

## BOEREN MET WATER

Verdrogingsbestrijding op agrarische bedrijven

NOV - Thema 18-02

CLM - 26 - 1996

J.A. Bleumink

J.C. Buys

Centrum voor Landbouw en Milieu  
Utrecht, juli 1996



# COLOFON

redactie: Kees Klaver  
lay-out: Conny Groenendijk  
omslagontwerp: Beek Visser  
fotografie: omslag, p.49: Jan Buys, p.15: Hans Dijkstra, p.30: APA, p.43: Chiel Wollaert  
p.75: Misset  
produktie: Koninklijke Vermande bv  
druk: 1996

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Bleumink, J.A. & J.C. Buys

Boeren met water - Verdrogingsbestrijding op agrarische bedrijven / Utrecht, Centrum voor Landbouw en Milieu: J.A. Bleumink & J.C. Buys.; Lelystad: RIZA; NOV-rapport 18-02, CLM-rapport CLM 268-1996. - Met lit. opg. - Met samenvatting in het Engels.

ISBN: 90-369-5006-6

Dit rapport bevat voorstellen voor het terugdringen van verdroging door maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven. Het rapport beschrijft de relatie tussen landbouw en verdroging. Er worden bedrijfsdoelen en indicatoren geformuleerd waarmee een agrariër aan de slag kan. Het rapport geeft 70 maatregelen waarmee op bedrijfsniveau aan het terugdringen van verdroging kan worden gewerkt. Ook wordt een milieustrategie uitgewerkt, waarmee pakketten van samenhangende maatregelen kunnen worden gekozen. Ten slotte worden aanbevelingen gedaan voor een beleid dat agrariërs stimuleert om aan het terugdringen van verdroging te werken.

landbouw / tuinbouw / water / waterbeheer / verdroging / beleid / indicatoren

@ copyright RIZA, juli 1996

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder uitdrukkelijke bronvermelding.

prijs: f 25,-  
bestellingen: Centrum voor Landbouw en Milieu  
Postbus 10015  
3505 AA Utrecht  
tel.: 030 - 2441301  
fax: 030 - 2441318

J.A. Bleumink  
J.C. Buys

Centrum voor Landbouw en Milieu  
Utrecht, juli 1996

## VOORWOORD

Het rijksbeleid inzake terugdringing van de verdroging van natuur wordt vooral geschreven voor provincies en waterschappen. Provincies bieden op hun beurt meer in detail een kader voor het beleid van waterbeheerders en voor de uitvoering daarvan. Het beleid is veel minder gericht op directe communicatie met de 'veroorzakers' van de verdroging. Geschat wordt dat 60% van de verdroging van de natuur wordt veroorzaakt door ontwateringsmaatregelen ten behoeve van de landbouw en 20% door grondwateronttrekkingen. De resterende 20% kent andere oorzaken. Het ligt dus voor de hand beter in contact te treden met de doelgroep landbouw en gezamenlijk te overleggen over de aanpak van verdroging en oplossingen waaraan de doelgroep direct kan bijdragen.

Het Nationaal Onderzoeksprogramma Verdroging (NOV) is in 1993 ingesteld om de stagnerende verdrogingsaanpak middels gericht onderzoek een impuls te geven. Nadenkend over oorzaken van die stagnatie kwam het gemis aan communicatie met de doelgroep landbouw duidelijk boven water. Er bleek behoefte om met de landbouw te overleggen over vragen als:

- wat kan op bedrijfsniveau worden gedaan om de verdroging in aangrenzend natuurgebied te bestrijden, zo mogelijk zonder de bedrijfsvoering te benadelen?
- kan de bedrijfsvoering geoptimaliseerd worden waarbij tegelijkertijd winst kan worden geboekt voor de natuur (win-win situaties)?
- hoe kunnen verliezen op het bedrijf door vernatting van aangrenzend natuurgebied met maatregelen worden verkleind of gecompenseerd?

Dit heeft uiteindelijk geleid tot het project 'Terugdringing van de verdroging door maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven', dat door het NOV is gesubsidieerd. Verheugend is dat ook de VEWIN in de financiering heeft willen bijdragen. Immers, aspecten van het onderzoek betreffen grondwaterconservering en -aanvulling door de landbouw. Dat biedt aanknopingspunten om de huidige 'strijd' om het grondwater tussen waterleidingbedrijven en de landbouw om te buigen richting samenwerking, gericht op een duurzaam grondwaterbeheer.

Inmiddels is de studie afgerond; het eindrapport ligt thans voor u. Dit rapport is het resultaat van een bureaustudie gekoppeld aan praktijkervaring vanuit de landbouw. Er heeft daartoe overleg met landbouwers plaats gehad en er is een speciale workshop georganiseerd. Dit heeft een lijst van maatregelen opgeleverd, die effectief op bedrijfsniveau zijn te treffen teneinde de verdroging van de natuur zoveel mogelijk te bestrijden met behoud van een rendabele bedrijfsvoering, of zelfs met een meer optimale bedrijfsvoering. Ook heeft het onderzoek de eerste aanzet gegeven tot het ontwikkelen van een managementinstrument voor agrariërs voor verdroging. Het rapport bevat waardevolle voorstellen voor een effectief, op agrariërs gericht verdrogingsbeleid. Met deze resultaten kunnen de gewenste ontwikkelingen in gang worden gezet.

Het is mogelijk dat het onderzoek nog een vervolg krijgt waarbij de beschreven maatregelen in proefprojecten nader op effectiviteit worden beoordeeld. Overleg over dergelijk vervolgonderzoek is gaande.

ir. N.P. Pellenbarg  
voorzitter begeleidingscommissie

## DANKWOORD

Dit rapport is het resultaat van een studie door het Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM) te Utrecht. De studie is verricht in het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma Verdroging (NOV) en medegefinancierd door de VEWIN.

Aan de totstandkoming van dit rapport hebben velen een belangrijke bijdrage geleverd. Op deze plaats willen wij hen hiervoor bedanken.

In de eerste plaats danken we de werkgroep van agrariërs, die speciaal voor dit onderzoek in het leven is geroepen. De werkgroep leverde inspiratie en tal van ideeën, en zorgde ervoor dat we de praktijk niet uit het oog verloren. In de werkgroep zaten:

- J.L. van der Avoird, vollegrondstuinder te Molenschot (NB);
- M.H.M. Gremmen, fruitteler te Horssen (Gld);
- H. Hidding, akkerbouwer te Orvelte (Dr);
- ing. J. Hoogendoorn, melkveehouder te Waarder (ZH);
- J.G.M. Hoogeveen, bloembollenteler te Wassenaar (ZH);
- P.C.M. Ketelaars, melkvee- en varkenshouder te Boekel (NB);
- ing. H. Westers, akkerbouwer te Hornhuizen (Gr).

Daarnaast leverde de begeleidingscommissie belangrijke bijdragen door het onderzoek deskundig en constructief te volgen. In de commissie hadden zitting:

- ing. G.P. Beugelink, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven;
- ir. J. van Biezen, Unie van Waterschappen, Den Haag;
- ing. J.M.M. Bouwmans, Landinrichting en Beheer Landbouwgronden, Utrecht;
- drs. E.R. Dingemans, Zuiveringsschap Oostelijk Gelderland, Doetinchem;
- ir. J.T.M. Huinink, Informatie en Kenniscentrum Landbouw, Ede;
- ir. R. Immink, Provincie Gelderland, Arnhem;
- drs. A.J.M. Jansen, KIWA, Nieuwegein;
- ing. J. Lourens, Waterschap de Schipbeek, Markelo;
- ir. J. van Os, Staring Centrum-DLO, Wageningen;
- ing. H.R. van Otterloo, ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag;
- ir. N.P. Pellenbarg (voorzitter begeleidingscommissie), Rijkswaterstaat, RIZA, Lelystad;
- ir. H.J. Siefers, Waterschap de Aa, Den Bosch;
- dr. J.G. Vermeer, ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag;
- ir. L.R. Wentholt, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht.

Als onderdeel van deze studie organiseerde het CLM op 7 maart 1996 de workshop 'Terugdringing verdroging door maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven'. Naast leden van de werkgroep en de begeleidingscommissie namen de volgende personen aan de workshop deel:

- ir. C.E. Arnold, Rijkswaterstaat, RIZA, Lelystad;
- ir. P.R. Bos, Waterschap IJsselland-Baakse Beek, Ruurlo;
- ir. B. Hermans, Stichting Natuur en Milieu, Utrecht;
- dr. J. Hoeks, Staring Centrum-DLO, Wageningen;
- ing. A.J. de Hulster, De Landbouwvoorlichting Akkerbouw Zuidwest-Nederland, Sirjansland;
- J.H. Keijzers, melkveehouder te Vlierden;
- ir. H.J. Massop, Unie van Provinciale Landschappen, 's Graveland;

- ir. H. Tienstra, provincie Overijssel, Zwolle;
- ir. T.R.V. Vellinga, Praktijkonderzoek voor Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad;
- ir. J. Verburg, Westelijke Land- en Tuinbouw Organisatie, Haarlem;
- ir. C.W.J.M. van der Vleuten, NCB, Tilburg;
- ing. C.K. de Vries, bedrijfsleider proefboerderij 'De Marke', Hengelo (Gld);
- ing. W.H. Waalderbos, LTO-MidOost, Deventer;
- ing. A.G.J. Weersink, Gewestelijke Raad voor Gelderland van het Landbouwschap, Arnhem.

De deelnemers aan de workshop hebben door hun inzet en betrokkenheid bijgedragen aan het inhoudelijk welsta-  
gen van de workshop.

Ten slotte hebben we belangrijke informatie gekregen door gesprekken met:

- drs. ir. P.J.T. van Bakel, Tauw Civiel en Bouw, Deventer (thans Staring Centrum-DLO, Wageningen);
- ing. J.A.M. Boerekamp, Praktijkonderzoek voor Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad;
- ir. B. van Gils, Federatie van Nederlandse Tuinbouwstudiegroepen, Honselersdijk;
- ing. J. van der Galiën, De Landbouwvoorlichting Pluimvee, Raalte;
- ir. J. Scherpenzeel, Bureau Ecologie en Landbouw, Wageningen;
- drs. O.G. Lagendijk, stuurgroep LaMi Gelderland, Arnhem;
- ir. H.A. Wolters, Rijkswaterstaat, Lelystad;
- ing. J.J.M. Schellekens, De Landbouwvoorlichting, Volkel;
- ing. A.W. de Vos, Informatie en Kenniscentrum Landbouw, Ede;
- ir. S. Koning, Nederlandse Fruittelers Organisatie, Den Haag;
- ing. H.E. Soorsma, Informatie en Kenniscentrum Landbouw, Ede;
- mevr. ir. G.C. van den Dungen, Mestbank Oost, Deventer;
- ir. P.A.J.W. de Wit, Landinrichting en Beheer Landbouwgronden Limburg, Roermond.

Ook medewerkers van het CLM leverden bijdragen aan dit rapport, in het bijzonder ir. P. Terwan, en verder drs. D. Boland, ir. G.M. Bouwman, ir. J.A.M. van Bergen, ir. N. Middelkoop, ing. J. van Miltenburg, ing. M.P.M. Weel en drs. W.J. van der Weijden. Ir. J.G. Strijker heeft in het kader van een nadoctoraal onderzoeksprogramma een belangrijke bijdrage geleverd aan bijlage vijf.

Voor de uiteindelijke tekst is het CLM verantwoordelijk.

Utrecht, juli 1996.

J.A. Bleumink  
J.C. Buys (projectleiding)

# INHOUD

VOORWOORD

DANKWOORD

INHOUD

SAMENVATTING

SUMMARY

|       |                                                               |    |
|-------|---------------------------------------------------------------|----|
| 1     | INLEIDING                                                     | 1  |
| 2     | LANDBOUW EN VERDROGING                                        | 3  |
| 2.1   | Verdroging                                                    | 3  |
| 2.2   | Oorzaken van verdroging                                       | 5  |
| 2.2.1 | Algemeen                                                      | 5  |
| 2.2.2 | Bijdrage van de landbouw                                      | 6  |
| 2.3   | Land- en tuinbouwbedrijven en de terugdringing van verdroging | 8  |
| 2.3.1 | Doelstellingen van de overheid                                | 8  |
| 2.3.2 | Ingrepen op bedrijven en het beperken van verdroging          | 9  |
| 2.3.3 | Doelstellingen op bedrijfsniveau                              | 11 |
| 2.3.4 | Overige positieve en negatieve effecten                       | 12 |
| 2.4   | Afbakening                                                    | 14 |
| 2.4.1 | Typen watergebruik in de landbouw                             | 14 |
| 2.4.2 | Bedrijfstakken                                                | 16 |
| 2.4.3 | Bodemsoort                                                    | 16 |
| 2.4.4 | Waterkwaliteit                                                | 17 |
| 3     | INDICATOREN OP BEDRIJFSNIVEAU VOOR WATERGEBRUIK EN -BEHEER    | 19 |
| 3.1   | Inleiding                                                     | 19 |
| 3.2   | Meteorologische ruis                                          | 20 |
| 3.3   | De waterboekhouding                                           | 21 |
| 3.3.1 | Opzet van de waterboekhouding                                 | 21 |
| 3.3.2 | De waterboekhouding als indicator                             | 26 |
| 3.3.3 | Toetsing aan de criteria                                      | 27 |
| 3.4   | Direct te meten parameters                                    | 28 |
| 3.4.1 | Het verloop van de grondwaterstand                            | 29 |
| 3.4.2 | Het verloop van het slootpeil                                 | 31 |
| 3.5   | Waterbegroting                                                | 31 |
| 3.6   | Conclusies                                                    | 32 |
| 3.6.1 | Resultaten                                                    | 32 |
| 3.6.2 | Beleidsmatige toepassing                                      | 33 |
| 3.6.3 | Vervolgonderzoek                                              | 34 |

|       |                                             |    |
|-------|---------------------------------------------|----|
| 4     | AANPAK OP LAND- EN TUINBOUWBEDRIJVEN        | 35 |
| 4.1   | Inleiding                                   | 35 |
| 4.2   | Inventarisatie van maatregelen              | 35 |
| 4.3   | Overzicht maatregelen                       | 36 |
| 4.3.1 | Ont- en afwatering                          | 37 |
| 4.3.2 | Watergebruik voor gewasproductie            | 42 |
| 4.3.3 | Aanvoer van gebiedsvreemd water             | 46 |
| 4.3.4 | Watergebruik in de stal                     | 47 |
| 4.3.5 | Spoelen van produkten                       | 49 |
| 4.3.6 | Koelwater                                   | 50 |
| 4.3.7 | Kosteneffectiviteit van maatregelen         | 51 |
| 4.4   | Maatregelen per bedrijfstak                 | 52 |
| 4.4.1 | Akkerbouw                                   | 52 |
| 4.4.2 | Vollegrondsgroenteteelt                     | 53 |
| 4.4.3 | Bollenteelt                                 | 54 |
| 4.4.4 | Fruitteelt                                  | 54 |
| 4.4.5 | Melkveehouderij                             | 55 |
| 4.4.6 | Intensieve veehouderij                      | 55 |
| 4.4.7 | Conclusie                                   | 56 |
| 4.5   | Een plan van aanpak op bedrijfsniveau       | 57 |
| 4.5.1 | Plan van aanpak                             | 57 |
| 4.5.2 | Milieustrategie voor het thema verdroging   | 58 |
| 4.5.3 | Grenzen van een individueel plan van aanpak | 60 |
| 5     | NAAR EEN BEDRIJFSGERICHTE BELEID            | 63 |
| 5.1   | Uitgangspunten voor goed beleid             | 63 |
| 5.2   | Huidig beleid                               | 64 |
| 5.2.1 | Ruimtelijke ordening                        | 65 |
| 5.2.2 | (Grond)waterbeleid                          | 65 |
| 5.2.3 | Milieubeleid                                | 67 |
| 5.2.4 | Natuurbeleid                                | 67 |
| 5.2.5 | Knelpunten in het huidige beleid            | 68 |
| 5.3   | Alternatieven voor beleid                   | 70 |
| 5.3.1 | Beleidsproces                               | 70 |
| 5.3.2 | Regulerend beleid                           | 72 |
| 5.3.3 | Stimulerend beleid                          | 75 |
| 5.3.4 | Flankerend beleid                           | 79 |
| 5.3.5 | Overige maatregelen                         | 80 |
| 6     | CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN                 | 81 |
| 6.1   | Conclusies en aanbevelingen                 | 81 |
| 6.2   | Voorstel voor vervolgactiviteiten           | 88 |

|           |                                                            |     |
|-----------|------------------------------------------------------------|-----|
| BRONNEN   |                                                            | 91  |
| BIJLAGE 1 | Verklaring van enkele veel gebruikte begrippen             | 99  |
| BIJLAGE 2 | Eisen van verschillende vegetatietypen aan het waterbeheer | 101 |
| BIJLAGE 3 | Overzicht watergebruik in de land- en tuinbouw             | 103 |
| BIJLAGE 4 | Voorbeeld van een waterboekhouding                         | 119 |
| BIJLAGE 5 | Lijst van maatregelen                                      | 123 |
| BIJLAGE 6 | Zoeksleutels                                               | 161 |



