gebaseerd op de N-concentraties in het wortelmilieu volgens de bemestingsadvies-basis.

### 9.2.2 MN- en MX-scenario's

De aandacht richt zich nu op de resultaten van de berekeningen voor de MN- en MX-varianten. De varianten met vrije drainage (MN- en MX-11, 12 en 13) blijven buiten beschouwing. Bij het vergelijken van de varianten geldt dat de gewogen gemiddelde transpiratie voor het areaal met teelt los van de grond (evenals voor het areaal met teelt in de grond) gelijk is voor alle MN-varianten. Hetzelfde geldt voor alle MX-varianten. De transpiratie wordt immers alléén bepaald door de kasklimaat (straling en temperatuur buiten) en het ontwikkelingsstadium van het gewas en is onafhankelijk van de verhouding tussen regenwater en drinkwater of van de kwaliteit van het drinkwater. De transpiratie T is af te leiden uit tabel 22 volgens:

$$T = AW + RW - A$$

Het invullen van de getallen voor het areaal met teelt los van de grond, bijvoorbeeld voor de varianten MX-21 en MX-43, resulteert in

- voor variant MX-21:  $T = (15,49 + 5,24 - 4,12) \cdot 10^6 = 16,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ;
  - voor variant MX-43:  $T = (2,11 + 14,73 - 0,23) \cdot 10^6 = 16,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .
- waarmee het gestelde is bevestigd.

Uit fig. 5 blijkt dat het totale waterverbruik voor het areaal met teelt los van de grond voor alle MN- en alle MX-varianten groter is dan voor het RF-scenario. Twee tegengestelde effecten spelen hierbij een rol: hergebruik leidt tot een efficiënter waterverbruik, maar daartegenover staat een aanzienlijke toename van het areaal.

De verschillen tussen de MN-varianten in het waterverbruik op het areaal met teelt los van de grond zijn geheel toe te schrijven aan verschillen in de afvoer A. Immers, de gewogen gemiddelde gewastranspiratie voor het areaal met teelt los van de grond is voor alle MN-varianten gelijk. Hetzelfde geldt voor de MX-varianten.

Het totale waterverbruik en de verdeling tussen oppervlaktewater en regenwater is voor het areaal met teelt in de grond voor alle MN-varianten en voor alle

MX-varianten gelijk:

- voor de MN-varianten:  $8,47 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , waarvan  $7,72 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (91%) oppervlaktewater en  $0,75 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (9%) regenwater, bij een areaal van 1268 ha;
- voor de MX-varianten:  $2,84 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , waarvan  $2,58 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (91%) oppervlaktewater en  $0,26 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (9%) regenwater, bij een areaal van 449 ha.

De afname ten opzichte van het RF-scenario is in de eerste plaats een gevolg van het overgaan van teelt in de grond naar teelt los van de grond. Het areaal met teelt in de grond is in de MN-varianten 38% van het totale glasareaal en in de MX-varianten nog maar 13%, tegenover 58% in het RF-scenario. Daarnaast is het verlagen van de afvoerfractie  $F_a$  van invloed, samenhangend met het veronderstelde optimaliseren van het watergeven (par. 7.2.3).

Voor alle varianten is de totale afvoer A op gebiedsniveau lager dan voor het RF-scenario. De verschillen tussen de varianten zijn groot. De gegevens voor het RF-scenario en de meest extreme varianten zijn als volgt:

- RF-scenario:  $A = (4,23 + 3,23) \cdot 10^6 = 7,46 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ;
- variant MN-21:  $A = (1,85 + 2,46) \cdot 10^6 = 4,32 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ;
- variant MN-43:  $A = (1,85 + 0,14) \cdot 10^6 = 1,99 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ;
- variant MX-21:  $A = (0,62 + 4,12) \cdot 10^6 = 4,74 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ;
- variant MX-43:  $A = (0,62 + 0,23) \cdot 10^6 = 0,85 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .

In de minst gunstige situatie (variant MX-21: regenwateropvang beperkt, drinkwater van klasse C) neemt de afvoer ten opzichte van het RF-scenario af met 37%, in het meest gunstige geval (variant MX-43: véél regenwater, drinkwater van klasse A) gaat het om een afname met bijna 90%.

De getallen voor de totale N-emissie zijn:

- RF-scenario:  $Q(N) = (903 + 726) \cdot 10^3 = 1629 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ;
- variant MN-21:  $Q(N) = (330 + 534) \cdot 10^3 = 864 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ;
- variant MN-43:  $Q(N) = (330 + 32) \cdot 10^3 = 362 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ;
- variant MX-21:  $Q(N) = (130 + 765) \cdot 10^3 = 895 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ;
- variant MX-43:  $Q(N) = (130 + 44) \cdot 10^3 = 174 \cdot 10^3 \text{ kg}$ .

In de minst gunstige situatie (variant MX-21) neemt de emissie ten opzichte van het RF-scenario af met 45%, in het meest gunstige geval (variant MX-43) gaat het om een afname met bijna 90%. De procentuele afname voor  $Q(N)$  (met 45%) bij het overgaan van het RF-scenario naar de MX-21 variant is groter dan zojuist is berekend voor de afvoer A (met 37%). Dat houdt verband met de lagere N-concentraties in het wortelmilieu bij het telen los van de grond dan bij het telen in de grond voor de meeste bloemisterijgewassen (zie tabel 17).

Voor de P-emissie zijn de getallen:

- RF-scenario:  $Q(P) = (26,2 + 76,4) \cdot 10^3 = 102,6 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ;
- variant MN-21:  $Q(P) = (11,5 + 62,1) \cdot 10^3 = 73,6 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ;
- variant MN-43:  $Q(P) = (11,5 + 3,8) \cdot 10^3 = 15,3 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ;
- variant MX-21:  $Q(P) = (3,8 + 103,1) \cdot 10^3 = 106,9 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ;
- variant MX-43:  $Q(P) = (3,8 + 6,0) \cdot 10^3 = 9,8 \cdot 10^3 \text{ kg}$ .

In de minst gunstige situatie (variant MX-21) neemt de emissie ten opzichte van het RF-scenario toe met ca. 4%, in het meest gunstige geval (variant MX-43) gaat het om een afname met 90%. De ortho-P concentraties volgens de bemestingsadviesbasis zijn bij het telen los van de grond voor alle gewassen drie tot vijf keer hoger dan bij het telen in de grond (tabel 17). Dat verklaart de toename van de P-emissie bij het overgaan van het RF-scenario naar de variant MX-21, ondanks een afname van de afvoer A met 37%.

Uit fig. 5 blijkt in één oogopslag dat de verhouding tussen het verbruik van regenwater en drinkwater en de omvang van de afvoerstroom voor de verschillende varianten sterk uiteenloopt. Fig. 6 laat hetzelfde zien voor de emissies. Bepalend factoren hierbij zijn

- de betekenis van regenwater;
- de kwaliteit van het drinkwater.

De betekenis van regenwater bij een gegeven kwaliteit drinkwater komt tot uiting bij het vergelijken van de varianten 21, 31, 41, van de varianten 22, 32, 42 of van de varianten 23, 33, 43. Het absolute aantal bassins is voor het RF-scenario en voor de varianten MN-21, 22, 23 en MX-21, 22, 23 gelijk. Daardoor is het regenwater-verbruik voor die zes varianten exact gelijk:  $5,24 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (tabel 22). Het verbruik in het RF-scenario ligt daar met  $5,78 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  iets boven. Het verschil wordt verklaard door het toepassen van vrije drainage in het RF-scenario tegenover hergebruik bij de varianten 21, 22 en 23.

Voor het RF-scenario en de meest extreme MN- en MX-varianten gaat het om de volgende hoeveelheden drinkwater:

- RF-scenario:  $AW = 5,78 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (over 1389 ha);
- variant MN-21:  $AW = 9,44 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (over 2062 ha);
- variant MN-43:  $AW = 1,80 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (over 2062 ha);
- variant MX-21:  $AW = 15,49 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (over 2881 ha);
- variant MX-43:  $AW = 2,11 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (over 2881 ha).

Als het overgaan naar teelt los van de grond plaatsvindt zonder aanleg van nieuwe regenwaterbassins en bij gelijkblijvende waterkwaliteit (dus van het RF-scenario naar variant MN-21 of MX-21), dan neemt de vraag naar drinkwater toe. Als daarentegen het totale areaal met teelt los van de grond de beschikking krijgt over een bassin van tenminste  $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  en als daarnaast de kwaliteit van het drinkwater verandert van klasse C naar klasse A (dus van RF-scenario naar variant MN-43 of MX-43), dan neemt de behoefte aan drinkwater op jaarbasis sterk af.

De invloed van de Na-concentratie komt tot uiting bij het vergelijken van de varianten 21, 22, 23, van de varianten 31, 32, 33 of van de varianten 41, 42, 43. De verschillen zijn geheel toe te schrijven aan verschillen in de afvoer A die noodzakelijk is om Na-schade te voorkomen. Als het om het totale waterverbruik gaat zijn de verschillen beperkt, als daarentegen naar de afvoer wordt gekeken is de invloed van de waterkwaliteit groot. Zo is bijvoorbeeld de afvoer bij variant MX-23 (drinkwater van klasse A) een factor 10 kleiner dan bij variant MX-21 (drinkwater van klasse C):  $0,40 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  tegenover  $4,12 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . Hetzelfde geldt voor de MN-varianten 21 en 23. Bij de

MN- en MX-varianten 31 en 33 is het verschil in de afvoer A slechts een factor 8 à 9, bij de varianten 41 en 43 slechts een factor 4 à 5. Het effect van een lagere Na-concentratie van het drinkwater op de afvoer A wordt dus kleiner naarmate de betekenis van regenwater toeneemt.

Fig. 7 heeft betrekking op het verloop van het waterverbruik voor het areaal met teelt los van de grond voor de negen MX-varianten. Het verloop wordt sterk bepaald door het verloop van de transpiratie. De invloed van regenwaterbassins op de verhouding tussen het verbruik van regenwater en drinkwater komt duidelijk tot uiting. In de varianten MX-41, 42 en 43 heeft elk bedrijf een regenwaterbassin van tenminste 500 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Blijkens fig. 7 blijft de behoefte aan drinkwater in 1977 dan geheel beperkt tot het zomerhalfjaar (periode april t/m september).

Fig. 8 heeft betrekking op het verloop van de afvoer A voor het areaal met teelt los van de grond voor de negen MX-varianten. Om de invloed van het regenwater en van de kwaliteit van het andere water duidelijk tot uiting te doen komen is dezelfde schaal aangehouden voor de y-as van alle negen deelfiguren. Opvallend is het verloop bij de varianten MX-41 en 42: de afvoerpieken treden op als de regenwatervoorraden uitgeput raken en overgeschakeld moet worden op drinkwater van resp. klasse C of B. Het opraken van de regenwatervoorraden gebeurt vrij plotseling omdat veel bedrijven over een bassin van 500 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> beschikken. Bij variant MX-43 is dat ook het geval maar bij die variant wordt overgeschakeld op drinkwater van klasse A. Alléén voor de meest Na-gevoelige gewassen is dan een verhoging van de afvoer A noodzakelijk.

### 9.3 Berekeningen en resultaten voor het DTG-gebied

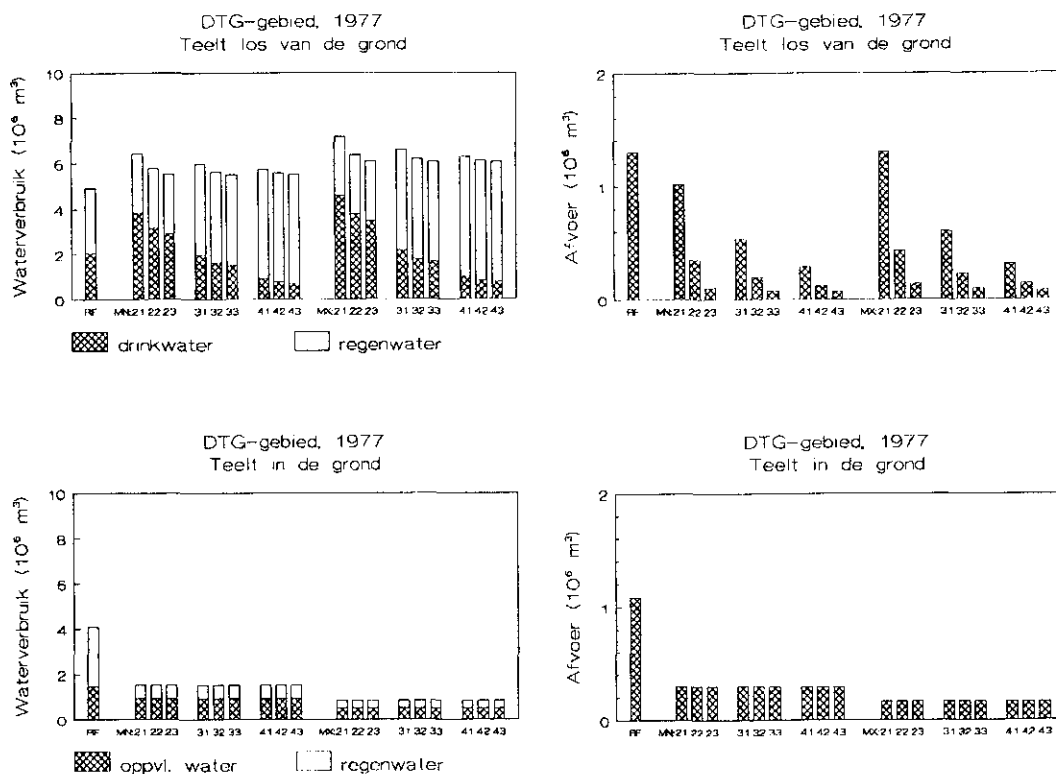
#### 9.3.1 RF-scenario

Resultaten voor het DTG-gebied zijn opgenomen in de tabellen 25 t/m 27 en verwerkt in de figs. 9 t/m 12. Voor het RF-scenario zijn voor het areaal van 624 ha met teelt los van de grond, de volgende resultaten verkregen (tabel 25):

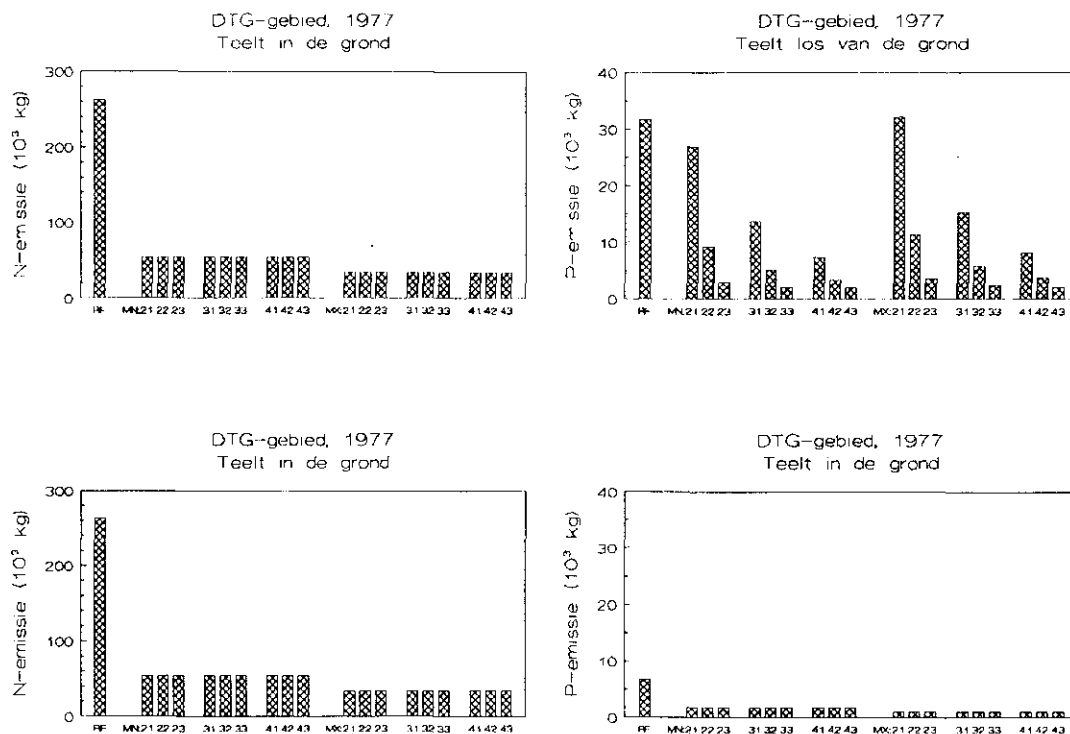
- het totale waterverbruik is  $4,93 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup>, waarvan  $2,05 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> (42%) drinkwater (klasse C) en  $2,88 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> (58%) regenwater;
- de afvoer A is  $1,3 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup>, dat wil zeggen, 26% van het verbruik (gewogen gemiddelde afvoerfractie  $F_a = 0,26$ );
- de N-emissie Q(N) is ca.  $286 \cdot 10^3$  kg N, wat neerkomt op een gewogen gemiddelde van ca. 458 kg.ha<sup>-1</sup>;
- de P-emissie Q(P) is ca.  $32 \cdot 10^3$  kg P, wat neerkomt op een gewogen gemiddelde van ca. 51 kg.ha<sup>-1</sup>;
- de gewogen gemiddelde emissieconcentratie (berekend uit Q en A) voor N is 15,7 mmol.l<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub>-N en voor P 0,8 mmol.l<sup>-1</sup> ortho-P (1,0 mmol.l<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub>-N komt overeen met 14 mg.l<sup>-1</sup> N; 1,0 mmol.l<sup>-1</sup> ortho-P met 31 mg.l<sup>-1</sup> P).

Voor het areaal van 545 ha met teelt in de grond geldt:

- het totale waterverbruik is  $4,09 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup>, waarvan  $2,64 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> (65%)



**Fig. 9** Gietwaterverbruik en afvoer van drainagewater voor de glastuinbouw in het DTG-gebied, voor het RF-scenario en de MN- en MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)



**Fig. 10** Emissie van N en P voor de glastuinbouw in het DTG-gebied, voor het RF-scenario en de MN- en MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)

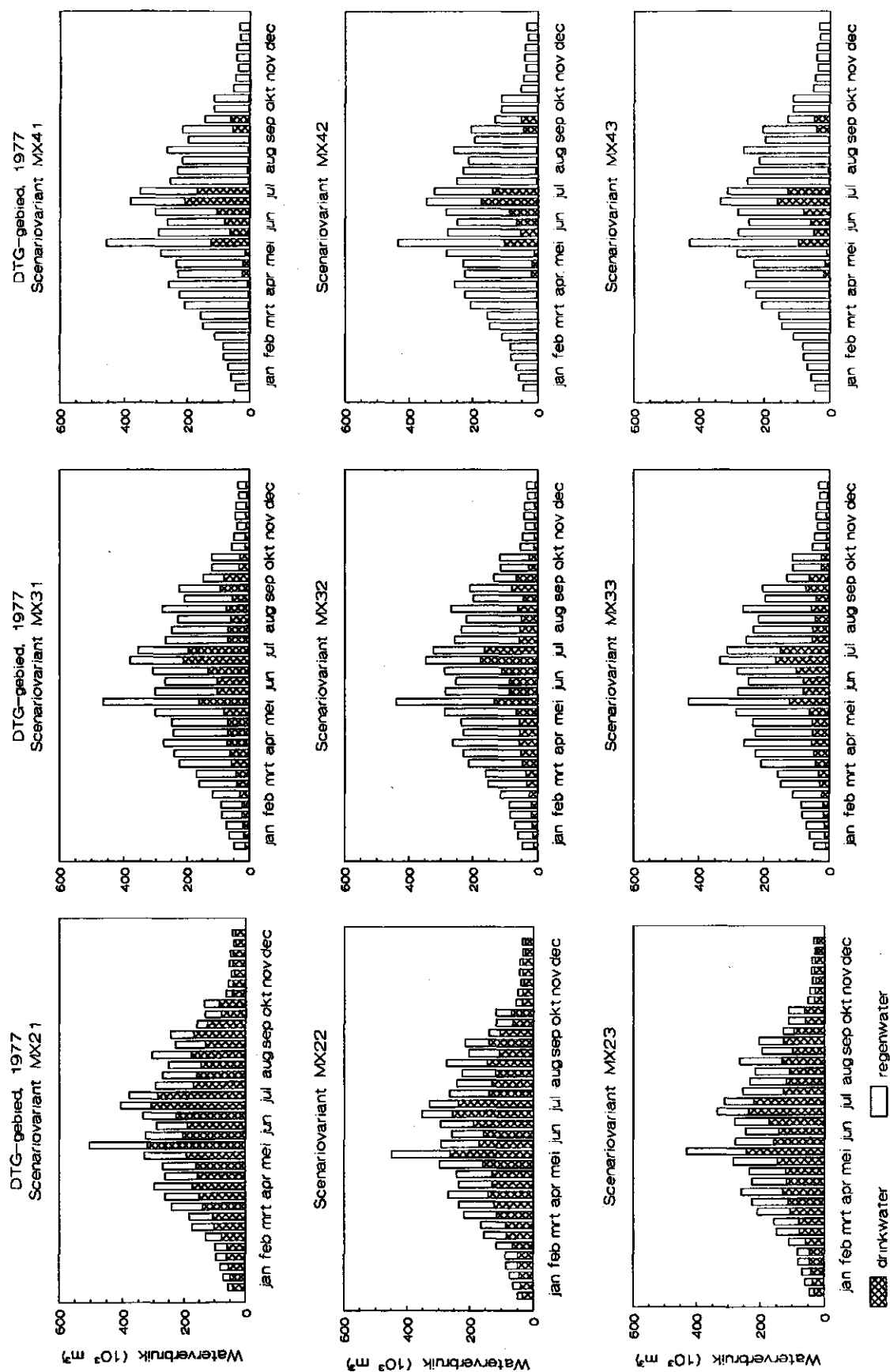


Fig. 11 Verloop van het gietwaterverbruik voor het areaal met teelt los van de grond in het DTG-gebied, voor de negen MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)

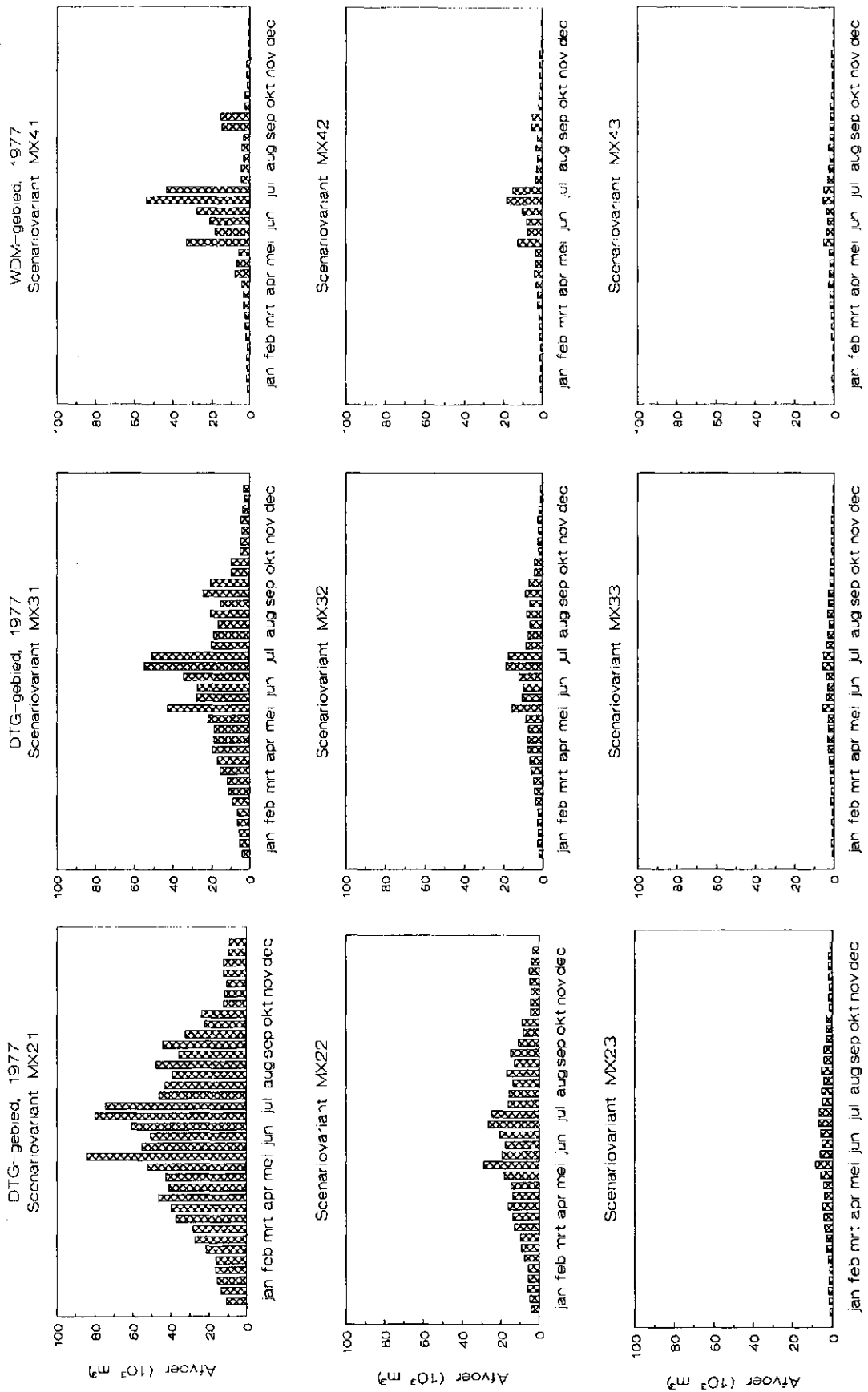


Fig. 12 Verloop van de afvoer van drainagewater voor het areaal met teelt los van de grond in het DTG-gebied, voor de negen MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)