# SAMENVATTING

## Inleiding

Circa 560.000 ha natuur, bos en landschap is verdroogd. Doelstelling van de overheid is het verdroogde areaal in het jaar 2000 te verminderen met 25% ten opzichte van 1985. Dit verdrogingsbeleid richt zich met name op het herstel van verdroogde natuurgebieden door het opzetten van oppervlakte- en/of grondwaterpeilen in deze gebieden, en door de terugdringing van de grondwateronttrekkingen (door de drinkwaterbedrijven, industrie, land- en tuinbouw).

Het verdrogingsbeleid is overwegend gericht op gebiedsniveau. Het kent nauwelijks een doelgericht instrumentarium dat aangrijpt op het niveau van het agrarisch bedrijf en het heeft bijna altijd een regulerend karakter. Vaak ontbreekt het draagvlak onder agrariërs voor dit beleid.

Stimuleringsbeleid dat aangrijpt op bedrijfsniveau, zoals in het waterkwaliteitsbeleid, vindt in het verdrogingsbeleid nauwelijks plaats. Er zijn verscheidene redenen om het verdrogingsbeleid sterker dan tot dusverre te richten op het niveau van het agrarische bedrijf:

- er is op bedrijfsniveau, zeker gesommeerd over de gehele agrarische sector, belangrijke winst te boeken bij het terugdringen van verdroging;
- op bedrijfsniveau is een goede afstemming mogelijk met andere milieumaatregelen;
- een beleid dat sterker inspeelt op de mogelijkheden van individuele bedrijven kan het draagvlak bij agrariërs voor het waterbeleid sterk vergroten.

## Onderzoeksvragen

We richten ons op de volgende onderzoeksvragen:

1. Hoe kunnen land- en tuinbouwbedrijven concreet bijdragen aan het terugdringen van verdroging en inspelen op vernatting, en hoe kunnen zij daartoe worden gestimuleerd? Meer specifiek:
  - a. Welke maatregelen kunnen land- en tuinbouwbedrijven treffen om hun bijdrage aan verdroging terug te dringen, of om in te spelen op vernatting?
  - b. Hoe kunnen eventuele negatieve effecten van het verdrogingsbeleid op de landbouw het best worden beperkt?
  - c. Welke beleidsmaatregelen kunnen integraal waterbeheer op bedrijfsniveau bevorderen?
2. Is het mogelijk en zinvol een meetlat te ontwikkelen die een effectieve bestrijding van verdroging op bedrijfsniveau ondersteunt? Zo ja, hoe ziet een dergelijke meetlat eruit?

Deze studie opereert in het spanningsveld tussen landbouw en verdroging. Enerzijds willen we ideeën aandragen waarmee land- en tuinbouwbedrijven kunnen werken aan de doelstelling van het verdrogingsbeleid. Anderzijds willen we deze doelen bereiken met behoud van een rendabele land- en tuinbouw. Daarom leggen we de nadruk op die maatregelen die geen of weinig kosten met zich meebrengen of die met incidentele financiële ondersteuning zijn uit te voeren. Daarnaast mogen de maatregelen niet in strijd zijn met ander milieubeleid. Door hiermee rekening te houden bieden we de land- en tuinbouw een ontwikkelingsrichting die zowel economisch als ecologisch duurzaam is.

## Land- en tuinbouw en verdroging

Tussen 1950 en 1988 is de grondwaterstand in Nederland met gemiddeld 25 cm gedaald. Dit heeft grote directe en indirecte gevolgen gehad voor natuur, bos en landschap, zoals het droogvallen van natte ecosystemen en de wijziging van kwelstromen. Deze directe en indirecte effecten worden aangeduid als verdroging. Verdroging heeft betrekking op natuur: alleen natuur, bos en landschap met specifieke waterafhankelijke natuurwaarden kan verdroogd zijn. Landbouwgronden kunnen niet verdroogd zijn.

De schade aan landbouwgewassen door daling van de grondwaterstand heet droogteschade.

Verdroging wordt voor het grootste deel veroorzaakt door waterhuishoudkundige maatregelen die in het verleden ten behoeve van zowel land- als stedebouw zijn genomen. Verder wordt verdroging voor een belangrijk deel veroorzaakt door onttrekkingen voor drink- en industriewatervoorziening. Het relatieve belang van deze oorzaken verschilt per gebied. Land- en tuinbouwbedrijven zijn op de volgende manieren verantwoordelijk voor verdroging:

- verlaging van de grondwaterstand door versnelde en verbeterde ont- en afwatering (om wateroverlast voor gewassen in voor- en najaar te verminderen);
- verlaging van de grondwaterstand vanwege meer gewasverdamping (door een verhoogde productie per hectare);
- verlaging van de zomergrondwaterstand door grondwaterwinning ten behoeve van beregening;
- verlaging van de grondwaterstand door watergebruik voor spoelen van produkten, reinigen van (melk)stallen en machines, drinkwater voor het vee, en koelwater voor grondkoeling en klimaatbeheersing;
- aanvoer van gebiedsvreemd water voor beregening en handhaving van slootpeil in droge periodes. De kwaliteit van het aangevoerde water is vaak te laag voor de in het gebied aanwezige natuurwaarden.

Agrariërs kunnen op verschillende manieren werken aan het beperken van verdroging:

- aanpassing van de (grond)waterstand op (een gedeelte van) het bedrijf aan de gewenste situatie, die in provinciale waterhuishoudingsplannen wordt vastgelegd;
- vergroting van de toelevering van water aan de bodem en aan het grondwater;
- terugdringing van het grondwatergebruik;
- terugdringing van het leidingwatergebruik;
- terugdringing van het gebruik van gebiedsvreemd water en/of verminderen van de afhankelijkheid van gebiedsvreemd water.

Afhankelijk van de situatie in het gebied zijn een of meer doelstellingen voor de agrariër relevant.

Niet alleen verdroogde natuur is gebaat bij het terugdringen van verdroging. Ook andere sectoren, inclusief de land- en tuinbouw kunnen hiervan voordeel ondervinden:

- *Afname droogteschade in de landbouw*  
Niet alleen de natuur heeft te lijden van de daling van de grondwaterstand, ook de landbouw ondervindt in droge perioden negatieve gevolgen. Door verdroging terug te dringen kan de droogteschade aan landbouwgewassen worden tegengegaan.
- *Toename beschikbaarheid grondwater*  
Door in landbouwgebieden water langer vast te houden (waterconservering) en in inziingsgebieden water te infiltreren kan men de beschikbare hoeveelheid grondwater vergroten en de negatieve gevolgen van drinkwaterwinning of andere grondwateronttrekkingen verminderen. Op deze manier dragen landbouwbedrijven bij aan het beperken van verdroging en worden ze 'leverancier' van grondwater.
- *Ontwikkelen van nevenfuncties op het bedrijf*  
Naast de leverantie van grondwater kunnen land- en tuinbouwbedrijven ook andere functies ontwikkelen die gerelateerd zijn aan een kritischer waterbeheer op het bedrijf. Te denken valt aan agrarisch natuurbeheer, waarbij met name de waterafhankelijke natuur meer kans krijgt. Dit is tevens gunstig voor het imago van de agrarische sector.

Tegenover deze positieve effecten kunnen negatieve effecten van verdrogingsbestrijding staan:

- *Vernattingsschade in de landbouw*  
Door het herstel van verdroogde natuurgebieden (opzetten van waterpeil) stijgt de grondwaterstand op landbouwgronden, waardoor met name in voor- en najaar schade aan gewassen kan ontstaan omdat de grond te nat is om te bewerken of te oogsten: vernattingsschade.

- *Droogteschade in de landbouw*  
Door bijvoorbeeld (beperkte) beregeningsverboden kan droogteschade aan gewassen in droge periodes niet worden bestreden.
- *Toename kosten*  
Door de (toekomstige) heffing op grondwater kunnen in een aantal bedrijfstakken de kosten voor het watergebruik stijgen.

### **Milieuprestatie-indicatoren**

Om een effectief beleid te kunnen voeren en om aan de betrokkenen duidelijk te maken waar ze aan toe zijn, is het van belang om heldere doelstellingen te formuleren. Om deze doelen duidelijk in beeld te krijgen moet een agrariër beschikken over een milieuprestatie-indicator op bedrijfsniveau. Een milieuprestatie-indicator geeft aan hoe een agrariër op een bepaald milieuthema scoort.

### *Waterboekhouding*

Met de waterboekhouding meet en registreert een agrariër alle inkomende en uitgaande waterstromen op het bedrijf. Hierdoor krijgt hij inzicht in de relatieve grootte van de verschillende posten. Er zijn twee mogelijkheden om de waterboekhouding als indicator te gebruiken: het saldo op de waterboekhouding en de afzonderlijke posten op de waterboekhouding.

Het saldo op de waterboekhouding is geen milieuprestatie-indicator waarmee een agrariër alle aspecten van verdroging op het bedrijf in kaart kan brengen. De waterboekhouding geeft wel inzicht in de grootte van de posten ten opzichte van elkaar. Het is zo een hulpmiddel bij het evalueren en aanpassen van het waterbeheer op het bedrijf. Door de grootte van de verschillende posten op de waterboekhouding te vergelijken met streefwaarden wordt duidelijk waar besparingen mogelijk zijn. Daarmee is de waterboekhouding in principe een indicator voor (de bestrijding van) verdroging.

Bij de waterboekhouding doen zich de volgende problemen voor:

- niet alle posten zijn nauwkeurig op bedrijfsniveau te bepalen;
- door de meteorologische variatie tussen jaren en plaatsen is het niet mogelijk de saldi op de waterboekhouding tussen jaren en bedrijven direct te vergelijken (meteorologische ruis). De saldi moeten worden gecorrigeerd voor de verschillende weerjaren en verschillende locaties. Dit probleem doet zich vooral voor bij de post gewasverdamping.

In plaats van werkelijke (gemeten) waarden kan een agrariër begrote waarden op de waterboekhouding invullen. Zo kan hij een waterbegroting opstellen. De waterbegroting is een geschikt instrument om verschillende scenario's door te rekenen.

### *Grondwaterstand of slootpeil*

Door de grond- of oppervlaktewaterstand regelmatig te meten krijgt een agrariër inzicht in het verloop van de (grond)waterstand gedurende het seizoen. Het verloop van de (grond)waterstand is geen overkoepelende milieuprestatie-indicator. Maatregelen gericht op het terugdringen van het watergebruik komen niet of slechts ten dele tot uitdrukking in de (grond)waterstand. Wel is het verloop van de (grond)waterstand in principe een indicator voor de ontwateringssituatie op het bedrijf. De grondwaterstand kan nuttige informatie leveren over de vochtvoorziening van het gewas. Het slootpeil is een minder geschikte indicator voor de ontwateringssituatie omdat dit vaak niet door de agrariër is te beïnvloeden.

Bij het (verloop van) grondwaterstand of slootpeil doen zich twee problemen voor:

- vanwege de soms grote verschillen tussen weerjaren (en de daarmee samenhangende natuurlijke variatie in de (grond)waterstand), moeten gemeten waarden voor het weerjaar worden gecorrigeerd;
- omdat de grondwaterstand en het slootpeil niet alleen afhankelijk zijn van het waterbeheer op één bedrijf, is het moeilijk het verloop als indicator te gebruiken.

**Tabel 1 Toetsing van milieuprestatie-indicatoren aan drie criteria**

| criterium                              | direct te meten indicatoren |                       | afgeleide indicatoren        |                         |
|----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|
|                                        | verloop van grondwaterstand | verloop van slootpeil | posten op water-boekhouding* | saldo water-boekhouding |
| a. hanteerbaar op individueel bedrijf  | +                           | +                     | +                            | o                       |
| b. nauwkeurig te bepalen / beschikbaar | +                           | +                     | +                            | -                       |
| c. representatief voor:                |                             |                       |                              |                         |
| - watergebruik                         | -                           | -                     | +                            | o/+                     |
| - ontwatering                          | o/+                         | o                     | -                            | -                       |

Toelichting:

+ indicator scoort redelijk tot goed op dit criterium

o indicator scoort matig op dit criterium

- indicator scoort slecht op dit criterium

\* in de beoordeling kijken we alleen naar de posten die goed te bepalen zijn

Er is dus geen eenduidige milieuprestatie-indicator voor agrarische bedrijven terzake van verdroging. Wel kan een agrariër twee indicatoren naast elkaar gebruiken om inzicht te krijgen in het waterbeheer op het bedrijf. Afhankelijk van de Ausgangssituatie en het doel waarop verdrogingsbestrijding zich richt, kan een agrariër (een) indicator(en) kiezen. Integratie van de beide typen indicatoren in een overkoepelende indicator is niet mogelijk.

### Maatregelen

In de studie zijn 70 maatregelen beschreven waarmee een agrariër verdroging kan beperken. Per maatregel hebben we de volgende vragen beantwoord:

- *effectiviteit*: draagt de maatregel bij aan het terugdringen van verdroging?
- *inpasbaarheid in de bedrijfsvoering*: is de maatregel zowel bedrijfseconomisch als technisch op een bedrijf in te voeren?
- *afwenteling naar andere milieuterreinen*: heeft de maatregel negatieve gevolgen voor andere milieuterreinen, zoals mineralen, zware metalen, energie, en natuur?