Tabel 25    *Verbruik van drink- of oppervlaktewater (AW) en regenwater (RW), afvoer van drainagewater (A), emissie van N en P (Q(N) en Q(P)) en emissieconcentraties (C(N) en C(P)), voor het DTG-gebied, voor 1977 (50% jaar); GR: teelt in de grond; SU: teelt los van de grond*

|                                                                                | AW                                | RW   | A    | Q(N)                 | Q(P) | AW                                  | RW   | A    | Q(N)                   | Q(P) | C(N)                    | C(P) |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------|------|----------------------|------|-------------------------------------|------|------|------------------------|------|-------------------------|------|
|                                                                                | (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) |      |      | (10 <sup>3</sup> kg) |      | (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) |      |      | (kg.ha <sup>-1</sup> ) |      | (mmol.l <sup>-1</sup> ) |      |
| RF-scenario: 545 ha met teelt in de grond, 624 ha met teelt los van de grond   |                                   |      |      |                      |      |                                     |      |      |                        |      |                         |      |
| GR 01                                                                          | 2,64                              | 1,45 | 1,08 | 263,2                | 6,7  | 4851                                | 2661 | 1987 | 483                    | 12   | 17,4                    | 0,20 |
| SU 01                                                                          | 2,05                              | 2,88 | 1,30 | 285,7                | 31,7 | 3290                                | 4611 | 2082 | 458                    | 51   | 15,7                    | 0,79 |
| MN-varianten: 227 ha met teelt in de grond, 942 ha met teelt los van de grond  |                                   |      |      |                      |      |                                     |      |      |                        |      |                         |      |
| GR 11                                                                          | 0,93                              | 0,59 | 0,30 | 54,8                 | 1,8  | 4088                                | 2617 | 1313 | 241                    | 8    | 13,0                    | 0,20 |
| SU 11                                                                          | 2,87                              | 4,45 | 1,90 | 405,0                | 47,7 | 3049                                | 4724 | 2017 | 430                    | 51   | 15,2                    | 0,81 |
| 12                                                                             | 2,48                              | 4,45 | 1,51 | 320,5                | 38,1 | 2638                                | 4724 | 1606 | 340                    | 40   | 15,2                    | 0,81 |
| 13                                                                             | 2,33                              | 4,45 | 1,36 | 286,1                | 34,2 | 2470                                | 4724 | 1438 | 304                    | 36   | 15,0                    | 0,81 |
| SU 21                                                                          | 3,83                              | 2,62 | 1,02 | 204,4                | 26,9 | 4063                                | 2777 | 1085 | 217                    | 29   | 14,3                    | 0,85 |
| 22                                                                             | 3,16                              | 2,62 | 0,35 | 68,0                 | 9,3  | 3349                                | 2777 | 372  | 72                     | 10   | 13,9                    | 0,86 |
| 23                                                                             | 2,91                              | 2,62 | 0,11 | 19,6                 | 2,9  | 3091                                | 2777 | 114  | 21                     | 3    | 12,7                    | 0,85 |
| SU 31                                                                          | 1,98                              | 3,98 | 0,54 | 111,2                | 13,7 | 2097                                | 4229 | 571  | 118                    | 15   | 14,7                    | 0,82 |
| 32                                                                             | 1,64                              | 3,98 | 0,20 | 39,2                 | 5,2  | 1736                                | 4229 | 210  | 42                     | 6    | 14,0                    | 0,84 |
| 33                                                                             | 1,52                              | 3,98 | 0,08 | 14,3                 | 2,1  | 1608                                | 4229 | 83   | 15                     | 2    | 12,8                    | 0,85 |
| SU 41                                                                          | 0,93                              | 4,80 | 0,29 | 65,4                 | 7,4  | 989                                 | 5099 | 307  | 69                     | 8    | 16,1                    | 0,82 |
| 42                                                                             | 0,77                              | 4,80 | 0,13 | 26,4                 | 3,3  | 815                                 | 5099 | 133  | 28                     | 4    | 14,5                    | 0,82 |
| 43                                                                             | 0,71                              | 4,80 | 0,07 | 13,2                 | 1,9  | 757                                 | 5099 | 73   | 14                     | 2    | 13,5                    | 0,88 |
| MX-varianten: 137 ha met teelt in de grond, 1032 ha met teelt los van de grond |                                   |      |      |                      |      |                                     |      |      |                        |      |                         |      |
| GR 11                                                                          | 0,50                              | 0,34 | 0,16 | 34,3                 | 1,0  | 3642                                | 2496 | 1197 | 250                    | 7    | 15,3                    | 0,20 |
| SU 11                                                                          | 3,11                              | 4,94 | 2,08 | 430,4                | 52,2 | 3015                                | 4787 | 2017 | 417                    | 51   | 14,8                    | 0,81 |
| 12                                                                             | 2,69                              | 4,94 | 1,66 | 341,5                | 41,8 | 2609                                | 4787 | 1611 | 331                    | 41   | 14,7                    | 0,81 |
| 13                                                                             | 2,52                              | 4,94 | 1,49 | 305,3                | 37,6 | 2443                                | 4787 | 1446 | 296                    | 36   | 14,6                    | 0,81 |
| SU 21                                                                          | 4,55                              | 2,62 | 1,23 | 233,5                | 32,1 | 4412                                | 2535 | 1191 | 226                    | 31   | 13,6                    | 0,84 |
| 22                                                                             | 3,75                              | 2,62 | 0,43 | 79,3                 | 11,3 | 3637                                | 2535 | 417  | 77                     | 11   | 13,2                    | 0,85 |
| 23                                                                             | 3,46                              | 2,62 | 0,14 | 23,6                 | 3,6  | 3352                                | 2535 | 132  | 23                     | 3    | 12,0                    | 0,83 |
| SU 31                                                                          | 2,15                              | 4,41 | 0,60 | 119,8                | 15,3 | 2087                                | 4277 | 580  | 116                    | 15   | 14,3                    | 0,82 |
| 32                                                                             | 1,78                              | 4,41 | 0,23 | 43,5                 | 5,9  | 1728                                | 4277 | 221  | 42                     | 6    | 15,5                    | 0,83 |
| 33                                                                             | 1,65                              | 4,41 | 0,10 | 16,8                 | 2,6  | 1599                                | 4277 | 93   | 16                     | 3    | 12,0                    | 0,84 |
| SU 41                                                                          | 1,01                              | 5,27 | 0,32 | 65,7                 | 8,2  | 980                                 | 5109 | 305  | 64                     | 8    | 14,7                    | 0,83 |
| 42                                                                             | 0,84                              | 5,27 | 0,14 | 27,7                 | 3,8  | 812                                 | 5109 | 138  | 27                     | 4    | 14,1                    | 0,88 |
| 43                                                                             | 0,78                              | 5,27 | 0,08 | 14,5                 | 2,2  | 754                                 | 5109 | 79   | 14                     | 2    | 12,9                    | 0,89 |

Tabel 26 Verbruik van drink- of oppervlaktewater (AW) en regenwater (RW), afvoer van drainage water (A), emissie van N en P (Q(N) en Q(P)) en emissieconcentraties (C(N) en C(P)), voor het DTG-gebied, voor 1982 (10% jaar); GR: teelt in de grond; SU: teelt los van de grond

|                                                                                | AW                                | RW   | A    | Q(N)                 | Q(P) | AW                                  | RW   | A    | Q(N)                   | Q(P) | C(N)                    | C(P) |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------|------|----------------------|------|-------------------------------------|------|------|------------------------|------|-------------------------|------|
|                                                                                | (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) |      |      | (10 <sup>3</sup> kg) |      | (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) |      |      | (kg.ha <sup>-1</sup> ) |      | (mmol.l <sup>-1</sup> ) |      |
| RF-scenario: 545 ha met teelt in de grond, 624 ha met teelt los van de grond   |                                   |      |      |                      |      |                                     |      |      |                        |      |                         |      |
| GR 01                                                                          | 3,07                              | 1,27 | 1,18 | 285,7                | 7,3  | 5635                                | 2323 | 2156 | 524                    | 13   | 17,3                    | 0,20 |
| SU 01                                                                          | 2,84                              | 2,49 | 1,50 | 331,4                | 36,5 | 4548                                | 3992 | 2401 | 531                    | 58   | 15,8                    | 0,78 |
| MN-varianten: 227 ha met teelt in de grond, 942 ha met teelt los van de grond  |                                   |      |      |                      |      |                                     |      |      |                        |      |                         |      |
| GR 11                                                                          | 1,08                              | 0,53 | 0,32 | 59,2                 | 2,0  | 4740                                | 2339 | 1418 | 261                    | 9    | 13,2                    | 0,20 |
| SU 11                                                                          | 4,03                              | 3,87 | 2,19 | 469,2                | 55,0 | 4279                                | 4109 | 2327 | 498                    | 58   | 15,3                    | 0,81 |
| 12                                                                             | 3,49                              | 3,87 | 1,65 | 350,3                | 41,5 | 3703                                | 4109 | 1751 | 372                    | 44   | 15,2                    | 0,81 |
| 13                                                                             | 3,27                              | 3,87 | 1,43 | 301,8                | 36,0 | 3468                                | 4109 | 1515 | 320                    | 38   | 15,1                    | 0,81 |
| SU 21                                                                          | 4,58                              | 2,33 | 1,20 | 245,4                | 31,4 | 4863                                | 2473 | 1275 | 261                    | 33   | 14,6                    | 0,84 |
| 22                                                                             | 3,78                              | 2,33 | 0,40 | 79,6                 | 10,6 | 4014                                | 2473 | 426  | 85                     | 11   | 14,2                    | 0,85 |
| 23                                                                             | 3,50                              | 2,33 | 0,12 | 21,3                 | 3,1  | 3710                                | 2473 | 122  | 23                     | 3    | 12,7                    | 0,83 |
| SU 31                                                                          | 2,87                              | 3,60 | 0,75 | 159,4                | 19,1 | 3041                                | 3817 | 797  | 169                    | 20   | 15,2                    | 0,82 |
| 32                                                                             | 2,37                              | 3,60 | 0,26 | 52,9                 | 6,7  | 2520                                | 3817 | 276  | 56                     | 7    | 14,5                    | 0,83 |
| 33                                                                             | 2,20                              | 3,60 | 0,09 | 16,4                 | 2,4  | 2338                                | 3817 | 93   | 17                     | 3    | 13,0                    | 0,86 |
| SU 41                                                                          | 2,01                              | 4,28 | 0,55 | 122,6                | 13,9 | 2132                                | 4538 | 581  | 130                    | 15   | 15,9                    | 0,82 |
| 42                                                                             | 1,66                              | 4,28 | 0,20 | 42,7                 | 5,2  | 1763                                | 4538 | 212  | 45                     | 6    | 15,3                    | 0,84 |
| 43                                                                             | 1,54                              | 4,28 | 0,08 | 15,5                 | 2,2  | 1637                                | 4538 | 86   | 16                     | 2    | 13,8                    | 0,89 |
| MX-varianten: 137 ha met teelt in de grond, 1032 ha met teelt los van de grond |                                   |      |      |                      |      |                                     |      |      |                        |      |                         |      |
| GR 11                                                                          | 0,58                              | 0,31 | 0,18 | 37,1                 | 1,1  | 2285                                | 4204 | 1292 | 271                    | 8    | 14,7                    | 0,20 |
| SU 11                                                                          | 4,39                              | 4,29 | 2,40 | 498,7                | 60,3 | 4254                                | 4161 | 2328 | 483                    | 58   | 14,8                    | 0,81 |
| 12                                                                             | 3,80                              | 4,29 | 1,81 | 373,0                | 45,6 | 3681                                | 4161 | 1755 | 361                    | 44   | 14,7                    | 0,81 |
| 13                                                                             | 3,56                              | 4,29 | 1,57 | 321,9                | 39,6 | 3449                                | 4161 | 1522 | 312                    | 38   | 14,6                    | 0,81 |
| SU 21                                                                          | 5,34                              | 2,33 | 1,42 | 275,8                | 36,8 | 5173                                | 2258 | 1374 | 267                    | 36   | 13,9                    | 0,84 |
| 22                                                                             | 4,41                              | 2,33 | 0,49 | 91,4                 | 12,7 | 4269                                | 2258 | 470  | 89                     | 12   | 13,3                    | 0,84 |
| 23                                                                             | 4,07                              | 2,33 | 0,15 | 25,5                 | 3,9  | 3940                                | 2258 | 141  | 25                     | 4    | 12,1                    | 0,84 |
| SU 31                                                                          | 3,12                              | 3,99 | 0,84 | 171,1                | 21,2 | 3026                                | 3870 | 809  | 166                    | 21   | 14,6                    | 0,81 |
| 32                                                                             | 2,59                              | 3,99 | 0,30 | 58,3                 | 7,7  | 2506                                | 3870 | 289  | 56                     | 7    | 13,9                    | 0,83 |
| 33                                                                             | 2,40                              | 3,99 | 0,11 | 19,2                 | 2,9  | 2322                                | 3870 | 105  | 19                     | 3    | 12,5                    | 0,85 |
| SU 41                                                                          | 2,18                              | 4,70 | 0,60 | 126,8                | 15,3 | 2109                                | 4558 | 579  | 123                    | 15   | 15,1                    | 0,82 |
| 42                                                                             | 1,80                              | 4,70 | 0,23 | 45,3                 | 5,9  | 1748                                | 4558 | 219  | 44                     | 6    | 14,1                    | 0,83 |
| 43                                                                             | 1,67                              | 4,70 | 0,10 | 17,2                 | 2,6  | 1622                                | 4558 | 93   | 17                     | 3    | 12,3                    | 0,84 |