Een maatregel die effectief en inpasbaar is in de bedrijfsvoering, is kansrijk. Voor ieder type watergebruik en -beheer (ontwatering, gewasverdamping, watergebruik in de stal, spoelwater voor produkten en koelwater) zijn er voldoende kansrijke maatregelen om op het bedrijf aan de slag te gaan. De meeste maatregelen kunnen direct in de praktijk worden toegepast. Enkele maatregelen zijn nog niet voldoende praktijkrijp; voor deze maatregelen is nader onderzoek gewenst.

Niet alle maatregelen kunnen op alle bedrijven worden uitgevoerd. Dit is afhankelijk van de bedrijfstak, de bedrijfsvoering, het type watergebruik op het bedrijf en de aard van de verdrogingsproblematiek in het gebied.

**Tabel 2** Overzicht van mogelijke en kansrijke maatregelen per bedrijfstak

| bedrijfstak                  | mogelijke maatregelen | kansrijke maatregelen | kansrijke maatregelen per type watergebruik |        |        |       |       |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------------|--------|--------|-------|-------|
|                              |                       |                       | ontw.                                       | gewas. | spoel. | stal. | koel. |
| akkerbouw (incl. maïs)       | 50                    | 20                    | 10                                          | 8      | 2      | -     | -     |
| vollegrondsgroenteteelt      | 45                    | 24                    | 7                                           | 11     | 6      | -     | -     |
| bollenteelt                  | 46                    | 24                    | 8                                           | 9      | 7      | -     | -     |
| fruitteelt                   | 29                    | 13                    | 5                                           | 8      | -      | -     | -     |
| melkveehouderij (excl. maïs) | 50                    | 25                    | 11                                          | 5      | -      | 9     | -     |
| intensieve veehouderij       | 11                    | 10                    | -                                           | -      | -      | 7     | 3     |
| maximaal                     | 70                    | -                     | 28                                          | 25     | 7      | 9     | 3     |

Toelichting:

ontw: ont- en afwatering

gewas: gewasverdamping

spoel: spoelen van producten

stal: watergebruik in de stal

koel: koelen van grond en stallen

Over het algemeen geldt dat het in (kapitaal)intensieve bedrijfstakken (vollegrondsgroenteteelt, fruitteelt, bloembollenteelt) moeilijk is om maatregelen te nemen op het vlak van de ontwatering en gewaskeuze. In deze bedrijfstakken liggen mogelijkheden op het vlak van wateropslag en investeringen in maatregelen voor efficiënt watergebruik. Dergelijke maatregelen zijn vaak economisch rendabel. In de meer extensieve bedrijfstakken (met name melkveebedrijven die zelfvoorzienend zijn in de ruwvoerproductie) zijn juist meer mogelijkheden voor aanpassingen in de ontwatering.

### Plan van aanpak

Om op bedrijfsniveau effectief aan het beperken van verdroging te werken is een strategie nodig waarmee een agrariër de meest geëigende (combinaties) van maatregelen kan kiezen. Hij kan hiervoor gebruik maken van de milieustrategie. Door de milieustrategie te doorlopen kan hij een plan van aanpak opstellen.

Verdroging kan niet worden tegengegaan door alleen maatregelen op individuele land- en tuinbouwbedrijven in te voeren. Het verdrogingsprobleem kan het bedrijfsniveau overstijgen, zowel in ruimtelijke zin als in temporele zin. In deze gevallen moeten maatregelen op bedrijfsniveau worden aangevuld met gebiedsgericht beleid. Daarom is het nodig het individuele plan van aanpak goed af te stemmen op de regionale aanpak van verdroging.

### Huidige beleid

De instrumenten die de overheid kan inzetten zijn over verschillende wetten en over verschillende bestuurlijke niveaus verspreid. Voor het milieuthema verdroging zijn met name de ruimtelijke ordening, het (grond)waterbeleid, het milieubeleid en het natuurbeschermsbeleid relevant. In het huidige verdrogingsbeleid ligt de nadruk sterk op ge- en verboden, zoals beregeningsverboden en een vergunningplicht voor het aanleggen van drainage. Er is weinig beleid waarin agrariërs worden gestimuleerd om op bedrijfsniveau maatregelen tegen verdroging te nemen. Uitzonderingen zijn de landelijke Vamil-regeling en enkele provinciale subsidieregelingen voor de aanschaf van waterzuinige systemen, en het stimuleringsbeleid in milieubeschermingsgebieden (waarmee een vergoeding kan worden uitgekeerd om op bedrijfsniveau aan de bestrijding van verdroging te werken).

Van deze laatste regeling wordt nog weinig gebruik gemaakt.

De afstemming van verschillende vormen van beleid laat te wensen over. Enkele beleidsmaatregelen staan met elkaar op gespannen voet. Dat verkleint het draagvlak onder agrariërs. Ook stapeling van beleid en onduidelijkheden leiden tot een afname van het draagvlak.

Waterschappen en provincies betrekken agrariërs over het algemeen niet actief bij het terugdringen van verdroging. Ze kijken vaak nauwelijks naar maatregelen op bedrijven. Veelal worden agrariërs geconfronteerd met plannen en maatregelen. Dergelijk beleid stimuleert agrariërs weinig om zelf creatief naar oplossingen te zoeken voor de bestrijding van verdroging, en heeft vaak tot gevolg dat het draagvlak onder agrariërs zeer gering is.

### **Gewenst beleid**

Het is belangrijk dat de overheid kiest voor een meer stimulerende aanpak voor het terugdringen van verdroging door maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven. Regulerende instrumenten blijven in het waterbeleid echter nodig. Het verdient de voorkeur eerst te bekijken wat de mogelijkheden zijn voor stimulerend beleid alvorens regulerend beleid vorm te geven.

Bij de totstandkoming van het beleid is draagvlak onder agrariërs cruciaal. Agrariërs moeten de zin van het beleid inzien. Ook moeten ze er in hun praktijksituatie mee uit de voeten kunnen. Dit betekent dat bij de uitvoering van het beleid de individuele bedrijfssituatie het vertrekpunt moet zijn. We onderscheiden vier belangrijke stappen:

- goede communicatie tussen betrokkenen: agrariërs, waterschap, provincie, drinkwaterbedrijven en terrein-beherende organisaties. Voor het creëren van draagvlak is het van belang bij de uitwerking en invoering van het beleid zoveel mogelijk samen te werken met de georganiseerde land- en tuinbouw en/of aan te sluiten bij bestaande initiatieven van agrariërs, zoals milieucoöperaties;
- vaststellen van heldere doelen en normen op gebiedsniveau;
- vertaling in heldere doelen en prioriteiten per bedrijf. Ook de afstemming tussen maatregelen op bedrijfsniveau en maatregelen op gebiedsniveau is hierbij belangrijk. In dit stadium moet ook een afstemming tussen regulerend en stimulerend beleid worden vastgesteld;
- ondersteuning van agrariërs door de overheid.

Welke vormen van ondersteuning zijn nodig?

- *Voorlichting*  
Het invoeren van maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven ter bestrijding van verdroging vraagt veel kennis. Een krachtige manier om agrariërs te stimuleren om aan de bestrijding van verdroging te werken is voorlichting. Ook praktijkproeven zijn geschikt om ervaring op te doen met de mogelijkheden om verdroging op land- en tuinbouwbedrijven te beperken. Een (financiële) garantstelling voor het uitvoeren van dergelijke experimenten op waterschaps- of bedrijfsniveau kan de drempel voor deelname hieraan sterk verlagen.
- *Prikkels*  
Incidentele financiële prikkels kunnen investeringen in waterzuinige systemen mogelijk maken. Op landelijk niveau bestaat hiervoor de Vamil-regeling. Op provinciaal niveau zijn er diverse subsidieregelingen. Structurele (financiële) prikkels maken het mogelijk op natte situaties in te spelen. Een structurele (financiële) prikkel kan worden vormgegeven als premie voor deelname aan een anti-verdrogingsproject. De premie moet hoger zijn dan de kosten om aan het project deel te nemen. De enige financiële bron voor structurele prikkels is momenteel de provinciale grondwaterheffing. Het verdient aanbeveling te onderzoeken of en onder welke voorwaarden het mogelijk is de beheersovereenkomst in het kader van de Relatienota in te zetten in het beleid ter stimulering van verdrogingsbestrijding op bedrijfsniveau.
- *Resultaatbeloning*  
Bij resultaatbeloning wordt een agrariër betaald voor het bereikte resultaat. Hoe beter hij presteert, hoe meer hij ontvangt.

Bij resultaatbeloning valt te denken aan betaling voor natuurproductie en (drink)waterproductie (toelevering van water aan het grondwater). Voor resultaatbeloning is de beschikbaarheid van een betrouwbare, integrale milieuprestatie-indicator een voorwaarde. Op dit moment is een dergelijke indicator (nog) niet beschikbaar. Wel zijn er mogelijkheden om voor bepaalde typen watergebruik subindicatoren te gebruiken, zoals het watergebruik voor het spoelen van produkten. Hiervoor kunnen vrij eenvoudig normen worden opgesteld.

- *Overige prikkels*

Het opnemen van het criterium 'verdroging' in de voorwaarden voor de agro-milieukeur (AMK), of in de voorwaarden voor streekeigen (kwaliteits)produkten is een mogelijkheid om de inspanning van een agrariër te belonen. Evenals bij resultaatbeloning is het wel zaak dat er een eenduidige milieuprestatie-indicator beschikbaar is. Wat betreft streekeigen produkten zou onderzocht moeten worden of voorschriften voor watergebruik- en beheer kunnen worden toegevoegd. Vanwege het regionale karakter van verdrogingsbestrijding lijkt een dergelijke benadering perspectiefvol.

Prikkels hoeven niet altijd financieel van aard te zijn. Ook is het mogelijk kosten te vergoeden of premies te betalen in natura (zoals het verstrekken van extra grond of melkquota), of compensatie te bieden in de vorm van soepeler regelgeving op het terrein van verdroging of op andere milieuterreinen.

Indien tot (aanvullend) regulerend beleid wordt overgegaan, verdient het de voorkeur zo veel mogelijk met doelvoorschriften te werken en zo weinig mogelijk met middelvoorschriften. Dit maakt maatwerk op het bedrijf mogelijk. Ook kan de overheid overwegen bestaande middelvoorschriften te veranderen in doelvoorschriften. Doelvoorschriften kunnen de vorm hebben van een te realiseren reductiepercentage op de onttrokken hoeveelheid grond- of oppervlaktewater, of een quotum voor de hoeveelheid te winnen grondwater. Als in het kader van regulerend beleid heffingen worden opgelegd, verdient het de voorkeur de opbrengst terug te sluizen naar de sector en te gebruiken voor stimuleringsbeleid. Dat vergroot de samenhang in het beleid. Agrariërs krijgen niet het idee dat de sector wordt uitgeknepen. Hierdoor neemt het draagvlak voor het beleid toe. De provinciale grondwaterheffing kan hiervoor worden gebruikt.

### **Vervolgactiviteiten**

Het is zaak met de in deze studie ontwikkelde ideeën in de praktijk aan de slag te gaan. Dit kan op twee manieren:

- vervolgonderzoek in de vorm van praktijkexperimenten;
- voorlichting.

Het opzetten van praktijkexperimenten verdient hierbij prioriteit. Op dit moment is nog maar weinig praktijkervaring opgedaan maatregelen op agrarische bedrijven ter bestrijding van verdroging.

## SUMMARY

### Introduction

In Holland, roughly 560,000 ha. of woodland, landscape and natural areas are suffering from anthropogenic parching, i.e. from the effects of groundwater levels that human activity has caused to be low. It is an objective of government policy that, by the year 2000, this area should be reduced to 75% of its 1985 level. The primary focus of this policy involves the restoration of parched nature areas by raising groundwater tables and surface water levels, and by reducing water abstraction by drinking water companies, industry, agriculture and horticulture. The policy is mainly regional in scope, and has few dedicated instruments with which the problem can be addressed at an individual farm level. Instead, it is almost exclusively regulatory in character, and seldom has the support of farmers. Policy directed towards agriculture, such as that pertaining to water quality, includes very few incentive measures at individual farm level.

There are a number of reasons why the policy should become more farm-oriented:

- significant overall gains could be made if parching at farm level were reduced;
- farm-centred policy could be well harmonised with other environmental measures;
- policy that were sensitive to the practicalities at individual farm level might greatly enhance farmers' support for water policy.

### Research questions

Our research examines the following questions.

1. How farmers and growers might make a concrete contribution to reducing parching and adapt their practices to re-wetting, and how they might be stimulated to do so. More specifically, this would examine the following:
  - a. the measures farmers and growers might take to reduce their role in parching and to adapt to re-wetting;
  - b. how any negative effects parching policy might have on agriculture might be minimised;
  - c. which policy measures might promote integrated water management at the level of individual farms and growers.
2. Whether it is possible and meaningful to develop a yardstick that might support the effective combatting of parching at farm level, and, if so, what this yardstick might be.

This scope of this study is the area of tension between farming and parching. In this regard there are twin objectives. The first is to present ideas for the collaboration of the agricultural and horticultural sectors in the formulation of a policy to combat parching. The second is to attain such a policy whilst simultaneously maintaining the viability of the agricultural and horticultural sectors. For this reason we stress measures which involve little or no cost, or those which can be implemented with only incidental financial support. Neither may these measures conflict with other aspects of environmental policy. Attention to these points will allow for agricultural and horticultural development that is sustainable both economically and ecologically.

### Agriculture, horticulture and parching

Between 1950 and 1985, the water-table in the Netherlands fell by an average of 25 cm. In both direct and indirect terms, this has had significant effects on wildlife, woodland and the landscape; these effects, which include the drying out of wet ecosystems and the changing of groundwater flows, are termed anthropogenic parching. Under the definition generally applied in the Netherlands, nature alone is affected: only wildlife, woodland and landscape featuring specific water-dependent ecological values can suffer from this syndrome.



Under the same definition, agricultural land is not said to undergo parching; rather when falls in the water table lead to loss of yield and/or to financial loss, the effects are termed drought damage.

The most important cause of parching are water management measures, which were taken in past in the interests of agriculture and urban development. Another significant cause is the extraction of water for household and industrial uses. The relative importance of these causes varies from region to region. Agricultural and horticultural activity contribute in the following ways:

- water-tables are lowered by accelerating or improving drainage and discharge (to decrease water surpluses to crops in spring and autumn);
- summer water-tables are lowered by increased crop transpiration (due to greater production per hectare);
- summer groundwater levels are lowered by groundwater abstraction for purposes of sprinkler irrigation;
- water-tables are lowered when water is used for the following: washing produce and cleaning dairies, byres and equipment; watering cattle; and soil-cooling and climate control;
- the supply of allochthonous water for irrigation or for the maintenance of the water level in ditches during dry periods. The quality of this water is often too low for the environmental values of the area to which it is supplied.

Farmers and growers might help limit parching in the following ways:

- by adapting water and groundwater levels on their land (or on parts of their land) to the target levels established in provincial water management plans;
- by increasing the supply of water to the soil and the groundwater;
- by reducing the use of groundwater;
- by reducing the use of drinking water;
- by reducing the use of allochthonous water and/or by reducing dependence upon it.

Depending upon individual situations in their own areas, one or more of these objectives will apply to any farmer or grower.

It is not only nature areas that would benefit from a reduction in parching. The following benefits would accrue to other sectors, including agriculture and horticulture:

- *Reduction of drought damage in agriculture*  
In dry periods, farmland suffers from lower groundwater levels just as much as natural areas. Damage to crops could be countered if parching were reduced.
- *Increased availability of groundwater*  
The available quantity of groundwater could be increased and the deleterious consequences of drinking-water and groundwater abstraction could be reduced by conservation measures that involved the longer retention of groundwater in a given area, and by the infiltration of water in infiltration areas. Farms would thus contribute to reductions in parching and become 'suppliers' of groundwater.
- *The development of additional farm activities*  
As well as supplying groundwater, agriculture and horticulture might develop new activities related to more critical water management on the farm. One option is agricultural nature management, which is particularly helpful to water-dependent wildlife. The concomitant improvement to the image of farming would be a welcome side-effect.

However, the control of parching may also have negative consequences:

- *Agricultural damage caused by re-wetting*  
Raising the water-table for the restoration of nature areas suffering from parching will also raise the water-tables in cultivated land. This may cause damage, particularly in spring and autumn, either because the ground is too wet for cultivation or too wet for harvesting.

This might be termed damage caused by soil re-wetting.

- *Agricultural drought damage*  
Bans and restrictions on sprinkler irrigation already make it difficult to counter water stress to crops in some provinces; any extension of these will exacerbate the situation further.
- *Increased costs*  
A future groundwater levy may lead to increased costs within a number of branches in the farm sector.

### **Environmental performance indicators**

The formulation of clear objectives is necessary to the conduct of an effective policy and to clarifying the situation to all concerned. For these objectives to be clear, farmers need to have an environmental performance indicator at their disposal. This indicates an individual score against a specific environmental criterion.

#### *Water accounting*

Using water accounting, individual farmers will measure and record all the inflows and outflows relevant to their own situation. This will afford insight into the relative scale of the various categories. By simultaneously showing a balance and individual items, water-accounting can be used as an indicator in two ways.

The balance in the water account is not an environmental performance indicator that enables farmers to chart every aspect of parching relative to their own situations. However, it grants a view of the relative scale of the items in juxtaposition, and is a tool in the evaluation and adaptation of farm water management. Comparison of the individual items against target values indicate where savings can be made. In this sense it is an indicator for parching and its control.

Water accounting has the following limitations:

- accurate determination of all items on farm level is not possible;
- meteorological variations with regard to year and location (i.e., meteorological noise) do not allow direct comparisons between water account balances for different years and different farms. All balances have to be corrected for the different meteorological years and locations. This is especially the case with respect to crop transpiration.

Instead of actual measured values, a farmer can use estimated values to complete his water account, thereby drawing up a water budget. This is an appropriate instrument with which calculations can be made for a variety of scenarios.

#### *Groundwater level or the water level in ditches*

Regular measurement of the groundwater and surface water levels gives individual farmers greater understanding of seasonal fluctuations in water and groundwater. In itself, the groundwater level does not constitute a coherent environmental performance indicator. Measures to reduce water consumption are not expressed in these water levels, or are expressed only partially, although in principle the water level is an indicator of the situation with regard to drainage per farm. The groundwater level can provide useful information about crop moisture supply. The level of water in a ditch is less suitable as an indicator of the situation with regard to drainage, as this is something individual farmers are usually unable to influence.

Two problems arise with regard to fluctuations in the groundwater level or to the level of water in ditches:

- due to the fluctuations from one meteorological year to another, which are often considerable, and due to the concomitant natural variation in water levels, all values measured for a meteorological year have to be corrected;
- as the groundwater level and that of the water in ditches are not dependent solely on the water management at one farm, it is difficult to use groundwater levels as an indicator.

**Table 1**                      **Testing environmental performance indicators against three criteria**

| criterion                            | directly measurable indicators |                          | derived indicators  |                       |
|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|
|                                      | groundwater fluctuations       | ditch level fluctuations | water-account items | water-account balance |
| a. applicable per farm               | +                              | +                        | +                   | o                     |
| b. precisely determinable/ available | +                              | +                        | +                   | -                     |
| c. representative of:                |                                |                          |                     |                       |
| - water use                          | -                              | -                        | +                   | o/+                   |
| - drainage                           | o/+                            | o                        | -                   | -                     |

Key:

+ indicator scores from reasonable to good on this criterion

o indicator scores moderately on this criterion

- indicator scores low on this criterion

\* The assessment only covers those items which can successfully be determined

It can thus be seen that no unequivocal environmental performance indicator applies to farms. However, it is nonetheless possible for a farmer to use two parallel indicators to survey water management on his farm. Depending on the starting situation and the objective upon which the control of parching is focused, a farmer can select either one indicator or two indicators, although it is not possible to integrate both types of indicator into a single indicator.

### Measures

The study describes 70 measures a farmer can apply in order to limit parching. Per measure, the following questions were answered:

- effectiveness: will the measure contribute to a reduction of parching?
- integration into farm practice: is the measure feasible in both economic and technical terms?
- knock-on to other areas of environmental importance: will the measure have harmful consequences to other environmental areas, e.g. with regard to minerals, heavy metals, energy and wildlife?

Potentially, any measure which is effective and can be integrated into farm practice may qualify for introduction. For each type of water use and water management there is a sufficient number of measures qualifying for introduction at farm level; this applies equally to drainage, crop-evaporation, and to water used in cowsheds, for cleaning produce or for cooling. Most of these measures are directly applicable in practice; for a few, however, further research is still needed.

Not all measures are feasible in all farm situations; suitability is determined by a number of factors, including farm type, farm management, the type of water use on the farm, and the nature of the problems relating to parching in the wider area.

**Table 2** Possible and feasible measures per farm type

| farm type           | possible measures | feasible measures | feasible measures per water-use type |       |        |        |        |
|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|-------|--------|--------|--------|
|                     |                   |                   | Drain.                               | Crop. | Clean. | House. | Cool.* |
| arable (inc. maize) | 50                | 20                | 10                                   | 10    | 8      | -      | -      |
| field vegetables    | 45                | 24                | 7                                    | 11    | 6      | -      | -      |
| bulb growing        | 46                | 24                | 8                                    | 9     | 7      | -      | -      |
| fruit growing       | 29                | 13                | 5                                    | 8     | -      | -      | -      |
| dairy (excl. maize) | 50                | 25                | 11                                   | 5     | -      | 9      | -      |
| intensive beef      | 11                | 10                | -                                    | -     | -      | 7      | 3      |
| maximum             | 70                | -                 | 28                                   | 25    | 7      | 9      | 3      |

\*Key:

Drain: drainage

Crop: crop-transpiration

Clean: cleaning produce

House: use in livestock housing

Cool: soil-cooling and climate control

In general it is difficult to take measures with regard to drainage and crop choice in capital-intensive sectors (such as field vegetable growing, fruit growing and bulb growing). The options in these sectors are rather to be found in water-storage, and in investment in efficient water use - measures which are often economically viable. In the more extensive sectors, especially on those dairy farms that are self-sufficient in roughage production, there is greater scope for the modification of the drainage depth.

### Plan of approach

If an individual farmer is to work effectively to restrict parching, a strategy is needed with which the most appropriate measures, or combinations of measures, can be selected. For this purpose, an environmental strategy can be used<sup>1</sup>. By proceeding through this, a plan of approach can be drawn up.

Parching cannot be tackled solely by means of introducing measures at the level of the individual agricultural or horticultural unit; in terms both of time and of space, this is a problem that goes beyond individual units. For this reason, farm-oriented measures must be supplemented with a regionally-oriented policy. It is therefore necessary to harmonise individual plans of approach towards parching with those at regional level.

### Current policy

The instruments at the disposal of the authorities are distributed over a variety of laws at a variety of levels. The relevant policy areas with regard to parching are town-and-country planning, water and groundwater policy, environmental policy and nature policy. Current policy in this regard lays considerable stress on do's and don't's, such as sprinkler-bans and compulsory planning permits for the construction of drainage systems; there is very little policy which stimulates the farming community to effect anti-parching measures at an individual level.

<sup>1</sup> An environmental strategy is a strategy focused on minimising the environmental burdens imposed at individual farm level. It consists of a stepwise plan that enables farmers systematically to analyse and to adapt a management strategy with regard to any particular environmental area.

There are, however, a few exceptions: these include the national Vamil scheme<sup>2</sup>; a small number of provincial subsidy plans for the purchase of water-efficient systems; and stimulatory environmental policies in nature protection areas, by means of which payments can be made in order to effect parching-control measures at farm level. Of the latter, however, little use is made.

The harmonisation of the various policies leaves much to be desired. Certain measures are in conflict with one another, whereby support among farmers is diminished. The piling of policy upon policy causes further diminution.

Generally speaking, district water boards<sup>3</sup> and provincial authorities do not actively involve farmers in countering parching. Measures are frequently something that are imposed on the agricultural community from above, a fact which tends to give little incentive for a creative individual search for solutions to the problem, and which is another reason for the low levels of support.

### **The desired policy**

It is important that the authorities introduce an approach to parching whose measures with regard to farmers provide greater incentives than the policies currently in effect. In water policy, however, regulatory instruments remain necessary. Priority should be given to examining the options for a stimulatory policy before a regulatory policy is drawn up. In the consultation phases, the support of farmers is crucial; the point of the policy must be clear to all. The policy itself also has to be practicable, which means that the individual farm situation must be its starting point. There are four important steps in this:

- Good communication between the parties involved - farmers and growers, district water board, provincial authorities, drinking water suppliers and managers of nature areas. With regard to the generation of support, it is important that policy is elaborated and implemented with the greatest possible degree of collaboration between agricultural and horticultural organisations; and/or that these are in harmony with any existing initiatives from the sector, such as that derived from environmental co-operatives.
- The establishment of clear objectives and norms at area level.
- Translation into clear objectives and priorities per farm. In this regard, the harmonisation between measures at farm level and those at area level is also important. In addition, the harmonisation of regulatory and stimulatory environmental policy should be established at this stage.
- Government support to farmers.

Support should be provided in the following forms:

- *Advisory services*  
The introduction of measures to combat parching on agricultural and horticultural land will require considerable expertise. The provision of information is one powerful way of involving those concerned in this effort. Practical trials are another suitable way of gaining experience of the techniques by which parching may be limited. Underwriting such trials at the level of district water boards and individual farms may considerably lower the barriers to participation.
- *Incentives*  
Incidental financial stimuli may make investment in water-efficient systems possible. To this end the Vamil scheme already exists at national level; at provincial level various subsidies are available.

<sup>2</sup> The Vamil (*Vervroegde Afschrijving van Milieuinvesteringen*) scheme is a fiscal facility providing farmers with accelerated depreciation when investments are made for environmental purposes.

<sup>3</sup> These are the oldest democratic authorities in the Netherlands. They have a special task, laid down in law, to maintain the quantity and quality of water, and to maintain drainage systems and dikes. To be able to do so, they own land, waterways and dikes for whose management they are responsible.

The structural provision of incentives, financial and otherwise, will make it possible to adapt farming practices to wetter conditions.

The award of a subsidy for participation in an anti-parching project is one possible incentive; in such cases, the level of subsidy should be higher than the cost of participation in the project. Currently, the only structural source of incentives is the provincial groundwater levy. It should be examined whether, and under which conditions, it might be possible to embed into anti-parching policy at farm level the Relatienota scheme.<sup>4</sup>

- **Rewarding for results**

Rewarding for results means paying a farmer or grower for the results achieved. The greater the performance, the greater the payment. For examples, payments might be made for the enhancement of biodiversity or for supplying water to the groundwater.

The existence of a reliable, integrated environmental performance indicator is a precondition for rewarding for results. At present, no such indicator exists. However, sub-indicators for certain types of water use can be used, such as water used for washing produce. Relatively simple norms can be drawn up for this.

- **Other incentives**

Another potential option for rewarding a farmer's efforts might be the incorporation of a criterion for parching within the conditions for the award of the Dutch Agricultural Environmental Certificate (AMK), or within the conditions for regional produce. As before, the availability of an unambiguous environmental performance indicator is an important precondition. With regard to regional specialities, it should be established whether prescriptions relating to water use and water management might be added. The regional nature of anti-parching measures suggests that such an approach may offer interesting perspectives.

Incentives do not always need to be financial in nature. It is also possible to reimburse costs or to pay subsidies in kind (for example by granting extra land or milk quotas), or to offer compensation in the form of a more flexible regime with regard to parching or to other environmental categories. In the event that it is decided to adopt a regulatory policy (whether supplementary or otherwise), it would be preferable that this should work to the greatest possible extent by means of prescribed targets and to the smallest possible extent by means of prescribed means. This would allow for individual solutions on individual farms. The authorities might also consider the conversion of existing prescribed means into prescribed targets. The latter might be expressed as the extent by which the quantity of groundwater or surface water abstracted is to be reduced, or as a quota for the permissible quantity of ground water to be abstracted. And if levies are imposed within the framework of a regulatory policy, the revenue from these should preferably be ploughed back to the sector for the ends of stimulatory policy. This would enhance the coherence of the policy. Due to this, farmers would not be under the impression that they were being exploited, and support for the policy would increase. Provincial water levies could be used for this purpose.

### **Subsequent courses of action**

It is the intention that the ideas developed in this study should be applied. This might be achieved in the following ways:

- in further research based on practical trials;
- in the provision of information and advice.

In this regard, priority should be given to the implementation of practical trials. As yet, little practical experience has been gained with the control of parching on the land of individual farmers and growers.

<sup>4</sup> The Relatienota scheme (1975 Policy Document on Agriculture and Nature Conservation) is a scheme which encourages farmers to take nature management measures on their farms. Farmers receive compensation for costs, or for lost yields.

---

# 1 INLEIDING

Landbouw en water zijn nauw verweven. Water speelt een essentiële rol in de agrarische productie. Omgekeerd 'levert' landbouwgrond veel grondwater. Mede ten behoeve van de landbouw is en wordt de waterhuishouding van Nederland grondig aangepast. Dit heeft bijgedragen tot daling van de grondwaterstand. Door de structureel lagere grondwaterstand in natuurgebieden zijn de afgelopen decennia de natuurwaarden in die gebieden sterk achteruit gegaan. Naar schatting 560.000 ha is verdroogd (Overzichtskaart verdroogde gebieden 1994). De daling van de grondwaterstand heeft ook geleid tot droogteschade in landbouwgebieden zelf.

De rijksoverheid wil het areaal verdroogd natuurgebied verminderen. Dit verdrogingsbeleid, dat wordt geconcretiseerd en uitgevoerd door provincies en waterschappen, richt zich onder andere op het herstel van verdroogde natuurgebieden (door het opzetten van oppervlakte- en/of grondwaterpeilen) en door het beperken van grondwateronttrekking door drinkwaterbedrijven, industrie en land- en tuinbouw.