**Tabel 27**    *Verbruik van drink- of oppervlaktewater (AW) en regenwater (RW), afvoer van drainagewater (A), emissie van N en P (Q(N) en Q(P)) en emissieconcentraties (C(N) en C(P)), voor het DTG-gebied, voor 1987 (90% jaar): GR: teelt in de grond; SU: teelt los van de grond*

|                                                                                | AW                                |      | RW   |      | A     |      | Q(N)                 |  | Q(P) |  | AW                                  |      | RW   |  | A |  | Q(N)                   |    | Q(P)                    |  | C(N) |      | C(P) |  |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------|------|------|-------|------|----------------------|--|------|--|-------------------------------------|------|------|--|---|--|------------------------|----|-------------------------|--|------|------|------|--|
|                                                                                | (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) |      |      |      |       |      | (10 <sup>3</sup> kg) |  |      |  | (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) |      |      |  |   |  | (kg.ha <sup>-1</sup> ) |    | (mmol.l <sup>-1</sup> ) |  |      |      |      |  |
| RF-scenario: 545 ha met teelt in de grond, 624 ha met teelt los van de grond   |                                   |      |      |      |       |      |                      |  |      |  |                                     |      |      |  |   |  |                        |    |                         |  |      |      |      |  |
| GR                                                                             | 01                                | 2,47 | 1,51 | 1,04 | 253,0 | 6,5  |                      |  |      |  | 4532                                | 2770 | 1908 |  |   |  | 464                    | 12 |                         |  | 17,4 | 0,20 |      |  |
| SU                                                                             | 01                                | 1,52 | 3,18 | 1,17 | 255,9 | 28,6 |                      |  |      |  | 2433                                | 5099 | 1880 |  |   |  | 410                    | 46 |                         |  | 15,6 | 0,79 |      |  |
| MN-varianten: 227 ha met teelt in de grond, 942 ha met teelt los van de grond  |                                   |      |      |      |       |      |                      |  |      |  |                                     |      |      |  |   |  |                        |    |                         |  |      |      |      |  |
| GR                                                                             | 11                                | 0,89 | 0,60 | 0,29 | 53,4  | 1,8  |                      |  |      |  | 3903                                | 2661 | 1278 |  |   |  | 235                    | 8  |                         |  | 13,2 | 0,20 |      |  |
| SU                                                                             | 11                                | 2,18 | 4,82 | 1,73 | 366,3 | 43,6 |                      |  |      |  | 2315                                | 5117 | 1839 |  |   |  | 389                    | 46 |                         |  | 15,1 | 0,81 |      |  |
|                                                                                | 12                                | 1,89 | 4,82 | 1,44 | 303,6 | 36,3 |                      |  |      |  | 2002                                | 5117 | 1527 |  |   |  | 322                    | 39 |                         |  | 15,1 | 0,81 |      |  |
|                                                                                | 13                                | 1,77 | 4,82 | 1,32 | 278,1 | 33,3 |                      |  |      |  | 1875                                | 5117 | 1398 |  |   |  | 295                    | 35 |                         |  | 15,0 | 0,81 |      |  |
| SU                                                                             | 21                                | 3,49 | 2,72 | 0,94 | 185,8 | 24,9 |                      |  |      |  | 3701                                | 2891 | 998  |  |   |  | 197                    | 26 |                         |  | 14,1 | 0,85 |      |  |
|                                                                                | 22                                | 2,87 | 2,72 | 0,33 | 62,7  | 8,7  |                      |  |      |  | 3049                                | 2891 | 346  |  |   |  | 67                     | 9  |                         |  | 13,6 | 0,85 |      |  |
|                                                                                | 23                                | 2,65 | 2,72 | 0,10 | 18,8  | 2,8  |                      |  |      |  | 2812                                | 2891 | 109  |  |   |  | 20                     | 3  |                         |  | 13,4 | 0,90 |      |  |
| SU                                                                             | 31                                | 1,61 | 4,11 | 0,45 | 91,5  | 11,6 |                      |  |      |  | 1709                                | 4359 | 481  |  |   |  | 97                     | 12 |                         |  | 14,5 | 0,83 |      |  |
|                                                                                | 32                                | 1,34 | 4,11 | 0,17 | 33,7  | 4,5  |                      |  |      |  | 1418                                | 4359 | 185  |  |   |  | 36                     | 5  |                         |  | 14,2 | 0,85 |      |  |
|                                                                                | 33                                | 1,24 | 4,11 | 0,07 | 13,5  | 2,0  |                      |  |      |  | 1313                                | 4359 | 79   |  |   |  | 14                     | 2  |                         |  | 13,8 | 0,92 |      |  |
| SU                                                                             | 41                                | 0,46 | 5,01 | 0,18 | 40,0  | 4,6  |                      |  |      |  | 485                                 | 5322 | 188  |  |   |  | 42                     | 5  |                         |  | 15,9 | 0,82 |      |  |
|                                                                                | 42                                | 0,37 | 5,01 | 0,09 | 19,3  | 2,5  |                      |  |      |  | 396                                 | 5322 | 99   |  |   |  | 20                     | 3  |                         |  | 15,3 | 0,90 |      |  |
|                                                                                | 43                                | 0,34 | 5,01 | 0,06 | 12,2  | 1,8  |                      |  |      |  | 365                                 | 5322 | 68   |  |   |  | 13                     | 2  |                         |  | 14,5 | 0,97 |      |  |
| MX-varianten: 137 ha met teelt in de grond, 1032 ha met teelt los van de grond |                                   |      |      |      |       |      |                      |  |      |  |                                     |      |      |  |   |  |                        |    |                         |  |      |      |      |  |
| GR                                                                             | 11                                | 0,48 | 0,35 | 0,16 | 33,5  | 1,0  |                      |  |      |  | 3474                                | 2526 | 1168 |  |   |  | 245                    | 7  |                         |  | 15,0 | 0,20 |      |  |
| SU                                                                             | 11                                | 2,39 | 5,32 | 1,91 | 390,4 | 47,9 |                      |  |      |  | 2313                                | 5156 | 1846 |  |   |  | 378                    | 46 |                         |  | 14,6 | 0,81 |      |  |
|                                                                                | 12                                | 2,07 | 5,32 | 1,58 | 323,9 | 39,8 |                      |  |      |  | 2001                                | 5156 | 1533 |  |   |  | 314                    | 39 |                         |  | 14,6 | 0,81 |      |  |
|                                                                                | 13                                | 1,93 | 5,32 | 1,45 | 296,8 | 36,6 |                      |  |      |  | 1873                                | 5156 | 1407 |  |   |  | 288                    | 35 |                         |  | 14,6 | 0,81 |      |  |
| SU                                                                             | 21                                | 4,20 | 2,72 | 1,14 | 214,2 | 29,9 |                      |  |      |  | 4065                                | 2639 | 1108 |  |   |  | 208                    | 29 |                         |  | 13,4 | 0,85 |      |  |
|                                                                                | 22                                | 3,46 | 2,72 | 0,40 | 73,7  | 10,7 |                      |  |      |  | 3349                                | 2639 | 391  |  |   |  | 71                     | 10 |                         |  | 13,2 | 0,86 |      |  |
|                                                                                | 23                                | 3,18 | 2,72 | 0,13 | 22,7  | 3,5  |                      |  |      |  | 3084                                | 2639 | 127  |  |   |  | 22                     | 3  |                         |  | 12,5 | 0,87 |      |  |
| SU                                                                             | 31                                | 1,78 | 4,53 | 0,51 | 99,6  | 13,1 |                      |  |      |  | 1726                                | 4393 | 494  |  |   |  | 97                     | 13 |                         |  | 13,9 | 0,83 |      |  |
|                                                                                | 32                                | 1,47 | 4,53 | 0,20 | 37,7  | 5,3  |                      |  |      |  | 1424                                | 4393 | 196  |  |   |  | 37                     | 5  |                         |  | 13,5 | 0,85 |      |  |
|                                                                                | 33                                | 1,36 | 4,53 | 0,09 | 15,9  | 2,4  |                      |  |      |  | 1320                                | 4393 | 88   |  |   |  | 15                     | 2  |                         |  | 12,6 | 0,86 |      |  |
| SU                                                                             | 41                                | 0,51 | 5,49 | 0,20 | 38,9  | 5,2  |                      |  |      |  | 497                                 | 5316 | 190  |  |   |  | 38                     | 5  |                         |  | 13,9 | 0,84 |      |  |
|                                                                                | 42                                | 0,43 | 5,49 | 0,11 | 20,1  | 2,9  |                      |  |      |  | 413                                 | 5316 | 105  |  |   |  | 19                     | 3  |                         |  | 13,1 | 0,85 |      |  |
|                                                                                | 43                                | 0,39 | 5,49 | 0,08 | 13,4  | 2,0  |                      |  |      |  | 382                                 | 5316 | 74   |  |   |  | 13                     | 2  |                         |  | 12,0 | 0,81 |      |  |

- oppervlaktewater en  $1,45 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (35%) regenwater;
- de afvoer is ca.  $1,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , dat wil zeggen, 27% van het verbruik (gewogen gemiddelde afvoerfractie  $F_a = 0,27$ );
- de N-emissie is ca.  $263 \cdot 10^3 \text{ kg N}$ , wat neerkomt op een gewogen gemiddelde van ca.  $483 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ;
- de P-emissie is ca.  $7 \cdot 10^3 \text{ kg P}$ , wat neerkomt op een gewogen gemiddelde van ca.  $12 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ;
- de gewogen gemiddelde emissieconcentratie voor N is  $17,4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  en voor P  $0,20 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  (resp.  $244 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ NO}_3\text{-N}$  en  $6 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ ortho-P}$ ).

In het RF-scenario gaat het voor het totale areaal van 1170 ha om drie soorten water:

- regenwater:  $4,33 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ;
- oppervlaktewater:  $2,64 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ;
- drinkwater van klasse C:  $2,05 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .

Het totale verbruik komt hiermee op  $9,02 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . Het regenwater voorziet in 48% van de behoefte en is daarmee de belangrijkste gietwaterbron. Oppervlaktewater en drinkwater nemen ca. 29% en 23% voor hun rekening. De percentages gelden voor een 50%-jaar. In andere typen van jaren is vooral de verhouding tussen regenwater en drinkwater anders (tabel 26 en 27).

Volgens de modelberekeningen is de gewogen gemiddelde N-emissie voor het areaal met teelt los van de grond lager dan voor het areaal met teelt in de grond:  $458 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  tegenover  $483 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . De lagere emissie voor het areaal met teelt los van de grond is tegengesteld aan de situatie voor het WDM-gebied en hangt samen met het lage niveau van de N-bemesting op het areaal van ca. 70 ha (tabel 11) met teelt van het gewas orchidee (tabel 17).

### 9.3.2 MN- en MX-scenario's

De aandacht richt zich nu op de resultaten van de berekeningen voor de MN- en MX-varianten. De varianten met vrije drainage (MN- en MX-11, 12 en 13) blijven buiten beschouwing. Bij het vergelijken van de varianten geldt dat de gewogen gemiddelde transpiratie voor het areaal met teelt los van de grond (evenals voor het areaal met teelt in de grond) gelijk is voor alle MN-varianten. Hetzelfde geldt voor alle MX-varianten. De transpiratie wordt immers alléén bepaald door het kasklimaat en het ontwikkelingsstadium van het gewas en is onafhankelijk van de verhouding tussen regenwater en drinkwater of van de kwaliteit van het drinkwater. De transpiratie  $T$  is af te leiden uit tabel 25 volgens:

$$T = AW + RW - A$$

Het invullen van de getallen voor het areaal met teelt los van de grond, bijvoorbeeld voor de varianten MX-21 en MX-43, resulteert in

- voor variant MX-21:  $T = (4,55 + 2,62 - 1,23) \cdot 10^6 = 5,94 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ;
- voor variant MX-43:  $T = (0,78 + 5,27 - 0,08) \cdot 10^6 = 5,97 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .

Uit fig. 9 blijkt dat het totale waterverbruik voor het areaal met teelt los van de grond voor alle MN- en alle MX-varianten groter is dan voor het RF-scenario. Twee tegengestelde effecten spelen hierbij een rol: hergebruik leidt tot een efficiënter waterverbruik, maar daartegenover staat een toename van het areaal. Omdat de gewogen gemiddelde gewastranspiratie voor het areaal met teelt los van de grond voor alle MN-varianten gelijk is zijn de verschillen in waterverbruik tussen de varianten geheel toe te schrijven aan verschillen in de afvoer A. Hetzelfde geldt voor de MX-varianten.

Het totale waterverbruik en de verdeling tussen oppervlaktewater en regenwater is voor het areaal met teelt in de grond voor alle MN-varianten en voor alle MX-varianten gelijk:

- voor de MN-varianten:  $1,52 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , waarvan  $0,93 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (61%) oppervlaktewater en  $0,59 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (39%) regenwater, bij een areaal van 227 ha;
- voor de MX-varianten:  $0,84 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , waarvan  $0,50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (60%) oppervlaktewater en  $0,34 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (40%) regenwater, bij een areaal van 137 ha.

De afname ten opzichte van het RF-scenario is in de eerste plaats een gevolg van het overgaan van teelt in de grond naar teelt los van de grond. Het areaal met teelt in de grond is in de MN-varianten 19% van het totale glasareaal en in de MX-varianten 12%, tegenover 47% in het RF-scenario. Daarnaast is het verlagen van de afvoerfractie  $F_a$  van invloed, samenhangend met het veronderstelde optimaliseren van het watergeven (par. 7.2.3).

Voor alle varianten is de totale afvoer A op gebiedsniveau lager dan voor het RF-scenario. De verschillen tussen de varianten zijn groot. De gegevens voor het RF-scenario en de meest extreme varianten zijn als volgt:

- RF-scenario:  $A = (1,08 + 1,30) \cdot 10^6 = 2,38 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ;
- variant MN-21:  $A = (0,30 + 1,02) \cdot 10^6 = 1,32 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ;
- variant MN-43:  $A = (0,30 + 0,07) \cdot 10^6 = 0,37 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ;
- variant MX-21:  $A = (0,16 + 1,23) \cdot 10^6 = 1,39 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ;
- variant MX-43:  $A = (0,16 + 0,08) \cdot 10^6 = 0,24 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .

In de minst gunstige situatie (variant MX-21) neemt de afvoer ten opzichte van het RF-scenario af met 42%, in het meest gunstige geval (variant MX-43) gaat het om een afname met 90%.

De getallen voor de N-emissie zijn:

- RF-scenario:  $Q(N) = (263 + 286) \cdot 10^3 = 549 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ;
- variant MN-21:  $Q(N) = (55 + 204) \cdot 10^3 = 259 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ;
- variant MN-43:  $Q(N) = (55 + 13) \cdot 10^3 = 68 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ;
- variant MX-21:  $Q(N) = (34 + 234) \cdot 10^3 = 268 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ;
- variant MX-43:  $Q(N) = (34 + 15) \cdot 10^3 = 49 \cdot 10^3 \text{ kg}$ .

In de minst gunstige situatie (variant MX-21) neemt de emissie ten opzichte van het RF-scenario af met 51%, in het meest gunstige geval (variant MX-43) gaat het om een afname met 91%. De procentuele afname voor  $Q(N)$  (met 51%) bij het overgaan van het RF-scenario naar de MX-21 variant is groter dan zojuist is berekend voor

de afvoer A (met 42%). Dat houdt verband met de lagere N-concentraties in het wortelmilieu bij het telen los van de grond dan bij het telen in de grond voor de meeste bloemisterijgewassen (tabel 17).

Voor de P-emissie zijn de getallen:

- RF-scenario:  $Q(P) = (6,7 + 31,7) \cdot 10^3 = 38,4 \cdot 10^3 \text{ kg};$
- variant MN-21:  $Q(P) = (1,8 + 26,9) \cdot 10^3 = 28,7 \cdot 10^3 \text{ kg};$
- variant MN-43:  $Q(P) = (1,8 + 1,9) \cdot 10^3 = 3,7 \cdot 10^3 \text{ kg};$
- variant MX-21:  $Q(P) = (1,0 + 32,1) \cdot 10^3 = 33,1 \cdot 10^3 \text{ kg};$
- variant MX-43:  $Q(P) = (1,0 + 2,2) \cdot 10^3 = 3,2 \cdot 10^3 \text{ kg}.$

In de minst gunstige situatie (variant MX-21) neemt de emissie ten opzichte van het RF-scenario af met ca. 14%, in het meest gunstige geval (variant MX-43) gaat het om een afname met bijna 92%. De ortho-P concentraties volgens de bemestingsadviesbasis zijn bij het telen los van de grond voor alle gewassen drie tot vijf keer hoger dan bij het telen in de grond (tabel 17). Dat verklaart de beperkte afname van de P-emissie bij het overgaan van het RF-scenario naar de variant MX-21, bij een afname van de afvoer A met 42%.

Uit fig. 9 blijkt in één oogopslag dat de verhouding tussen het verbruik van regenwater en drinkwater en de omvang van de afvoerstroom voor de verschillende varianten sterk uiteenloopt. Fig. 10 laat hetzelfde zien voor de emissies. Bepalend factoren hierbij zijn

- de betekenis van regenwater;
- de kwaliteit van het drinkwater.

De betekenis van regenwater bij een gegeven kwaliteitsklasse drinkwater komt tot uiting bij het vergelijken van de varianten 21, 31, 41, van de varianten 22, 32, 42 of van de varianten 23, 33, 43. Het absolute aantal bassins is voor het RF-scenario en voor de varianten MN-21, 22, 23 en MX-21, 22, 23 gelijk. Daardoor is het regenwaterverbruik voor die zes varianten exact gelijk:  $2,62 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (tabel 25). Het verbruik in het RF-scenario ligt daar met  $2,88 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  iets boven. Het verschil wordt verklaard door het toepassen van vrije drainage in het RF-scenario tegenover hergebruik bij de varianten 21, 22 en 23.

Voor het RF-scenario en de meest extreme MN- en MX-varianten gaat het om de volgende hoeveelheden drinkwater:

- RF-scenario:  $AW = 2,05 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (over 624 ha);
- variant MN-21:  $AW = 3,83 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (over 942 ha);
- variant MN-43:  $AW = 0,71 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (over 942 ha);
- variant MX-21:  $AW = 4,55 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (over 1032 ha);
- variant MX-43:  $AW = 0,78 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (over 1032 ha).

Als het overgaan naar teelt los van de grond plaatsvindt zonder aanleg van nieuwe regenwaterbassins en bij gelijkblijvende waterkwaliteit (dus van het RF-scenario naar variant MN-21 of MX-21), dan neemt de vraag naar drinkwater toe. Als daarentegen het totale areaal met teelt los van de grond de beschikking krijgt over een bassin van tenminste  $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  en als daarnaast de kwaliteit van het drinkwater verandert van

klasse C naar klasse A (dus van RF-scenario naar variant MN-43 of MX-43), dan neemt de behoefte aan drinkwater op jaarbasis sterk af.

De invloed van de Na-concentratie komt tot uiting bij het vergelijken van de varianten 21, 22, 23, van de varianten 31, 32, 33 of van de varianten 41, 42, 43. De verschillen zijn geheel toe te schrijven aan verschillen in de afvoer A die noodzakelijk is om Na-schade te voorkomen. Als het om het totale waterverbruik gaat zijn de verschillen beperkt, als daarentegen naar de afvoer wordt gekeken is de invloed van de waterkwaliteit groot. Zo is bijvoorbeeld de afvoer bij variant MX-23 (drinkwater van klasse A) een factor 8 à 9 kleiner dan bij variant MX-21 (drinkwater van klasse C):  $0,14 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  tegenover  $1,23 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . Hetzelfde geldt voor de MN-varianten 21 en 23. Bij de MN- en MX-varianten 31 en 33 is het verschil in A een factor 6 à 7, bij de varianten 41 en 43 slechts een factor 4. Het effect van een lagere Na-concentratie van het drinkwater op de afvoer A is dus kleiner naarmate de betekenis van regenwater toeneemt.

Fig. 11 heeft betrekking op het verloop van het waterverbruik voor het areaal met teelt los van de grond voor de negen MX-varianten. Het verloop wordt sterk bepaald door het verloop van de transpiratie. De invloed van regenwaterbassins op de verhouding tussen het verbruik van regenwater en drinkwater komt duidelijk tot uiting. In de varianten MX-41, 42 en 43 heeft elk bedrijf een regenwaterbassin van tenminste  $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Blijkens fig. 11 blijft de behoefte aan drinkwater in 1977 dan geheel beperkt tot het zomerhalfjaar (periode april t/m september).

Fig. 12 heeft betrekking op het verloop van de afvoer A voor het areaal met teelt los van de grond voor de negen MX-varianten. Om de invloed van regenwater en van de kwaliteit van het drinkwater duidelijk tot uiting te doen komen is dezelfde schaal aangehouden voor de y-as van alle negen deelfiguren. Opvallend is het verloop bij de varianten MX-41 en 42: de afvoerpieken treden op als de regenwatervoorraden uitgeput raken en overgeschakeld moet worden op drinkwater van resp. klasse C of B. Het opraken van de regenwatervoorraden gebeurt vrij plotseling omdat veel bedrijven over een bassins van  $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  beschikken. Bij variant MX-43 is dat ook het geval maar bij die variant wordt overgeschakeld op drinkwater van klasse A. Alléén voor de meest Na-gevoelige gewassen is dan een verhoging van de afvoer A noodzakelijk.

## 10 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

Aan de hand van de resultaten uit het voorgaande hoofdstuk worden de volgende aspecten nader besproken:

- de invloed van regenwater op de behoefte aan drinkwater van klasse B of A (par. 10.1);
- de afvoer en emissie bij teelt los van de grond (par. 10.2);
- de afvoer en emissie bij teelt in de grond (par. 10.3);
- de emissie op gebiedsniveau (par. 10.4).

Belangrijke conclusies zijn samengevat in par. 10.5.

### 10.1 Regenwatergebruik en de behoefte aan drinkwater van klasse B of A

In elk van de MN- en MX-varianten wordt voor het areaal met teelt los van de grond één soort drinkwater gebruikt. Voor de varianten 21, 31 en 41 ligt dat voor de hand: het gaat om het huidige drinkwater (klasse C), net als in het RF-scenario.

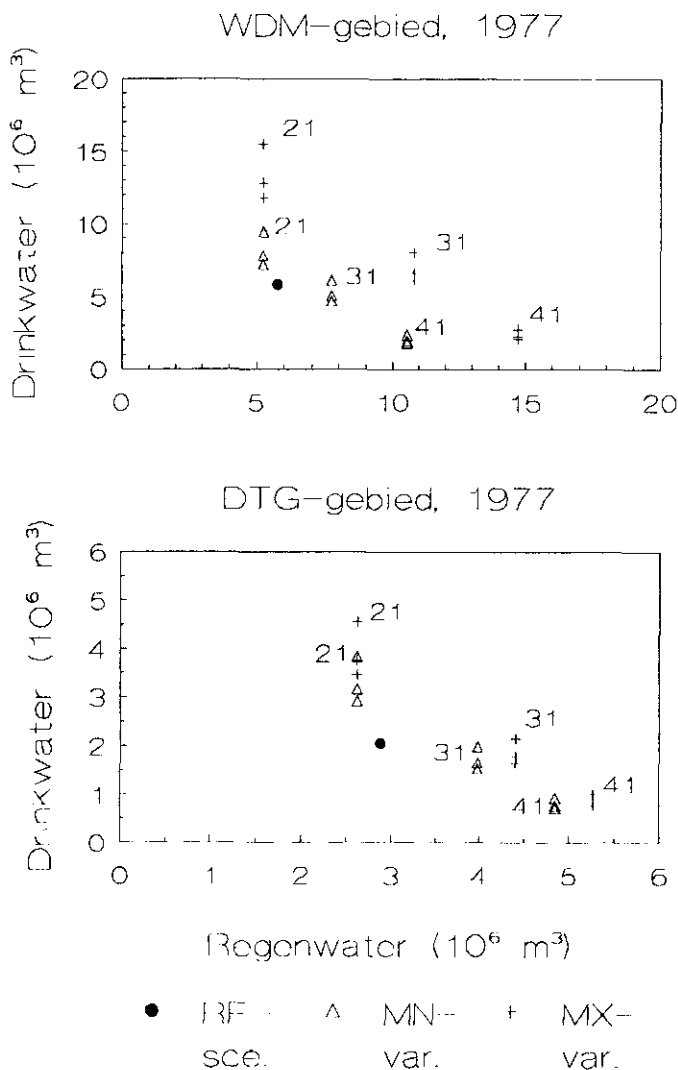
In fig. 13 zijn het verbruik van drinkwater en regenwater tegen elkaar uitgezet, voor het RF-scenario en de varianten 21 t/m 43, voor 1977. Het gaat om een andere weergave van waterhoeveelheden uit de tabellen 22 en 25. Fig. 13 illustreert de grote invloed van regenwater op de behoefte aan drinkwater en speelt een rol bij het beoordelen van de haalbaarheid van het centraal leveren van water van klasse B of A door de waterleidingbedrijven. Het verbruik van drinkwater is voor de varianten 21, 22 en 23 hoger is dan voor het RF-scenario. Voor de varianten 41, 42 en 43 daarentegen is het verbruik ten opzichte van het RF-scenario afgenomen met een factor 3 à 4. De varianten 31, 32 en 33 nemen een tussenpositie in.