Het verdrogingsbeleid is momenteel overwegend gericht op gebiedsniveau. Het kent, in tegenstelling tot het huidige waterkwaliteitsbeleid, nauwelijks een doelgericht instrumentarium op bedrijfsniveau. Slechts in enkele gevallen is beleid geformuleerd dat aangrijpt op het niveau van agrarische bedrijven. Het gaat dan om provinciale beregeningsverboden, registratie van het grondwaterverbruik voor beregening en een verbruiksbelasting op opgepompt grondwater. Daarnaast is aanleg of verbetering van drainage of onderbemaling vergunningplichtig. Provincies en gemeenten verlenen hiervoor steeds minder vaak vergunningen. Ook bestaan er restricties op het verder verlagen van het oppervlaktewaterpeil. Zo wordt in landinrichtingsprojecten in veenweidegebieden het peil niet verder verlaagd dan 60 cm beneden maaiveld. Hoewel dit een maatregel op gebiedsniveau is, heeft dit grote consequenties voor individuele agrariërs. Velen ervaren deze maatregelen als bedreigend. Vaak ontbreekt het draagvlak onder agrariërs dan ook. Ook voor projecten gericht op het herstel van verdroogde gebieden bestaat vaak weinig draagvlak onder agrariërs omdat deze projecten vaak leiden tot een hogere grondwaterstand op het perceel waardoor vernattingsschade kan ontstaan.

Stimulering van agrariërs, zoals in het waterkwaliteitsbeleid, vindt in het verdrogingsbeleid nog slechts zeer beperkt plaats. Wel ontwikkelen provincies in milieubeschermingsgebieden steeds meer stimuleringsbeleid. Verdrogingsbestrijding kan hierin worden betrokken, maar dat is nog slechts op beperkte schaal gebeurd.

Er zijn goede redenen om het verdrogingsbeleid sterker dan tot dusverre mede te richten op het niveau van het individuele agrarische bedrijf:

- er is op bedrijfsniveau, gesommeerd over de gehele agrarische sector, belangrijke winst te boeken bij het terugdringen van verdroging;
- op bedrijfsniveau is een goede afstemming mogelijk met andere milieumaatregelen;
- beleid dat sterker inspeelt op de mogelijkheden van individuele bedrijven kan het draagvlak bij agrariërs voor het waterbeleid vergroten.

Zo kan de landbouw niet alleen een belangrijke bijdrage leveren aan de verdrogingsbestrijding, maar ook haar nevenfuncties (zoals levering van voldoende en schoon grondwater) beter vervullen. De huidige concurrentie om het grondwater, met name met drinkwaterbedrijven, kan dan plaatsmaken voor samenwerking.

## Onderzoeksvragen

In deze studie onderzoeken we de mogelijkheden om verdroging te beperken door maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven, hoe zo'n bedrijfsgerichte benadering eruit kan zien, en hoe de overheid agrariërs hierin kan stimuleren. In concreto leidt dit tot de volgende onderzoeksvragen:

1. hoe kunnen land- en tuinbouwbedrijven bijdragen aan het terugdringen van verdroging en inspelen op vernatting, en op welke manier kunnen agrariërs daartoe worden gestimuleerd? Meer specifiek:

- a. welke maatregelen kunnen land- en tuinbouwbedrijven treffen om hun bijdrage aan verdroging terug te dringen, of om in te spelen op vernatting?
  - b. hoe kunnen eventuele negatieve effecten van het verdrogingsbeleid op de landbouw het best worden beperkt?
  - c. welke beleidsmaatregelen kunnen integraal waterbeheer op bedrijfsniveau bevorderen?
2. Is het zinvol een meetlat te ontwikkelen, die het tegengaan van verdroging op bedrijfsniveau ondersteunt? Zo ja, hoe kan een dergelijke meetlat worden vormgegeven?

Deze studie opereert in het spanningsveld tussen landbouw en verdroging. Enerzijds willen we concrete ideeën aandragen waarmee land- en tuinbouwbedrijven kunnen werken aan de doelstelling van het verdrogingsbeleid. Anderzijds willen we deze doelen bereiken met behoud van een rendabele land- en tuinbouw. Daarom leggen we de nadruk op die maatregelen die geen of weinig kosten met zich meebrengen of die met incidentele financiële ondersteuning zijn uit te voeren. Daarnaast mogen de maatregelen niet in strijd zijn met ander milieubeleid. Door deze uitgangspunten bieden we de land- en tuinbouw aanknopingspunten voor een ontwikkelingsrichting die zowel economisch als ecologisch duurzaam is.

### **Werkwijze**

We hebben gebruik gemaakt van literatuuronderzoek, gesprekken met deskundigen en eigen denkwerk. Veel ideeën zijn voortgekomen uit een werkgroep waarin agrariërs uit diverse bedrijfstakken zitting hadden. Halverwege het project hebben we een workshop georganiseerd waaraan naast de leden van de begeleidingscommissie en de werkgroep een groot aantal deskundigen op het gebied van landbouw, natuur en water heeft deelgenomen. De resultaten van de workshop hebben we in het rapport opgenomen.

### **Opbouw van het rapport**

Het rapport is als volgt opgebouwd. Eerst geven we aan wat de relatie is tussen landbouw en verdroging, en op welke manier land- en tuinbouwbedrijven kunnen bijdragen aan het beperken van verdroging (hoofdstuk 2). In hoofdstuk 3 onderzoeken we wat de mogelijkheden zijn voor een meetlat voor het waterbeheer op bedrijfsniveau, en geven we aan hoe die meetlat in de praktijk kan worden vormgegeven. In hoofdstuk 4 gaan we na welke maatregelen een agrariër op zijn bedrijf kan nemen om verdroging terug te dringen, en hoe hij dat systematisch kan aanpakken. Vervolgens geven we aan welke beleidsmaatregelen integraal waterbeheer op bedrijfsniveau kunnen bevorderen (hoofdstuk 5). We besluiten het rapport met conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 6).



---

## 2 LANDBOUW EN VERDROGING

In dit hoofdstuk beschrijven we kort de verdrogingsproblematiek (§2.1) en geven we aan op welke wijze de landbouw hieraan bijdraagt (§2.2). We bespreken vervolgens op welke manier land- en tuinbouwbedrijven kunnen bijdragen aan het terugdringen van verdroging (§2.3). Tot slot geven we aan welke typen watergebruik, welke bedrijfstakken en welke bodemsoorten we in de studie onderscheiden (§2.4)

### 2.1 Verdroging

Tussen 1950 en 1988 is de gemiddelde grondwaterstand in Nederland met 25 cm gedaald. Rond drinkwaterputten en in ruilverkavelingsgebieden was die daling nog aanzienlijk groter: in beide gevallen gemiddeld 35 cm. Buiten deze gebieden is de grondwaterstand met gemiddeld 20 cm gedaald (Braat e.a. 1989). Deze daling is niet afhankelijk van klimaatveranderingen, maar is het gevolg van ingrepen in de waterhuishouding.

De daling van de grondwaterstand heeft negatieve gevolgen voor de natuur. Natte natuurgebieden verdrogen, waardoor kenmerkende ecosystemen verdwijnen. Het droogvallen van vennen, poelen en beken bedreigt diverse plant- en diersoorten.

Daarnaast heeft de daling van de grondwaterstand ook indirecte gevolgen:

- *Wijziging van kwelstromen*  
Door daling van de grondwaterstand en verminderen van de kweldruk kunnen kwelstromen veranderen of verdwijnen, waardoor het vaak voedselarme en kalkrijke grondwater de wortelzone niet meer bereikt. Zuur regenwater of voedselrijk oppervlaktewater krijgt dan een relatief grotere invloed op het gebied. Dit kan leiden tot het verdwijnen van vegetatietypen die van schoon grondwater afhankelijk zijn.
- *Aanvoer van gebiedsvreemd water*  
Ter compensatie van de daling van de grondwaterstand wordt in droge periodes soms gebiedsvreemd water ingelaten. Vaak is dit ingelaten water verontreinigd en rijk aan bicarbonaat, sulfaat en voedsel. Dit kan een negatieve invloed hebben op in het gebied aanwezige natuur, vooral vegetaties die afhankelijk zijn van zacht en matig hard of brak water.
- *Oxydatie van organisch materiaal*  
Door het (tijdelijk) droogvallen van waterbodems kan oxydatie van organisch materiaal plaatsvinden, waardoor (tijdelijk) verzuring en eutrofiëring van oppervlaktewater kan optreden. In veengebieden leidt peilverlaging tot sterke oxydatie en tot klink, waardoor de bodem daalt zodat na verloop van tijd opnieuw peilverlaging nodig is. Veenpakketten 'branden' op deze manier op.

Deze directe en indirecte negatieve effecten op de natuur door een daling van de grondwaterstand worden tezamen aangeduid met het milieuthema verdroging. In het kader 'verdroging' geven we de definitie die door de overheid wordt gebruikt, en die wij in deze studie ook zullen hanteren. In bijlage 1 (verklaring van enkele veel gebruikte begrippen) gaan we iets verder in op het begrip verdroging. Ook komen andere begrippen aan de orde.

## Inventarisatie van verdroogde gebieden 1994



-  Verdroogd gebied met hoofdfunctie natuur
-  Verdroogd gebied met nevenfunctie natuur

**Figuur 2.1** Verdroogde gebieden in Nederland in 1994

bron: Overzichtskaart verdroogde gebieden (1994)

---

**Verdroging**


---

Men merkt een gebied aan als verdroogd als aan dat gebied een natuurfunctie is toegekend en als de grondwaterstand in het gebied onvoldoende hoog is of de kwel onvoldoende sterk is om bescherming van de karakteristieke grondwaterafhankelijke ecologische waarden waarop de functietoekenning is gebaseerd, in dat gebied te garanderen. Een gebied met een natuurfunctie wordt ook als verdroogd aangemerkt als ter compensatie van een te lage grondwaterstand water met een voor die natuurfunctie onvoldoende kwaliteit moet worden aangevoerd (Evaluatienota Water 1994).

---

Verdroging heeft dus alleen betrekking op gebieden waaraan een hoofd- of nevenfunctie natuur is toegekend. Een gebied met alleen de functie landbouw kan in deze terminologie niet verdroogd zijn. Landbouwgebieden met als nevenfunctie natuur kunnen wel verdroogd zijn.

Uit de meest recente landelijke inventarisatie van verdroogde gebieden blijkt dat circa 560.000 ha in Nederland geheel of gedeeltelijk is verdroogd (Overzichtskaart verdroogde gebieden 1994). Figuur 2.1 geeft de ligging van de verdroogde gebieden weer. Onderlinge vergelijking van de provincies is maar beperkt mogelijk omdat per provincie verschillende methoden zijn gebruikt voor de inventarisatie van verdroogde gebieden. Van het verdroogd areaal ligt circa 55% (305.000 ha) binnen gebieden met als hoofdfunctie natuur. De rest (255.000 ha) bestaat grotendeels uit gebieden met een agrarische functie naast de functie natuur. Veelal zijn dit gebieden waar het natuurbelang vooral gekoppeld is aan de aquatische natuur.

## **2.2 Oorzaken van verdroging**

In deze paragraaf geven we aan wat de oorzaken zijn van verdroging. Eerst gaan we in op de oorzaken van verdroging (§2.2.1). Vervolgens kijken we naar de bijdrage van de landbouw aan verdroging (§2.2.2).

### **2.2.1 Algemeen**

Verdroging heeft verscheidene oorzaken, die wat betreft hun belang per gebied sterk kunnen verschillen. Oorzaken zijn (naar *Landbouw en verdroging* 1993):

- waterhuishoudkundige maatregelen ten behoeve van de landbouw (verbeterde ont- en afwatering);
- toename van watergebruik in de landbouw (met name gewasverdamping en beregening, maar ook bijvoorbeeld drink- en spoelwatergebruik);
- toename van grondwaterwinning voor drink- en industriewater;
- toename van het verhard oppervlak (stedelijk gebied, wegen) waardoor regenwater niet meer in de bodem infiltreert ;
- waterhuishoudkundige maatregelen ten behoeve van industrieterreinen en stadsuitbreiding (peilaanpassingen);
- aanpassingen aan beken om de afvoercapaciteit te vergroten en tegengaan van inundaties (kanalisatie, verdieping, regelmatig schonen);
- toegenomen verdamping van bos- en natuurterreinen. Met name douglasspar en snelgroeiende soorten als populier staan bekend om hun relatief hoge verdamping. Bekend is dat de aanplant van donker naaldbout op de Veluwe heeft geleid tot een vermindering van de aanvulling van het grondwater (Dolman 1996).

De oorzaken versterken elkaar vaak. Om verdroging in een gebied te kunnen aanpakken moet worden nagegaan wat de oorzaken zijn. Soms zal de bijdrage van de landbouw aan de verdrogingsproblematiek in een gebied aanzienlijk zijn; in andere gevallen is de bijdrage gering.

Over het algemeen gaat men ervan uit dat de verdroging in Nederland voor het grootste deel wordt veroorzaakt door waterhuishoudkundige maatregelen voor landbouw en stadsontwikkeling, terwijl daarnaast een substantieel deel van de verdroging wordt veroorzaakt door onttrekkingen voor drink- en industriewatervoorziening (*Evaluatienota Water 1994*).

Ingrepen van land- en tuinbouwbedrijven in de waterhuishouding en het agrarisch watergebruik hebben in eerste instantie betrekking op landbouwgebieden en niet op natuurgebieden. Omdat (grond)water echter vrijelijk kan stromen, hebben waterhuishoudkundige ingrepen in landbouwgebieden direct of indirect invloed op de waterhuishouding in natuurgebieden. Een verlaging van de grondwaterstand in een landbouwgebied kan bijvoorbeeld leiden tot een verlaging van de grondwaterstand in een aanpalend natuurgebied. In landbouwgebieden met een nevenfunctie natuur hebben waterhuishoudkundige ingrepen voor de landbouw direct gevolgen voor de in het gebied aanwezige natuurwaarden. In §2.3 gaan we uitgebreider in op de ruimtelijke relaties tussen waterhuishoudkundige ingrepen in een agrarisch gebied en de grondwatersituatie in natuurgebieden.

### 2.2.2 Bijdrage van de landbouw

De bijdrage van landbouw aan verdroging bestaat uit de volgende aspecten:

- verlaging van de grondwaterstand door versnelde en verbeterde ont- en afwatering;
- verlaging van de zomergrondwaterstand door (toegenomen) gewasverdamping als gevolg van verhoogde productie per hectare;
- verlaging van de zomergrondwaterstand door grondwaterwinning voor beregening;
- verlaging van de grondwaterstand door overig watergebruik, zoals drink- en spoelwater;
- aanvoer van gebiedsvreemd water voor beregening en handhaving van slootpeil in droge perioden.

We bespreken deze punten hieronder.