In tabel 28 is voor beide gebieden het verbruik van drinkwater voor verschillende jaren opgenomen, uitgedrukt in % ten opzichte van 1977. De tabel is afgeleid uit de gegevens in de tabellen 22 t/m 27 en aangevuld met gegevens van berekeningen voor het extreem droge jaar 1976. In de varianten MX-21, 22 en 23, met een beperkt gebruik van regenwater, is het quotiënt van het verbruik van drinkwater in 1976 en 1987 ca. 1,3 (125/95) voor het WDM-gebied en ca. 1,45 (134/92) voor het DTG-gebied. In de varianten MX-41, 42, en 43, waar regenwater een grote rol speelt, is het quotiënt ca. 7,0 (330/47) voor het WDM-gebied en ca. 6,3 (320/51) voor het DTG-gebied.

Naast het verbruik op jaarbasis is ook verbruik van drinkwater op decadebasis van belang. De verschillen tussen de varianten zijn veel kleiner wanneer het maximale decadeverbruik als vergelijkingscriterium wordt genomen in plaats van het jaarverbruik. Voor het WDM-gebied bijvoorbeeld blijkt:

- het quotiënt van het jaarverbruik voor de varianten MX-21 en MX-43 is ca. 7,4 (zie tabel 22, quotiënt van  $15,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  en  $2,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ );

- het quotiënt van het piekverbruik voor de varianten MX-21 en MX-43 is ca. 2,2 (zie fig. 7, quotiënt van  $1,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  en  $0,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ).



**Fig. 13** Gewogen gemiddelde gebruik van drinkwater in relatie tot het regenwaterverbruik voor het areaal met teelt los van de grond in het WDM- en het DTG-gebied, voor het RF-scenario en de MN- en MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)

Bij het lage verbruik op jaarbasis van variant MX-43 blijft een relatief hoog piekverbruik bestaan. Dat is een gevolg van de rol die het regenwater speelt in deze variant. Op alle bedrijven wordt regenwater gebruikt waarmee in een groot deel van de gietwaterbehoefte op jaarbasis kan worden voorzien. De neerslagverdeling is echter zó dat in de zomermaanden toch voor een groot deel van het glasareaal tekorten ontstaan die met drinkwater moeten worden gedekt.

Een hoog piekverbruik bij een laag jaarverbruik is ongunstig. De productiecapaciteit van drinkwater moet op het piekverbruik zijn afgestemd. Het voorgaande maakt duidelijk dat de benutting van die capaciteit daalt naarmate regenwater een grotere rol speelt in de gietwatervoorziening. Dat zal uiteraard van invloed zijn op de uiteindelijke  $\text{m}^3$ -prijs van het drinkwater. Daarnaast is de verhouding tussen

piekverbruik en jaarverbruik van invloed op de verblijftijden van het water in het leidingnet. Daarbij kunnen volksgezondheidsaspecten in het geding zijn.

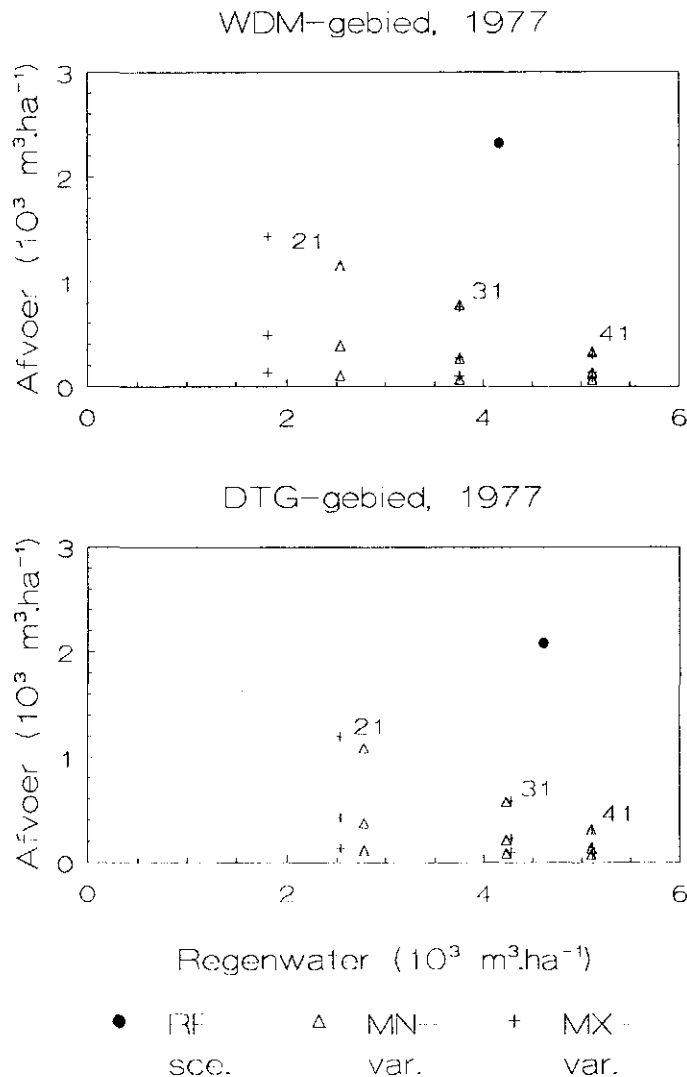
**Tabel 28** *Verbruik van drinkwater in verschillende jaren, in % ten opzichte van 1977 (50%-jaar), voor het areaal met teelt los van de grond*

|       | WDM-gebied         |                        |                      |                              | DTG-gebied         |                        |                      |                              |
|-------|--------------------|------------------------|----------------------|------------------------------|--------------------|------------------------|----------------------|------------------------------|
|       | 1987<br>nat<br>(%) | 1977<br>normaal<br>(%) | 1982<br>droog<br>(%) | 1976<br>zeer<br>droog<br>(%) | 1987<br>nat<br>(%) | 1977<br>normaal<br>(%) | 1982<br>droog<br>(%) | 1976<br>zeer<br>droog<br>(%) |
| RF    | 81                 | 100                    | 130                  | 156                          | 74                 | 100                    | 139                  | 171                          |
| MN-21 | 92                 | 100                    | 117                  | 134                          | 91                 | 100                    | 120                  | 138                          |
| 22    | 92                 | 100                    | 117                  | 134                          | 91                 | 100                    | 120                  | 138                          |
| 23    | 92                 | 100                    | 117                  | 134                          | 91                 | 100                    | 120                  | 138                          |
| MN-31 | 86                 | 100                    | 131                  | 163                          | 81                 | 100                    | 145                  | 188                          |
| 32    | 86                 | 100                    | 131                  | 163                          | 82                 | 100                    | 145                  | 188                          |
| 33    | 86                 | 100                    | 131                  | 163                          | 82                 | 100                    | 145                  | 188                          |
| MN-41 | 44                 | 100                    | 209                  | 303                          | 49                 | 100                    | 216                  | 317                          |
| 42    | 44                 | 100                    | 209                  | 303                          | 48                 | 100                    | 216                  | 317                          |
| 43    | 44                 | 100                    | 209                  | 303                          | 48                 | 100                    | 217                  | 320                          |
| MX-21 | 95                 | 100                    | 112                  | 125                          | 92                 | 100                    | 117                  | 134                          |
| 22    | 95                 | 100                    | 113                  | 125                          | 92                 | 100                    | 118                  | 134                          |
| 23    | 95                 | 100                    | 113                  | 125                          | 92                 | 100                    | 118                  | 134                          |
| MX-31 | 88                 | 100                    | 130                  | 163                          | 83                 | 100                    | 145                  | 190                          |
| 32    | 88                 | 100                    | 130                  | 163                          | 83                 | 100                    | 146                  | 190                          |
| 33    | 88                 | 100                    | 130                  | 163                          | 82                 | 100                    | 145                  | 190                          |
| MX-41 | 47                 | 100                    | 219                  | 329                          | 50                 | 100                    | 216                  | 321                          |
| 42    | 47                 | 100                    | 219                  | 330                          | 51                 | 100                    | 214                  | 320                          |
| 43    | 47                 | 100                    | 218                  | 328                          | 50                 | 100                    | 214                  | 319                          |

## 10.2 Afvoer en emissies bij teelt los van de grond

In fig. 14 is de gewogen gemiddelde afvoer A van drainagewater per ha weergegeven voor het RF-scenario en voor de varianten 21 t/m 43, in relatie tot het gewogen gemiddelde regenwaterverbruik per ha, voor 1977. De gegevens zijn ontleend aan de tabellen 22 en 25. Fig. 14 illustreert de invloed van regenwater en van de kwaliteit van het drinkwater op de afvoer. De gewogen gemiddelde afvoer van drainagewater loopt uiteen van meer dan  $2000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  in het RF-scenario tot minder dan  $100 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  in variant MX-43.

Het uitzetten van de gewogen gemiddelde emissies van N en P tegen het gewogen gemiddelde regenwaterverbruik zou tot vergelijkbare figuren leiden. De emissies voor de standaard glastuinbouwbedrijven zijn immers volgens de relaties (13) en (14) evenredig met de afvoer A. De relaties zijn ook van toepassing op gebiedsniveau, met A als gewogen gemiddelde afvoer en  $C_{d,opt}$  als gewogen gemiddelde concentratie.



**Fig. 14** Gewogen gemiddelde afvoer van drainagewater in relatie tot het regenwaterverbruik voor het areaal met teelt los van de grond in het WDM- en het DTG-gebied, voor het RF-scenario en de MN- en MX-scenariovarianten, in 1977 (50%-jaar)

Blijkens de tabellen 22 en 25 loopt de gewogen gemiddelde emissie  $Q(N)$  uiteen van ca.  $500 \text{ kg}.\text{ha}^{-1}$  in het RF-scenario tot ca.  $15 \text{ kg}.\text{ha}^{-1}$  in variant MX-43 en  $Q(P)$  van ca.  $55 \text{ kg}.\text{ha}^{-1}$  tot minder dan  $5 \text{ kg}.\text{ha}^{-1}$ .

Gegevens over de afvoer in verschillende jaren zijn verwerkt in tabel 29. Het gaat net als in tabel 28 om de afvoer uitgedrukt in % ten opzichte van de afvoer in 1977. Het quotiënt van de afvoer in 1976 en 1987 is minimaal voor variant MX-23: ca. 1,2 (115/98) voor het WDM-gebied en ca. 1,25 (114/93) voor het DTG-gebied. In de varianten MX-41 is het quotiënt maximaal: ca. 4,95 (282/57) voor het WDM-gebied en ca. 4,3 (269/63) voor het DTG-gebied.

De uitgangspunten waarop het berekenen van de afvoer en van de emissies berust verdienen nadere aandacht. Het combineren van de relaties (5) en (6) leidt tot de

volgende uitdrukking:

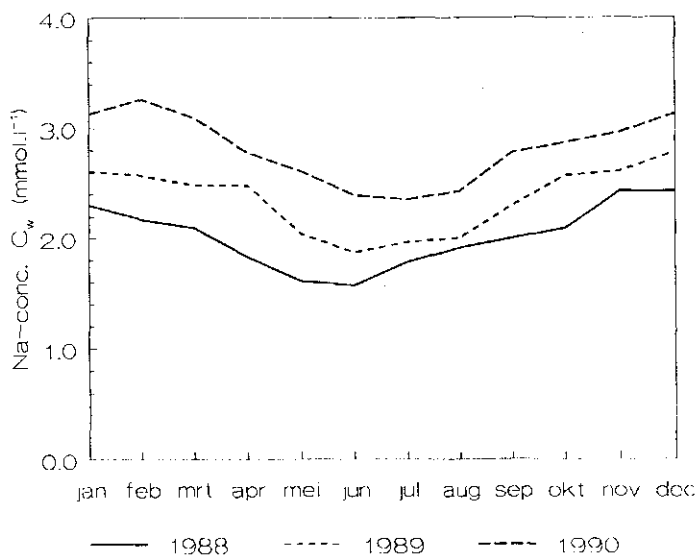
$$A/T = [(C_v - C_l)/(C_{d,max} - C_v)] \quad (15)$$

De gewogen gemiddelde transpiratie  $T$  op gebiedsniveau varieert van minder dan 5 mm per decade in de periode december-januari tot maximaal ca. 45 mm per decade in de periode mei-juli. Het verschil in  $T$  werkt door in  $A$  en dus óók in  $Q(N)$  en  $Q(P)$ . Daardoor zijn de totale afvoer en emissie op jaarbasis zeer ongelijkmatig over het jaar verdeeld. Voor de afvoer wordt dat geïllustreerd door fig. 8 en 12.