#### *Ont- en afwatering*

Om schade aan gewassen door wateroverlast in het voor- en najaar tegen te gaan is de ont- en afwatering<sup>5</sup> van landbouwgronden sterk verbeterd, met name in de jaren '50 en '60. Om ont- en afwatering te verbeteren is de ontwateringsbasis en de drooglegging<sup>6</sup> van landbouwgronden vergroot en is de capaciteit van het afwateringsstelsel vergroot. Dit heeft geleid tot een daling van de grondwaterstand. De bijdrage van de landbouw aan de daling van de grondwaterstand in ruilverkavelingsgebieden is evident. Maar ook buiten ruilverkavelingsgebieden heeft de landbouw bijgedragen aan de daling van de grondwaterstand. Het relatieve belang van de bijdrage van de landbouw aan de daling van de grondwaterstand verschilt van gebied tot gebied. Momenteel wordt in het kader van het project Waternood, waaraan o.a. de dienst Landinrichting en Beheer Landbouwgronden, waterschappen en provincies deelnemen, onderzoek verricht naar mogelijkheden om meer maatwerk te leveren bij de voorjaarsontwatering van landbouwgronden. In hoofdstuk 4 komen we hierop terug.

<sup>5</sup> *Ontwatering is het afvoeren van overtollig water uit percelen over en door de grond, en eventueel door drainbuizen en greppels, naar een stelsel van grotere waterlopen. Afwatering is het afvoeren van overtollig water uit een gebied via een stelsel van open waterlopen naar een lozingspunt van het afwateringsgebied (Cultuurtechnisch Vademecum 1992). De ontwatering is een van de belangrijke schakels van de waterbeheersing omdat daarmee de grondwaterstand op het perceel het meest direct kan worden beïnvloed. Een goede ontwatering is alleen mogelijk als een goede afwatering is gewaarborgd. Ontwatering is met name de verantwoordelijkheid van de grondgebruiker; de afwatering is de verantwoordelijkheid van de oppervlaktewaterbeheerder.*

<sup>6</sup> *Ontwateringsbasis is het niveau tot waar de grondwaterstand kan dalen onder invloed van ontwateringsmiddelen. Hiermee wordt op niet-gedraineerde gronden het slootpeil bedoeld en op gedraineerde gronden de draindiepte. Drooglegging is het hoogteverschil tussen de waterspiegel in de waterloop en de gemiddelde maaiveldhoogte van de aanpalende gronden (Bouwman 1994).*

In glastuinbouwgebieden en op niet-grondgebonden intensieve veeteeltbedrijven kan ook het relatief grote oppervlak verhard oppervlak bijdragen aan verdroging, doordat regenwater niet in de bodem infiltreert maar direct via het oppervlaktewater uit het gebied wordt afgevoerd.

### Gewasverdamping

De verdamping vanuit land- en tuinbouwgewassen is de laatste 30 jaar toegenomen. De toename is het gevolg van de gestegen produktiviteit. De produktiviteit is onder andere gestegen door verbeterde ont- en afwatering (minder natschade) en verbeterde watervoorziening in droge perioden (wateraanvoer en beregening waardoor minder droogteschade aan landbouwgewassen optreedt). Daarnaast spelen ook factoren als een betere bemesting en bestrijding van ziekten en plagen een rol bij de stijging van de produktiviteit. Onbekend is in hoeverre andere gewaskeuze heeft bijgedragen aan de stijging van de verdamping. Ook weten we niet hoe groot het effect van de toegenomen gewasverdamping op de daling van de grondwaterstand is. Van de Velde (1991) geeft een globale schatting van de toegenomen gewasverdamping voor de periode 1950-1988 (tabel 2.1). In deze cijfers is de toename van het watergebruik als gevolg van de toegenomen gewasverdamping door kunstmatige beregening al opgenomen. Ter vergelijking geeft Van de Velde ook de toename in de grondwateronttrekking voor de drinkwatervoorziening.

**Tabel 2.1** Verdamping uit cultuurgrond en winning van grondwater voor de drinkwatervoorziening in 1950 en 1988 in miljoenen m<sup>3</sup>

| jaar                                 | 1950 | 1988 | toename                        |       |
|--------------------------------------|------|------|--------------------------------|-------|
|                                      |      |      | 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> | %     |
| verdamping uit cultuurgrond          | 6283 | 6918 | + 635                          | +10   |
| winning grondwater voor leidingwater | 164  | 756  | + 592                          | + 360 |

bron: Van de Velde (1991)

### Beregening

Door grondwateronttrekking voor beregening is de grondwaterstand in Nederland gemiddeld met 0 tot 2 cm gedaald (*Landbouw en verdroging* 1993). Lokaal kan - afhankelijk van het weerjaar, de grootte van de totale ont-trekking en de hydrologische situatie - echter een daling van de grondwaterstand optreden van meer dan een meter. In extreem droge jaren is de daling tot in het daaropvolgende voorjaar nog merkbaar (Arnold & Vergroessen 1989). Overigens moeten we opmerken dat beregening bijdraagt aan het verhogen van de gewas- produktie en dat de daling van de grondwaterstand door beregening al gedeeltelijk is meegenomen in het punt 'gewasverdamping'. Verdampings- en verwaaiingsverliezen bij de toediening van beregening zijn hierbij uiteraard niet inbegrepen. Deze verliezen kunnen oplopen tot 30% van de totale gift (Gabriëls & Kabat 1990).

### Overig watergebruik

De landbouw gebruikt water ook onder andere als drinkwater voor het vee, als reinigingswater voor het schoon- maken van stallen en (melk)machines, als spoelwater voor het spoelen van oogstprodukten, als koelwater voor grondkoeling en klimaatbeheersing, en als spuitwater in spuitmachines. Hiervoor wordt grond-, oppervlakte- en leidingwater gebruikt. We komen hier in §2.4 uitgebreider op terug. Onbekend is hoe groot dit watergebruik is.

Het gebruik van leidingwater schatten Mulder en Poppe (1993) op ongeveer 100 miljoen m<sup>3</sup> leidingwater per jaar voor de gehele land- en tuinbouw, hetgeen ongeveer 9% is van de totale hoeveelheid gewonnen drinkwater. We merken op dat een gedeelte daarvan voor de watervoorziening van gewassen wordt gebruikt, met name in de glastuinbouw waar het jaarlijkse leidingwatergebruik wordt geraamd op 19 miljoen m<sup>3</sup> (Mulder & Poppe 1993). Grondwaterwinning voor de drinkwatervoorziening kan lokaal tot een grote daling van de grondwaterstand leiden.

Ook op bedrijven zelf vindt (grond)wateronttrekking plaats voor het overige watergebruik op het bedrijf. Vanwege de gestegen leidingwaterprijs slaan steeds meer agrariërs een eigen grondwaterput. De totale omvang van deze onttrekkingen op bedrijfsniveau is niet bekend.

#### *Aanvoer gebiedsvreemd water*

Aanvoer van gebiedsvreemd water naar landbouwgebieden vindt plaats om klink tegen te gaan, om waterlopen door te spoelen, zoute kwel tegen te gaan, voor optimalisatie van de watervoorziening van landbouwgewassen door peilhandhaving en voor de watervoorziening voor beregening. Het areaal waar periodiek of permanent gebiedsvreemd water wordt aangevoerd beslaat ongeveer 60% van Nederland (Roelofs & Torenbeek 1989). De inlaat van gebiedsvreemd water, dat vrijwel altijd een hoog mineralengehalte bezit, veroorzaakt sterke achteruitgang van de natuurwaarden. Ook de aanwezigheid van micro-verontreinigingen en de afwijkende ionensamenstelling van het aangevoerde water leiden tot nadelige effecten op ecosystemen. Niet altijd is het mogelijk of wenselijk de aanvoer van gebiedsvreemd water terug te dringen. Soms is de aanvoer ervan nodig voor het tegengaan van klink of voor het 'doorspoelen' van het systeem. Wateraanvoer kan daarnaast soms ook positieve effecten op natuurwaarden in een gebied hebben:

- sterk vervuild of vermest water dat in een gebied aanwezig is, wordt verdund met aangevoerd water;
- waterlopen blijven door wateraanvoer watervoerend, zodat aquatische levensgemeenschappen kunnen blijven voortbestaan;
- de grondwaterstand kan door wateraanvoer op peil worden gehouden. Dit is alleen positief als het aangevoerde water niet doordringt tot de standplaats van de vegetatie.

Overigens is aanvoer van water in deze gevallen over het algemeen het gevolg van een daling van de grondwaterstand.

### **2.3 Land- en tuinbouwbedrijven en de terugdringing van verdroging**

In deze paragraaf gaan we in op hoe land- en tuinbouwbedrijven aan de terugdringing van verdroging kunnen bijdragen. Eerst geven we aan wat de overheidsdoelstellingen zijn met betrekking tot verdroging (§2.3.1). Overheidsdoelen zijn voor een agrariër echter vaak niet eenvoudig te hanteren. Bovendien heeft verdroging betrekking op natuurgebieden, terwijl agrariërs alleen op hun bedrijf aan de slag kunnen. Om overheidsdoelen naar doelen op bedrijfsniveau te vertalen moeten we enig inzicht hebben in de manier waarop ingrepen op agrarische bedrijven van invloed zijn op de grondwaterstand en de kwelstromen in natuurgebieden. Dit werken we in §2.3.2 uit. Vervolgens geven we aan hoe we de overheidsdoelen kunnen vertalen naar doelen op bedrijfsniveau (§2.3.3). Ten slotte geven we in §2.3.4 aan wat positieve en negatieve effecten van verdrogingsbestrijding zijn voor andere functies dan natuur.

#### **2.3.1 Doelstellingen van de overheid**

Het verdrogingsbeleid van de rijksoverheid is gericht op het terugdringen van het verdroogd areaal in het jaar 2000 met 25% ten opzichte van het jaar 1985. Het beleid kent twee sporen:

- herstelprojecten voor verdroogde natuur door het opzetten van oppervlakte- en/of grondwaterpeilen in en rond deze gebieden;

- terugdringen van grondwateronttrekkingen door industrie, drinkwaterbedrijven, en landbouw, dan wel het tegengaan van de gevolgen van die onttrekkingen.

In de provinciale waterhuishoudingsplannen en de 'plannen van aanpak verdroging' worden deze doelstellingen op basis van functietoekenning aan een gebied en de daarbij behorende gewenste grondwatersituatie (GGS) op strategisch niveau verder ingevuld. Op basis hiervan bepaalt de provincie welke gebieden verdroogd zijn, en hoe verdroging wordt tegengegaan. De waterschappen werken deze doelstellingen op waterschapsniveau verder uit tot operationele doelstellingen. De gevolge aanpak verschilt per provincie en per waterschap.

### 2.3.2 Ingrepen op bedrijven en het beperken van verdroging

Bij de bestrijding van verdroging spelen twee processen een rol:

- aanpassen van de ontwatering (door water langer vast te houden c.q. minder snel af te voeren en/of de ontwateringsbasis te verhogen);
- verminderen van het netto watergebruik.

Figuur 2.2 toont schematisch het effect van ingrepen op het verloop van de grondwaterstand. De geschetste situaties zijn theoretisch van aard. Of een ingreep daadwerkelijk kan worden uitgevoerd hangt af van de situatie. De geschetste uitgangssituatie heeft betrekking op gebieden met een min of meer natuurlijke ontwatering. We onderscheiden drie mogelijke ingrepen:

- a. Zo min mogelijk water aan de bodem en aan het grondwater onttrekken in de periode met neerslagtekort (figuur 2.2a). Dit heeft vooral effect in de tweede helft van het groeiseizoen. Ook het gebruik van leidingwater leidt tot verdroging, zij het niet op het bedrijf maar op de winlocatie.
- b. De grondwaterstand op het perceel langer hoog houden (figuur 2.2b). Door het winterpeil (eerder in het seizoen) te verhogen en percelen later te ontwateren blijft de grondwaterstand gedurende het begin van het groeiseizoen hoger. Deze periode is de meest kritische periode voor amfibische natuur. Later in het seizoen (april-mei) kan de grondwaterstand worden verlaagd om het perceel machinaal te bewerken. Het watergebruik neemt niet af.
- c. De grondwaterstand zowel in de winter als de zomer verhogen (figuur 2.2c). Daardoor wordt in de winterperiode meer water op het perceel vastgehouden. Het verloop van de grondwaterstand blijft in de nieuwe situatie ongeveer gelijk, zij het dat het op een hoger niveau ligt. Het watergebruik neemt niet af en kan zelfs toenemen.

In alle drie de gevallen leiden de maatregelen tot een hogere grondwaterstand op het bedrijf, hoewel de grootte van het effect en de periode waarin het effect optreedt, verschillen. Deze verhoging van de grondwaterstand heeft een positief effect op de terugdringing van verdroging. Daarbij spelen de volgende ruimtelijke relaties een rol:

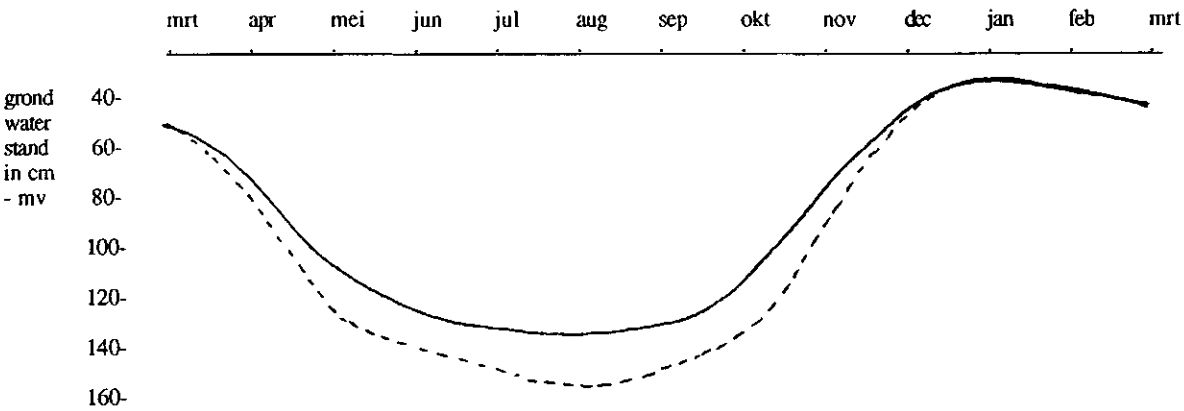
- Een lage grondwaterstand in landbouwgebieden zuigt grondwater weg uit hoger of even hoog gelegen natuurgebieden (hoogvenen en vennen). Hierdoor kunnen deze gebieden sneller droogvallen of ontstaat watertekort. Verhoging van de grondwaterstand in landbouwgebieden vermindert de snelheid waarmee water uit natuurgebieden wordt afgevoerd of voorkomt dit.
- Diepe ontwatering (en dus een lage grondwaterstand) in landbouwgebieden vangt (kwel)water weg dat van nature via het grondwater naar lager gelegen natuurgebieden (bijvoorbeeld beekdalen) stroomt. Verhoging van de ontwateringsbasis (en dus van de grondwaterstand) leidt ertoe dat minder kwelwater wordt weggevangen zodat meer kwelwater beschikbaar is in het lager gelegen natuurgebied.
- Door de toegenomen afvoercapaciteit van waterlopen in landbouwgebieden wordt water sneller afgevoerd, hetgeen leidt tot minder aanvulling van het (diepe) grondwater. Diepe ontwatering, die in de praktijk vaak samengaat met versnelde ontwatering, heeft hetzelfde effect.

Het gevolg hiervan is een afname van kweldruk in lager gelegen natuurgebieden (met bijbehorende verandering in grondwaterstand en waterkwaliteit). Het natuurgebied waar herstel van kwelstromen gewenst is, kan op grote afstand van het landbouwgebied zijn gelegen.

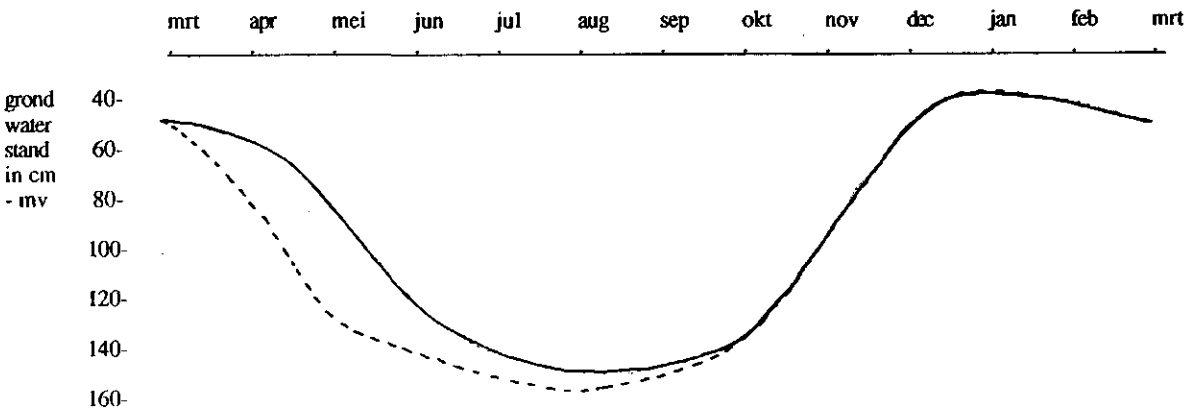
De afweging welke van deze relaties bij de bestrijding van verdroging van belang zijn, in welke periode van het seizoen een verhoging van de grondwaterstand het meest gewenst is, en hoe groot die verhoging moet zijn om het gewenste effect te bereiken, kan niet op bedrijfsniveau worden gemaakt, maar moet op regionaal niveau tot uitdrukking komen in de gewenste grondwatersituatie (GGS).

In bijlage 2 geven we voor drie typen natuurgebieden globaal aan in welk seizoen ze het meest gevoelig zijn voor een verlaging van de grondwaterstand, en hoe land- en tuinbouwbedrijven (ruimtelijk) de grondwaterstand en kwelstromen in die gebieden kunnen beïnvloeden.

**figuur 2.2 a      verdrogingsbestrijding door zuiniger grondwatergebruik in de droge periode**

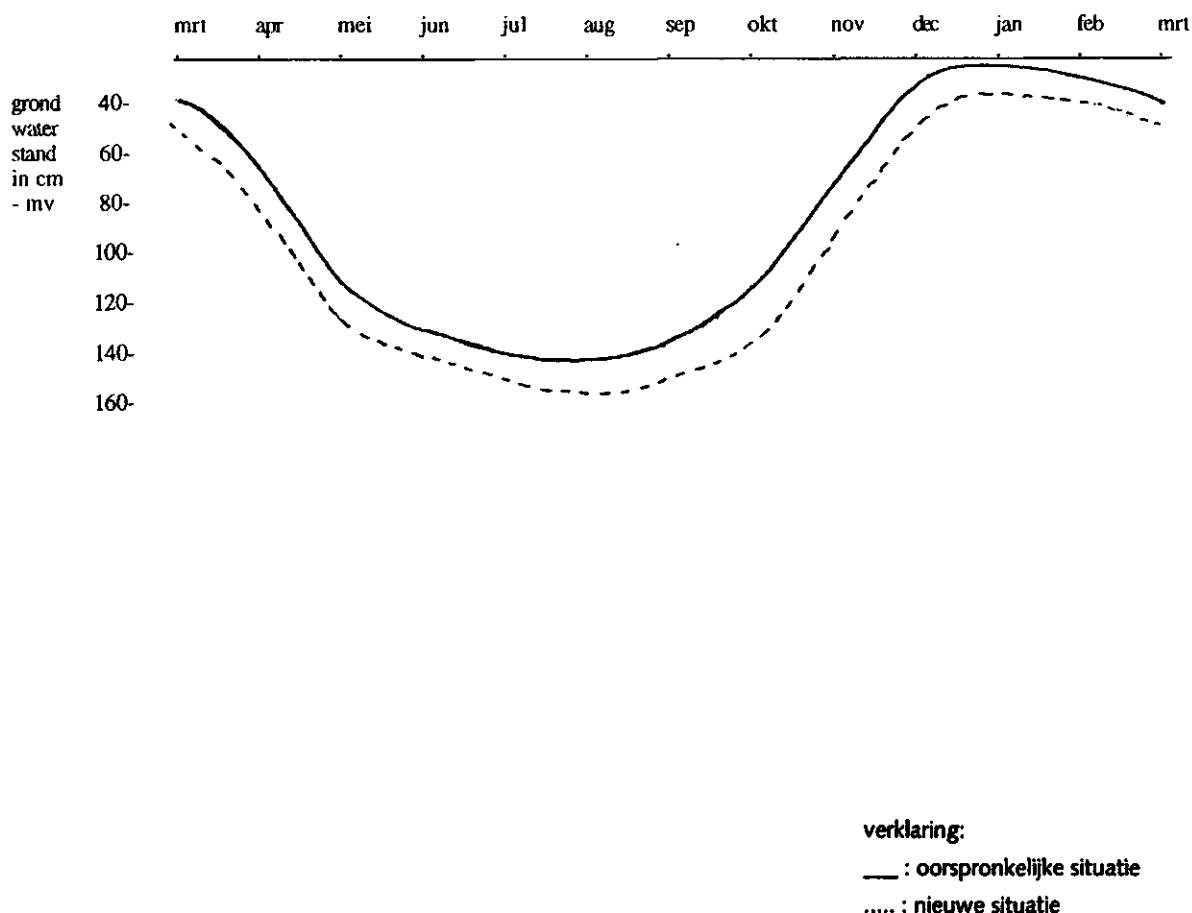


**figuur 2.2.b      verdrogingsbestrijding door water in voorjaar langer vast te houden op het perceel**





figuur 2.2.c: verdrogingsbestrijding door het peil te verhogen



Figuur 2.2 Mogelijke Ingrepen in het verloop van de grondwaterstand

### 2.3.3 Doelstellingen op bedrijfsniveau

Omdat een agrariër alleen op zijn bedrijf maatregelen kan nemen, moeten we de aanpak van de 'verdrogingsbestrijding' vertalen naar bedrijfsniveau. Daardoor kan een agrariër doelgericht op zijn bedrijf aan de terugdringing van verdroging werken. Het terugdringen van verdroging door maatregelen op bedrijfsniveau richt zich op de volgende doelstellingen:

- aanpassing van het verloop van de (grond)waterstand op (een gedeelte van) het bedrijf aan de gewenste situatie (die wordt vastgelegd in provinciale waterhuishoudingsplannen);
- vergroting van de toelevering van water aan de bodem en aan het grondwater. Als af te voeren water niet bestemd kan worden als aanvulling van grondwater en bodemvocht, heeft afvoer via oppervlaktewater de voorkeur boven afvoer via de riolering. Voorwaarde voor aanvulling van bodemvocht en grond- en/of oppervlaktewater is dat de kwaliteit van het geleverde water voldoende is (terugdringen van uitspoeling van mineralen en bestrijdingsmiddelen);
- terugdringing van gebruik van water uit de bodem en van grondwater (verdamping en onttrekking voor beregening en andere doeleinden);

- terugdringing van het leidingwatergebruik;
- terugdringing van het gebruik van gebiedsvreemd water dan wel verminderen van de afhankelijkheid van gebiedsvreemd water. Hoewel de aanvoer van gebiedsvreemd water niet op bedrijfsniveau geregeld kan worden, kan een individuele agrariër wel streven naar een terugdringing van het gebruik van oppervlaktewater op het bedrijf.

We moeten de doelstellingen op het niveau van de regio en van het bedrijf invullen met concrete streefwaarden. Een belangrijk onderdeel daarvan is het tijdsaspect. We moeten vaststellen op welk moment het belangrijk is aan welke doelstelling te werken.

Niet alle doelstellingen zijn voor alle situaties relevant. Terugdringing van het gebruik van gebiedsvreemd water is bijvoorbeeld niet altijd wenselijk als het gaat om het tegengaan van klink of om het 'doorspoelen' van het systeem. Welke (sets van) doelstellingen voor een bedrijf relevant zijn, is afhankelijk van de lokale (geo-hydrologische) situatie en van de functie die aan dat gebied is toegekend. In welke mate de maatregelen op het bedrijf leiden tot het terugdringen van verdroging in natuurgebieden, kunnen we alleen op lokaal en/of regionaal niveau bepalen. Het is afhankelijk van het type natuur dat hersteld moet worden, wanneer en in welke mate een stijging van de grondwaterstand gewenst is, en of een stijging van de grondwaterstand via het herstel van kwelstromen dan wel door het langer vasthouden van water in het gebied zelf tot stand moet worden gebracht.

### 2.3.4 Overige positieve en negatieve effecten

De bestrijding van verdroging is gericht op natuurgebieden. Maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven gericht op de terugdringing van verdroging zullen dan ook in de eerste plaats effect (moeten) hebben op deze natuurgebieden. De verdrogingsaanpak heeft naast positieve effecten voor natuur ook effecten op andere sectoren, met name de land- en tuinbouw. We onderscheiden positieve en negatieve effecten.

#### Positieve effecten

- *Afname droogteschade*  
Niet alleen de natuur heeft te lijden van de daling van de grondwaterstand, ook de landbouw ondervindt in droge perioden negatieve gevolgen. Bij een lagere grondwaterstand kan het gewas in droge perioden over het algemeen minder water aan de bodem en het grondwater onttrekken, waardoor de plant niet optimaal kan groeien. Deze produktiederving noemen we droogteschade. In het kader 'droogteschade' geven we aan wat we in deze studie precies onder droogteschade verstaan. Droogteschade komt vooral voor op de hogere zandgronden. Ook op relatief natte gronden waar ontwatering heeft plaatsgevonden, kan incidenteel droogteschade optreden. Door maatregelen gericht op het terugdringen van verdroging kan ook droogteschade aan landbouwgewassen worden tegengegaan. Te denken valt aan het langer vasthouden van water in het voorjaar waardoor in de droge periode meer water beschikbaar is voor gewasverdamping. Ook het verminderen van onnodige verdamping en de keuze voor gewassen en rassen die zuinig omgaan met water, kan zowel een positief effect hebben op de terugdringing van verdroging als op de afname van de droogteschade.
- *Toename beschikbaarheid van grondwater*  
Waterconservering op landbouwgronden en de infiltratie van water in inzigingsgebieden kunnen de beschikbare hoeveelheid grondwater vergroten, c.q. leiden tot een afname van de negatieve gevolgen van drinkwaterwinning of andere grondwateronttrekkingen op verdroging. Op deze manier kunnen landbouwbedrijven zowel bijdragen aan de bestrijding van verdroging als 'leverancier' worden van grondwater.

- *Ontwikkelen van nevenfuncties op het bedrijf*

Naast levering van grondwater kunnen land- en tuinbouwbedrijven ook andere functies ontwikkelen die gerelateerd zijn aan kritischer waterbeheer op het bedrijf. Te denken valt aan agrarisch natuurbeheer, waarbij met name de waterafhankelijke natuur meer kans krijgt. Dit is tevens gunstig voor het imago van de agrarische sector.

In zijn algemeenheid kunnen we stellen dat kwalitatief goed water een schaars goed is. Dit geldt op mondiaal niveau, maar ook steeds meer in Nederland. Zuinig omspringen met water is dus gunstig en kan voor een agrariër lonend zijn doordat hij de kosten voor watergebruik beperkt of meer mogelijkheden heeft voor extra inkomsten uit nevenfuncties.

Bij de genoemde positieve effecten is sprake van een win-winsituatie waardoor het draagvlak voor maatregelen aanzienlijk toeneemt. Om dit soort situaties op het spoor te komen richten we ons expliciet op maatregelen waarmee droogteschade op landbouwbedrijven kan worden tegengegaan. We besteden daarom aandacht aan de positieve en negatieve gevolgen van het verdrogingsbeleid op de waterhuishouding op het bedrijf (droogteschade, vernattingsschade), en aan de manier waarop agrariërs daarmee om kunnen gaan. Het gaat erom de win-win-situaties zo veel mogelijk te versterken en de negatieve gevolgen zo veel mogelijk te voorkomen dan wel te compenseren.

#### **Droogteschade**

De negatieve effecten van een daling van de grondwaterstand op andere sectoren dan natuur duiden we aan als droogteschade. De Werkgroep Landbouw en Verdroging (*Landbouw en verdroging* 1993) omschrijft droogteschade als volgt: "Droogteschade is de verminderde fysieke gewasopbrengst en/of oogstproduktkwaliteit als gevolg van verminderde gewasverdamping veroorzaakt door een tekort aan opneembaar vocht, dan wel de kosten die voortvloeien uit maatregelen (berekening) om dit tegen te gaan".

Droogteschade kan het gevolg zijn van een structurele daling van de grondwaterstand voor de ontwatering van landbouwgronden (om wateroverlast in het voorjaar te verminderen). Droogteschade kan ook ontstaan door (grond)waterwinning voor bijvoorbeeld drinkwaterbereiding.

#### **Negatieve effecten**

- *Vernattingsschade in de landbouw*

Door het herstel van verdroogde natuurgebieden (opzetten waterpeil) kunnen landbouwgronden natschade oplopen. In het kader 'natschade en vernattingsschade' geven we aan wat we onder deze begrippen verstaan.

- *Droogteschade*

Door (beperkte) beregeningsverboden uit zowel oppervlakte- als grondwater kan droogteschade aan gewassen in droge periodes niet worden bestreden. In enkele gevallen kan droogteschade op landbouwgronden ontstaan door herstelprojecten van verdroogde gebieden (door het hydrologisch isoleren van hoger gelegen natuurgebieden wordt wegzijging van water naar omliggende landbouwgronden tegengegaan).

- *Toename van de kosten*

Door de (toekomstige) heffing op grondwater kunnen in enkele bedrijfstakken de kosten voor het watergebruik stijgen.