**Tabel 29** Afvoer van drainagewater in verschillende jaren, in % ten opzichte van 1977 (50%-jaar), voor het areaal met teelt los van de grond

|       | WDM-gebied         |                        |                      |                              | DTG-gebied         |                        |                      |                              |
|-------|--------------------|------------------------|----------------------|------------------------------|--------------------|------------------------|----------------------|------------------------------|
|       | 1987<br>nat<br>(%) | 1977<br>normaal<br>(%) | 1982<br>droog<br>(%) | 1976<br>zeer<br>droog<br>(%) | 1987<br>nat<br>(%) | 1977<br>normaal<br>(%) | 1982<br>droog<br>(%) | 1976<br>zeer<br>droog<br>(%) |
| RF    | 91                 | 100                    | 114                  | 127                          | 90                 | 100                    | 115                  | 128                          |
| MN-21 | 92                 | 100                    | 116                  | 133                          | 92                 | 100                    | 118                  | 134                          |
| 22    | 93                 | 100                    | 114                  | 128                          | 94                 | 100                    | 114                  | 129                          |
| 23    | 95                 | 100                    | 110                  | 119                          | 97                 | 100                    | 109                  | 109                          |
| MN-31 | 87                 | 100                    | 129                  | 158                          | 83                 | 100                    | 139                  | 178                          |
| 32    | 89                 | 100                    | 125                  | 151                          | 85                 | 100                    | 130                  | 160                          |
| 33    | 94                 | 100                    | 111                  | 122                          | 88                 | 100                    | 113                  | 125                          |
| MN-41 | 53                 | 100                    | 193                  | 272                          | 62                 | 100                    | 190                  | 269                          |
| 42    | 67                 | 100                    | 170                  | 230                          | 69                 | 100                    | 154                  | 208                          |
| 43    | 86                 | 100                    | 121                  | 136                          | 86                 | 100                    | 114                  | 129                          |
| MX-21 | 95                 | 100                    | 112                  | 124                          | 93                 | 100                    | 115                  | 130                          |
| 22    | 95                 | 100                    | 110                  | 121                          | 93                 | 100                    | 114                  | 126                          |
| 23    | 98                 | 100                    | 108                  | 115                          | 93                 | 100                    | 107                  | 114                          |
| MX-31 | 89                 | 100                    | 127                  | 158                          | 85                 | 100                    | 140                  | 180                          |
| 32    | 91                 | 100                    | 123                  | 149                          | 87                 | 100                    | 130                  | 161                          |
| 33    | 97                 | 100                    | 114                  | 128                          | 90                 | 100                    | 110                  | 120                          |
| MX-41 | 57                 | 100                    | 194                  | 282                          | 63                 | 100                    | 188                  | 269                          |
| 42    | 72                 | 100                    | 164                  | 226                          | 79                 | 100                    | 164                  | 221                          |
| 43    | 91                 | 100                    | 117                  | 139                          | 95                 | 100                    | 125                  | 137                          |

De concentratie  $C_v$  is gekoppeld aan de concentratie  $C_w$  van het gietwater ( $C_v = C_w + 0,2$ ). Er is aangenomen dat  $C_w$  voor een gegeven gietwaterbron constant is (par. 3.4). Zo is uitgegaan van  $C_w = 2,2 \text{ mmol.l}^{-1}$  in het RF-scenario en de varianten met drinkwater van klasse C (huidige drinkwater). In fig. 15 is het werkelijke verloop van de Na-concentratie van het drinkwater van de DWL-Rotterdam voor 1988, 1989 en 1990 weergegeven. De concentratie volgt het concentratieverloop in de Maas, met een zekere vertraging. De figuur suggereert een trendmatige concentratietoename maar dat is niet het geval. Het concentratieverloop in 1991 was vrijwel identiek aan dat in 1990. Waarschijnlijk is het concentratieverloop gekoppeld



**Fig. 15** Verloop van de Na-concentratie van het drinkwater van de DWL-Rotterdam in 1988, 1989 en 1990

aan het verloop van het debiet van de Maas. Dat aspect is niet nader uitgewerkt.

De gemiddelde werkelijke concentraties voor 1988, 1989 en 1990 waren 2,00, 2,35 en 2,80 mmol.l<sup>-1</sup>. Voor het jaar 1988 is de werkelijke concentratie dus 0,2 mmol.l<sup>-1</sup> lager dan de concentratie waarmee gerekend is. In 1989 echter is de werkelijke concentratie 0,15 mmol.l<sup>-1</sup> hoger, in 1990 zelfs 0,60 mmol.l<sup>-1</sup>.

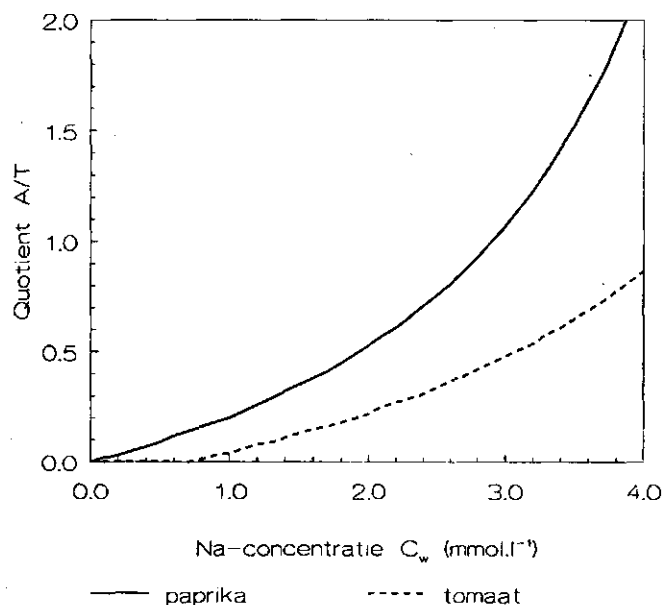
In fig. 16 is de relatie tussen  $C_w$  en het quotiënt van A en T weergegeven voor tomaat en paprika als minst en meest Na-gevoelige gewassen. De curves zijn berekend met relatie (15), gebruik makend van de  $C_i$ - en  $C_{d,max}$ -waarden uit tabel 16. De gewas-transpiratie T is onafhankelijk van  $C_w$  zodat fig. 16 bruikbaar is om de invloed van  $C_w$  op de afvoer A te schatten. Zo blijkt de noodzakelijke afvoer bij de teelt van tomaat bij  $C_w = 2,8$  mmol.l<sup>-1</sup> ca. 1,56 (0,42/0,27) maal hoger te zijn dan bij  $C_w = 2,2$  mmol.l<sup>-1</sup>. Voor paprika is de verhouding ca. 1,52 (0,93/0,61). Hieruit blijkt dat de werkelijk noodzakelijke afvoer A aanzienlijk hoger kan zijn dan de modelmatig berekende afvoer. Dat is vooral het geval in periodes met een neerslagtekort, voor varianten waarin drinkwater van klasse C een belangrijke rol speelt.

Bij het centraal leveren van drinkwater van klasse B of A zal de concentratie van het te ontzouten water niet constant zijn. Er moet dus ook met schommelingen in de Na-concentratie van het water van klasse B of A rekening gehouden worden.

Om de invloed van het werkelijke concentratieverloop op de afvoer en emissie op gebiedsniveau te kwantificeren zijn verdere berekeningen nodig. Daartoe zou het model moeten worden aangepast zodat de berekeningen voor de standaardbedrijven met een tijdafhankelijke concentratie kunnen worden uitgevoerd.

Voor regenwater is gerekend met een Na-concentratie  $C_w$  van 0,3 mmol.l<sup>-1</sup>. Uit recente gegevens blijkt dat de werkelijke concentraties liggen tussen 0,3 en 0,6

mmol.l<sup>-1</sup>. De invloed van het rekenen met een te lage concentratie is beperkt: ook bij het rekenen met  $C_v = 0,8 \text{ mmol.l}^{-1}$  ( $= C_w + 0,2$ ) blijft volledig hergebruik mogelijk voor die gewassen in tabel 16 waarvoor  $C_t \geq 0,8 \text{ mmol.l}^{-1}$ .



**Fig. 16** Quotiënt van de afvoer (A) en transpiratie (T) in relatie tot de Na-concentratie van het gietwater, voor paprika en tomaat

De concentraties  $C_t$  voor de verschillende gewassen liggen blijkens tabel 16 in het traject van 0,2 tot 0,9 mmol.l<sup>-1</sup>, de concentraties  $C_{d,max}$  in het traject van 6,0 tot 9,0 mmol.l<sup>-1</sup>. De resultaten van het lopende onderzoek van het PTG en PBN met betrekking tot de Na-opname en gevoeligheid bij verschillende gewassen kunnen tot een verdere onderbouwing en bijstelling van  $C_t$  en  $C_{d,max}$  aanleiding geven.

Bij het vastleggen van de concentraties  $C_{d,opt}$  voor N en P in de bemestingsadviesbasis heeft het tuinbouwkundige belang centraal gestaan. De vraag of de concentraties met het oog op het beperken van de emissies in neerwaartse richting kunnen worden bijgesteld kan hier niet beantwoord worden. Dat aspect verdient nader onderzoek.

### 10.3 Afvoer en emissies bij teelt in de grond

Bij teelt in de grond gaat het in alle varianten om een areaal dat ten opzichte van het RF-scenario sterk is afgenomen. Uitgangspunten voor de berekeningen zijn:

- de waterbehoefte wordt blijvend gedekt met oppervlaktewater, al dan niet in combinatie met regenwater;
- de betekenis van regenwater is in alle varianten hetzelfde als in het RF-scenario;
- de waterhuishouding is geoptimaliseerd, inhoudende dat  $F_a$  is verlaagd van 0,30 naar 0,225 bij oppervlaktewater en van 0,20 naar 0,15 bij regenwater (par. 7.2.3).

De gewogen gemiddelde N-emissie loopt blijkens de tabellen 22 en 25 voor 1977 voor de varianten 21 t/m 43 uiteen van ca. 240 tot 290 kg.ha<sup>-1</sup>, de P-emissie van 7

tot  $9 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Het gaat om de berekende uitspoeling uit het wortelmilieu, niet om de belasting van het grond- of oppervlaktewater.

Het optimaliseren van de water- en nutriëntenhuishouding bij teelt in de grond krijgt in de discussies over de doelstellingen volgens de Structuurnota Landbouw veel aandacht. De noodzaak om los van de grond te telen wordt door sommigen in twijfel getrokken omdat er ook bij het telen in de grond ruime mogelijkheden zouden zijn om de emissies te verlagen. Die mogelijkheden moeten gezocht worden in het beperken van de afvoer  $A$  en/of het verlagen van de concentratie  $C_{d,\text{opt}}$ .

Wat de grootte  $A$  betreft liggen de mogelijkheden in het gebruik van beter gietwater. Bij het volledig dekken van de behoefte met regenwater of ander water van vergelijkbare kwaliteit zou gelden  $F_a = 0,15$  (par. 7.2.3). Bij een gewogen gemiddelde gewastranspiratie in een 50%-jaar van ca. 515 mm (tabel 21) volgt uit relatie (8) dat  $A = 90 \text{ mm}$  ( $900 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) als minimale afvoer op jaarbasis (ter vergelijking: bij buitenteelten gaat het om een neerslagoverschot van 200 tot 300 mm in het winterhalfjaar).

De mogelijkheden tot het verlagen van  $C_{d,\text{opt}}$  zijn onduidelijk. De discussies hierover doen vermoeden dat er voor  $N$  perspectieven zijn. Zo is onlangs de adviesbasis voor het gewas sla aangepast, niet met het oog op het beperken van de emissie maar met het oog op het verlagen van het nitraatgehalte van het geoogste produkt. Die aanpassing komt neer op het verlagen van  $C_{d,\text{opt}}$  met 25%, van  $20 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  (tabel 17) naar  $15 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ .

Uitgaande van het verlagen van  $C_{d,\text{opt}}$  met 25% ten opzichte van de bemestingsadviesbasis volgens tabel 17 voor alle gewassen die blijvend in de grond worden geteeld en uitgaande van een noodzakelijke afvoer  $A$  op jaarbasis van  $1000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  zou de  $N$ -emissie op jaarbasis kunnen worden teruggebracht tot 100 à 200  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , afhankelijk van het gewas. Dat komt neer op bijna een halvering van de modelmatig berekende emissie.

Het beperken van de  $P$ -emissie door het optimaliseren van de bemesting biedt waarschijnlijk minder perspectief. Het overbemesten met fosfaat (via kunstmest en organische mest) gedurende vele jaren heeft geleid tot het opbouwen van een grote  $P$ -voorraad in kasgronden. Het beter afstemmen van de bemesting op de gewasbehoefte zal daardoor hooguit op langere termijn leiden tot het beperken van de  $P$ -uitspoeling.

Een laatste punt dat bij teelt in de grond aandacht vraagt is het toepassen van hergebruik. In de modelberekeningen is die mogelijkheid uitgesloten. In de praktijk echter wordt het hier en daar toegepast. De hydrologische situatie ter plaatse is daarbij een belangrijke factor. In ondiep ontwaterde deelgebieden binnen het studiegebied zijn de glastuinbouwbedrijven voorzien van drainage-onderbemalingssystemen. Er treedt dan infiltratie vanuit de langs de kas lopende sloten op waardoor de afvoer  $A^*$  via het drainage-onderbemalingssysteem groter is dan de afvoer  $A$  vanuit het wortelmilieu. Bovendien wordt met het infiltrerende oppervlaktewater  $\text{Na}$  geïntroduceerd. Het hergebruiken van de afvoerstroom  $A^*$  biedt dan geen perspectief.

In diep ontwaterde gebieden, met vrij uitstromende drains, is de hydrologische situatie zó, dat  $A^* < A$  doordat een deel van de afvoer vanuit het wortelmilieu ongecontroleerd tussen de drains door naar het grondwater wegstroomt. Het opvangen en hergebruiken van  $A^*$  is dan bij gietwater met lage Na-concentraties in principe mogelijk. Het gaat echter slechts om een deel van  $A$ , het restant ( $A - A^*$ ) blijft bijdragen tot de belasting van het milieu.

#### 10.4 Emissies op gebiedsniveau

In de Derde Nota Waterhuishouding (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1990) zijn de volgende doelstellingen geformuleerd met betrekking tot het verminderen van de emissies van N en P ten opzichte van het niveau in 1985:

- het verminderen van de emissie van N met 70% en van P met 75% als einddoel, te bereiken in 2000;
- het verminderen van de emissie van N en P met 50% als tussendoel, te bereiken in 1995.

In tabel 30 zijn de emissies voor het totale glasareaal in het WDM- en het DTG-gebied opgenomen, voor 1977. Om de emissiereductie tot uiting te doen komen zijn de emissies ook uitgedrukt als percentage van de emissie in het RF-scenario. In de tabel is aangegeven voor welke varianten een vermindering met tenminste 75% ten opzichte van het RF-scenario is berekend. Het RF-scenario heeft overigens niet betrekking op 1985 maar op 1989.

Ook de gegevens voor de varianten 11, 12 en 13 met vrije drainage zijn in tabel 30 opgenomen. De betekenis van regenwater in die varianten stemt overeen met die in de varianten 31, 32 en 33 (tabel 14) maar er wordt geen hergebruik toegepast. Zonder hergebruik blijkt het overgaan van teelt in de grond naar teelt los van de grond, met drinkwater van klasse C, te leiden tot een afname van de N-emissie met 15% tot 17% (vergelijk gegevens voor het RF-scenario met gegevens voor de varianten MN- en MX-11). Voor P neemt de emissie zelfs toe, in het WDM-gebied met 20 tot 50% en in het DTG-gebied met 30 tot 40% toe. Die toename wordt verklaard door de hogere P-cijfers volgens de bemestingsadviesbasis bij teelt los van de grond (tabel 17).

De gegevens voor de varianten MN- en MX-11 tonen duidelijk aan dat het overgaan naar teelt los van de grond zonder hergebruik niet (voor P) of nauwelijks (voor N) tot vermindering van de emissies leidt. De gegevens voor de varianten 12 en 13 laten zien dat het effect van het verbeteren van de kwaliteit van het drinkwater bij het handhaven van vrije drainage beperkt is.

Het overgaan van teelt in de grond naar teelt los van de grond in combinatie met hergebruik, waarbij op het nieuwe areaal met teelt los van de grond drinkwater van klasse C wordt gebruikt, leidt tot een reductie van de N-emissie met 45 tot 55% (vergelijk gegevens voor het RF-scenario met gegevens voor de varianten MN- en

MX-21). De reductie van de P-emissie blijft beperkt tot 25 à 28% in variant MN-21. In variant MX-21 is er geen emissiereductie van betekenis. Het overgaan naar teelt los van de grond in combinatie met hergebruik, zonder verbetering van de gietwatervoorziening, leidt dus niet tot de noodzakelijke emissiereducties.

*Tabel 30 Emissie van N en P vanuit de glastuinbouw in het WDM-gebied (3330 ha) en het DTG-gebied (1170 ha), in kg en in % ten opzichte van de emissie in het RF-scenario, in 1977 (50%-jaar)*

|       | WDM-gebied           |       |                      |       | DTG-gebied           |       |                      |       |
|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|
|       | N                    |       | P                    |       | N                    |       | P                    |       |
|       | (10 <sup>3</sup> kg) | (%)   | (10 <sup>3</sup> kg) | (%)   | (10 <sup>3</sup> kg) | (%)   | (10 <sup>3</sup> kg) | (%)   |
| RF    | 1629                 | **100 | 103                  | **100 | 549                  | **100 | 38                   | **100 |
| MN-11 | 1353                 | 83    | 124                  | 120   | 460                  | 84    | 50                   | 129   |
| 12    | 1105                 | 68    | 97                   | 94    | 375                  | 68    | 40                   | 104   |
| 13    | 1003                 | 62    | 86                   | 83    | 341                  | 62    | 36                   | 94    |
| MN-21 | 864                  | 53    | 74                   | 72    | 259                  | 47    | 29                   | 75    |
| 22    | 504                  | 31    | 32                   | 31    | 123                  | *22   | 11                   | 29    |
| 23    | 377                  | *23   | 17                   | *17   | 74                   | *14   | 5                    | *12   |
| MN-31 | 687                  | 42    | 52                   | 50    | 166                  | 30    | 16                   | 40    |
| 32    | 452                  | 28    | 26                   | *25   | 94                   | *17   | 7                    | *18   |
| 33    | 370                  | *23   | 16                   | *16   | 69                   | *13   | 4                    | *10   |
| MN-41 | 490                  | 30    | 28                   | 27    | 120                  | *22   | 9                    | *24   |
| 42    | 394                  | *24   | 19                   | *18   | 81                   | *15   | 5                    | *13   |
| 43    | 362                  | *22   | 15                   | *15   | 68                   | *12   | 4                    | *10   |
| MX-11 | 1369                 | 84    | 154                  | 150   | 464                  | 85    | 53                   | 139   |
| 12    | 1077                 | 66    | 119                  | 116   | 376                  | 68    | 43                   | 111   |
| 13    | 957                  | 59    | 105                  | 102   | 340                  | 62    | 39                   | 101   |
| MX-21 | 896                  | 55    | 107                  | 104   | 268                  | 49    | 33                   | 86    |
| 22    | 390                  | *24   | 40                   | 39    | 114                  | *21   | 12                   | 32    |
| 23    | 204                  | *13   | 14                   | *14   | 58                   | *11   | 5                    | *12   |
| MX-31 | 568                  | 35    | 58                   | 57    | 154                  | 28    | 16                   | 42    |
| 32    | 287                  | *18   | 24                   | *23   | 78                   | *14   | 7                    | *18   |
| 33    | 186                  | *11   | 12                   | *11   | 51*                  | 9     | 4                    | *9    |
| MX-41 | 317                  | *19   | 25                   | *24   | 100                  | *18   | 9                    | *24   |
| 42    | 211                  | *13   | 14                   | *13   | 62                   | *11   | 5                    | *13   |
| 43    | 175                  | *11   | 10                   | *10   | 49                   | *9    | 3                    | *8    |

\* emissiereductie van tenminste 75% t.o.v. RF-scenario

\*\* 100% = 490 kg.ha<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub>-N en 33 kg.ha<sup>-1</sup> ortho-P voor het WDM-gebied

100% = 470 kg.ha<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub>-N en 32 kg.ha<sup>-1</sup> ortho-P voor het DTG-gebied

Het verbeteren van de gietwaterkwaliteit ten opzichte van variant 21 wordt bereikt langs één van de volgende wegen:

- het opvoeren van het gebruik van regenwater (varianten 31 en 41);
- het opvoeren van de kwaliteit van het drinkwater tot klasse B of A (varianten 22 en 23);
- het opvoeren van het gebruik van regenwater in combinatie met het opvoeren van de kwaliteit van het drinkwater (varianten 32, 33, 42, 43).

Het maximaliseren van het gebruik van regenwater (op alle bedrijven met teelt los van de grond een bassin van tenminste  $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) met aanvullend drinkwater van klasse C (variant 41) leidt tot een emissiereductie van 70 tot 82% voor N en van 73 tot 76% voor P. Het opvoeren van de kwaliteit van het drinkwater, bij beperkt gebruik van regenwater (variant 23), geeft een reductie van de N-emissie van 77 tot 89% en van de P-emissie van 83 tot 88%.

De grootste emissiereducties worden bereikt bij het opvoeren van het regenwatergebruik in combinatie met drinkwater van klasse A: van 78 tot 91% voor N en van 85 tot 92% voor P.

### 10.5 Conclusies

Het minimaliseren van de emissie van nutriënten wordt alléén bereikt als gelijktijdig aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- het maximaal overgaan van teelt in de grond naar teelt los van de grond;
- het toepassen van hergebruik van drainagewater op het gehele areaal met teelt los van de grond;
- het maximaal benutten van regenwater;
- het aanvullend gebruiken van drinkwater van klasse A.

Gezien de invloed van regenwater op de behoefte aan drinkwater sluiten de laatste twee voorwaarden elkaar wellicht uit als het gaat om het centraal leveren van het drinkwater, via het drinkwaterleidingnet. Het gaat dan om een keuze tussen de volgende alternatieven:

- het maximaal benutten van regenwater, met aanvullend drinkwater van klasse C (huidige drinkwater);
- het beperken van het gebruik van regenwater, met aanvullend drinkwater van klasse A.

De tweede mogelijkheid verdient de voorkeur omdat daarbij een grotere emissiereductie wordt bereikt en omdat de verschillen in emissie in verschillende typen van jaren beperkt blijven.

Via het toepassen van hergebruik met gietwater van betere kwaliteit (bronaanpak) is een beperking van de emissie ten opzichte van de situatie 1988/1989 met 80 à 90% haalbaar. Voor een nóg verdergaande reductie van de belasting van het grond- en oppervlaktewater zal het opvangen en zuiveren van de resterende afvoerstroom noodzakelijk zijn.

## LITERATUUR

CAD VOOR DE GROENTETEELT EN CAD VOOR DE BLOEMISTERIJ, 1989. *Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw*. Naaldwijk/Aalsmeer, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas (Naaldwijk) en Proefstation voor de Bloemisterij in Nederland (Aalsmeer).

CBS, 1989. *Landbouwtelling*. 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij.

MARKTONDERZOEK GLASTUINBOUW 1988, 1988. Amsterdam, Centrum voor Marketing Analyses en Sociaal Wetenschappelijk Onderzoek.

COMMISSIE STANDAARDISATIE BEMESTINGSADVIESBASIS GLASTUINBOUW, 1990. *Bemestingsadviesbasis Glastuinbouw*. Naaldwijk/Aalsmeer, IKC Akker- en Tuinbouw, afdeling Glasgroenten en Bestuiving (Naaldwijk) en afdeling Bloemisterij (Aalsmeer).

DHV RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU, 1989. *Studie Waterkwaliteit Klasse I ten behoeve van de Westlandse tuinbouw*. Monster, Westlandsche Drinkwaterleiding Maatschappij NV.

HASKONING, 1990. *Emissiereductie van Nutriënten vanuit de Glastuinbouw*. Lelystad, Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA.

HOOGHEEMRAADSCHAP VAN DELFLAND, 1990. *Waterkwaliteitsbeheersplan 1988-1998*. Delft, Hoogheemraadschap van Delfland.

MINISTERIE VAN LNV, 1990. *Structuurnota Landbouw*. 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij.

MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT, 1989. *Derde Nota Waterhuishouding*. 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij.

SONNEVELD, C., J. VAN DEN ENDE en S.S. DE BES, 1990. *Estimating the chemical composition op soil solutions by obtaining saturation extracts or specific 1:2 by volume extracts*. Plant and Soil 122: 169-175.

VERHAEGH, A.P., C.J.M. VERNOOY, B.J. VAN DER SLUIS en N.J.A. VAN DER VELDEN, 1990. *Vermindering van de milieubelasting door de glastuinbouw in Zuid-Holland*. 's-Gravenhage, DLO-Landbouw-Economisch Instituut, Interne Nota 386.