## Natschade en vernattingsschade

---

Door (tijdelijke) wateroverlast kan schade aan het gewas ontstaan (lagere productie, slechte kwaliteit). Deze schade noemen we natschade. Vooral de bewerkbaarheid en de draagkracht van de grond aan het begin en het eind van het groeiseizoen zijn hierbij van belang. De Werkgroep Landbouw en Verdroging (*Landbouw en verdroging* 1993) omschrijft deze schade als volgt: "Natschade is de verminderde fysieke gewasopbrengst en/of oogstproductkwaliteit of de noodzakelijke aanpassingen in de bedrijfsvoering als gevolg van een (tijdelijk) te hoge grondwaterstand of suboptimale ontwatering, dan wel de kosten die voortvloeien uit maatregelen (drainage, extra arbeid) om dit tegen te gaan".

In veel gebieden heeft men de schade door wateroverlast in het verleden zoveel mogelijk willen beperken door het ont- en afwateringssysteem te verbeteren. Hierdoor is de grondwaterstand op veel plaatsen gedaald. Dit is een van de oorzaken van verdroging van natuurgebieden (en van droogteschade aan landbouwgewassen in droge periodes). Voor het herstel van verdroogde natuurgebieden is het nodig het waterbeheer aan te passen, bijvoorbeeld door het slootpeil te verhogen. Hierdoor kan op landbouwgronden soms schade door wateroverlast ontstaan. Deze schade noemen we *vernattingsschade* (schade als gevolg van vernattingsschade). Vernattingsschade heeft alleen betrekking op landbouwgronden.

---

Deze negatieve effecten kunnen worden beperkt door:

- (technische) aanpassingen op bedrijfsniveau (op de korte en middellange termijn);
- compensatie van de geleden schade.

We komen hier in hoofdstuk 5 op terug.

## 2.4 Afbakening

In deze paragraaf bakenen we het onderwerp van deze studie af naar type watergebruik, bedrijfstakken en bodemsoort. Ook geven we aan hoe we ingaan op het aspect waterkwaliteit.

### 2.4.1 Typen watergebruik in de landbouw

Land- en tuinbouwbedrijven gebruiken water van verschillende herkomst (leiding-, grond- en oppervlaktewater) voor verschillende doeleinden. Om op bedrijfsniveau verdroging op een integrale manier te kunnen aanpakken, gaan we in principe in op alle typen watergebruik. Ook het gebruik van leidingwater betrekken we in de studie. Hoewel dit op het bedrijf zelf niet tot verdroging leidt, kan het op en rond de winlocatie een verdrogend effect hebben. We onderscheiden de volgende typen watergebruik:

- watergebruik en -beheer voor gewasproductie;
- drinkwater voor vee;
- reinigen van melkinstallatie;
- reinigen van stallen en machines;
- spoelen van produkten;
- koelen van gebouwen, grond en mest.

In bijlage 2 geven we een uitgebreide omschrijving van het type watergebruik en een overzicht van de omvang van deze verschillende typen watergebruik.

De meeste aandacht besteden we aan het watergebruik voor gewasproductie (gewasverdamping), en de waterhuishoudkundige maatregelen die een hoge gewasproductie mogelijk maken (met name ontwatering). Naar verwachting is hier het grootste effect te behalen in de bestrijding van verdroging (zie §2.2). Op onderstaande typen watergebruik gaan we niet in. We geven kort de reden daarvoor aan.

- *Grondontsmetting door inundatie*  
Als alternatief voor chemische bodemontsmetting vindt in de bloembollenteelt grondontsmetting door periodieke inundatie van bollenvelden plaats. Deze techniek stond eind jaren '80 in de belangstelling, maar wordt tegenwoordig bijna niet meer toegepast (Hoogeveen 1996).
- *Nachtvorstbestrijding door beregening*  
Om bevrozing van de bloesem van fruitbomen tegen te gaan beregent men in het vroege voorjaar tijdens perioden met nachtvorst. Het versproeide water wordt over het algemeen gewonnen uit oppervlaktewater. Omdat de verdamping vroeg in het voorjaar zeer gering is, komt het beregende water grotendeels weer ten goede aan het oppervlakte- en grondwater. Beregening voor nachtvorstbestrijding levert dan ook een zeer geringe bijdrage aan verdroging.
- *Overig watergebruik*  
Naast bovengenoemd watergebruik gebruikt men in de landbouw water voor doeleinden, die kwantitatief nauwelijks een rol spelen, zoals het ontsmetten van bloembollen en het gebruik als spuitvloeistof. Deze typen watergebruik kunnen vanuit het oogpunt van waterkwaliteit wel belangrijk zijn. De *Circulaire Agrarische Afvalwaterlozingen* (1995) geeft een overzicht van alle afvalwaterstromen op landbouwbedrijven.



**Watergebruik in de stal**

## 2.4.2 Bedrijfstakken

Alle bedrijfstakken in de land- en tuinbouw gebruiken water voor verschillende doeleinden en stellen eisen aan de ontwatering van landbouwgronden.

**Tabel 2.2** Agrarisch grondgebruik in Nederland in 1994 in oppervlakte (ha) en aandeel (%)

| sector                             | oppervlakte<br>(* 1000 ha) | %   |
|------------------------------------|----------------------------|-----|
| (melk)veehouderij totaal, waarvan: | 1.279                      | 65  |
| - grasland                         | 1.050                      | 53  |
| - snijmaïs                         | 229                        | 12  |
| akkerbouw (excl. snijmaïs)         | 568                        | 28  |
| tuinbouw totaal, waarvan           | 110                        | 6   |
| - vollegrondsgroenteteelt          | 46                         | 2   |
| - fruit/boomteelt                  | 37                         | 2   |
| - bloembollen                      | 17                         | 1   |
| - glastuinbouw                     | 10                         | 1   |
| braakland                          | 14                         | 1   |
| totaal cultuurgrond                | 1.971                      | 100 |

bron: *Landbouwcijfers 1994* (1995)

In deze studie betrekken we alle in tabel 2.2 weergegeven bedrijfstakken. De tabel geeft een overzicht van het ruimtelijke belang van de verschillende bedrijfstakken. We gaan slechts in geringe mate in op de glastuinbouw omdat deze sector vanuit het WVO-Lozingenbesluit glastuinbouw (dat tot doel heeft de waterkwaliteit te verbeteren) al wordt verplicht tot maatregelen die gunstig zijn voor de bestrijding van verdroging (recirculatie water, aanleg neerslagreservoir). Verdere verdrogingsbestrijding is mogelijk door neerslag te laten infiltreren en/of een groter gedeelte van de neerslag op te vangen in een reservoir. Vanwege ruimtegebrek zijn beide maatregelen in dichtbebouwde, bestaande glastuinbouwgebieden voor individuele tuinders moeilijk te realiseren. Verdrogingsbestrijding in de glastuinbouw is dan ook in eerste instantie een planologische beslissing. De intensieve veehouderij behandelen we als aparte bedrijfstak.

## 2.4.3 Bodemsoort

De aard van de verdrogingsproblematiek verschilt niet alleen per bedrijfstak en type watergebruik, maar is ook afhankelijk van de bodemsoort en de geo-hydrologische situatie. In infiltratie- of inzijgingsgebieden (voornamelijk op de hogere zandgronden) is het vergroten van de aanvulling van het grondwater een belangrijke maatregel terwijl in veenweidegebieden het terugdringen van de aanvoer van gebiedsvreemd water een belangrijke maatregel kan zijn. We onderscheiden bij het evalueren van maatregelen waar mogelijk vier grondsoorten: zand, klei, veen en löss.

#### 2.4.4 Waterkwaliteit

Verdroging is niet alleen een kwantiteitsprobleem, maar ook een kwaliteitsprobleem (§2.1). In deze paragraaf gaan we na in hoeverre we het kwaliteitsaspect van landbouwwater betrekking heeft op verdroging.

Land- en tuinbouwbedrijven kunnen via de waterkwaliteit op de volgende manieren invloed hebben op verdroging:

- landbouwwater wordt vanwege de te lage kwaliteit uit natuurgebieden geweerd waardoor watertekort in het gebied kan ontstaan;
- landbouw verhoogt de behoefte aan aanvoer van gebiedsvreemd water; als de kwaliteit van het aangevoerde water afwijkt van die van het van nature aanwezige water, kan wateraanvoer een negatief effect hebben op de aanwezige natuur;
- oppervlaktewater heeft een te lage kwaliteit voor agrarisch gebruik waardoor een agrariër moet overschakelen op waterbronnen waarvan het verdrogend effect groter is.

We werken deze punten hieronder uit.

##### *Wering van landbouwwater uit natuurgebieden*

Oppervlakte- en grondwater uit agrarisch gebied kan belast zijn met mineralen, bestrijdingsmiddelen en zware metalen. Ook lozing van ongezuiverd afvalwater kan het oppervlaktewater sterk verontreinigen (lozing van afvalwater op het oppervlaktewater is volgens het lozingenbesluit WVO officieel vergunningplichtig, hoewel sommige waterschappen het nog gedogen). Door vervuiling en vermesting neemt de kwaliteit van oppervlakte- en grondwater af, waardoor het ongeschikt is om in (aangrenzende) natuurgebieden te worden ingelaten.

Terreinbeheerders proberen dit landbouwwater zoveel mogelijk uit het natuurgebied te weren. Hierdoor kan het natuurgebied verdrogen. Wordt het verontreinigde landbouwwater wel in het natuurgebied ingelaten, dan kan de waterkwaliteit in het natuurgebied zodanig veranderen dat sprake is van indirecte verdroging.

Land- en tuinbouwbedrijven kunnen de vermesting en verontreiniging van grond- en oppervlaktewater verminderen door zuinig en bewust met bestrijdingsmiddelen en mest om te gaan. Daardoor verbetert de kwaliteit van het water zodat het in een natuurgebied kan worden ingelaten, of zodat de negatieve effecten van het inlaten van landbouwwater afnemen. Dit draagt bij aan het terugdringen van verdroging.

Naar de mogelijkheden om vermesting en vervuiling van oppervlakte- en grondwater door land- en tuinbouwbedrijven terug te dringen is veel onderzoek verricht, onder andere door het CLM (zie bijvoorbeeld Buijze & Biewinga 1995). In die studies zijn maatregelen geïnventariseerd en zijn indicatoren opgesteld waarmee een agrariër op zijn eigen bedrijf aan de slag kan (*de mineralenboekhouding en de milieumeetlat voor bestrijdingsmiddelen*). Deze indicatoren zijn bruikbaar voor een eerste benadering van de belasting van grond- en oppervlaktewater door een landbouwbedrijf. We gaan daarom niet verder in op dit aspect van verdroging.

##### *Toename behoefte aan aanvoer van gebiedsvreemd water*

Voor optimale landbouwproductie is vaak aanvoer van gebiedsvreemd water gewenst. Aangevoerd gebiedsvreemd water houdt de grondwaterstand in een gebied op peil of is een waterbron voor beregening of subinfiltratie. Verontreiniging en vermesting van oppervlaktewater door land- en tuinbouw kan ook de behoefte aan doorspoeling van het systeem (met aangevoerd gebiedsvreemd water) verhogen.

Het aangevoerde gebiedsvreemd water heeft vaak een andere kwaliteit dan het gebiedseigen water. Aanvoer van gebiedsvreemd water kan leiden tot de aantasting van in het gebied aanwezige natuurwaarden. Ook dit effect wordt als verdroging aangemerkt. Deze vorm van verdroging hoeft overigens niet overal op te treden waar gebiedsvreemd water wordt aangevoerd.

De verdroging van een gebied is te beperken door de aanvoer van gebiedsvreemd water zoveel mogelijk terug te dringen of de kwaliteit van het aangevoerde water te verbeteren.

Hoewel de aanvoer van gebiedsvreemd water de verantwoordelijkheid is van de kwantiteitsbeheerder, kan een individuele agrariër bijdragen aan de terugdringing van verdroging door maatregelen te nemen om minder afhankelijk te zijn van de aanvoer van gebiedsvreemd water. Wateraanvoer is te verminderen door in het voorjaar water langer vast te houden en/of door in droge perioden zuiniger te zijn met water. Door maatregelen gericht op de waterkwantiteit kan een agrariër dus (vaak in beperkte mate) de waterkwaliteit in het gebied verbeteren. Dit kwaliteitsaspect van verdroging betrekken we in de studie.

#### *Oppervlaktewater heeft een te lage kwaliteit*

Als het oppervlaktewater een te lage kwaliteit heeft voor bepaalde typen watergebruik, moet een agrariër overschakelen op een andere waterbron, zoals grondwater of leidingwater. Het verdrogend effect van de winning van grondwater (uit een eigen put of voor leidingwater) is vaak groter dan dat van de winning uit oppervlaktewater. Dergelijke problemen doen zich vooral voor bij de drinkwatervoorziening voor het vee (zie bijvoorbeeld Stoop & Pak 1995). Kwalitatief slecht oppervlaktewater is geen geschikt drinkwater voor het vee. De slechte kwaliteit kan zijn veroorzaakt door lozing van rioolwateroverstorten op het oppervlaktewater, vervuiling door de land- en tuinbouw en/of door aanvoer van gebiedsvreemd water.

Verdroging kan worden tegengegaan door ervoor te zorgen dat de kwaliteit van het oppervlaktewater hoog genoeg is voor alle typen watergebruik. Dit is in eerste instantie een verantwoordelijkheid voor de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI's), maar kan ook worden bereikt door minder gebiedsvreemd water aan te voeren en door de vervuiling van het water door de land- en tuinbouw terug te dringen.



# 3 INDICATOREN OP BEDRIJFSNIVEAU VOOR WATERGEBRUIK EN -BEHEER

## 3.1 Inleiding

Om op bedrijfsniveau iets aan verdroging te doen en om aan betrokkenen duidelijk te maken waar ze aan toe zijn, moeten we heldere, werkbare doelstellingen formuleren. Veel doelstellingen van de overheid zijn te algemeen of niet toepasbaar op bedrijfsniveau. Het overheidsbeleid voor verdroging is gericht op terugdringing van het verdroogd areaal in 2000 met 25% ten opzichte van 1985. Met een dergelijke doelstelling kan een agrariër niets doen. Een agrariër moet beschikken over maatstaven waarmee hij zelf kan vaststellen hoe ver hij is gevorderd met het realiseren van de doelstellingen. Dergelijke maatstaven noemen we milieuprestatie-indicatoren (zie ook Middelkoop e.a. 1993; Jaarverslag CLM 1995/1996).

Een milieuprestatie-indicator is een indicator die aangeeft hoe een agrariër op een bepaald milieuthema scoort<sup>7</sup>. Om een score te kunnen meten heeft de agrariër een meetlat nodig. Voor verschillende milieuthema's heeft het CLM inmiddels indicatoren en meetlatten ontwikkeld. Zie tabel 3.1.

Tabel 3.1 Indicatoren en meetlatten voor verschillende milieuthema's

| milieuthema                         | indicator                      | meetlat                                 |
|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|
| - vermisting                        | mineralenoverschot per hectare | mineralenboekhouding                    |
| - verspreiding bestrijdingsmiddelen | milieubelastingspunten         | milieumeetlat voor bestrijdingsmiddelen |
| - uitputting energiebronnen         | energiegebruik per kg produkt  | energieboekhouding                      |
| - broeikaseffect                    | emissie van broeikasgassen     | energieboekhouding                      |
| - verlies biodiversiteit            | biodiversiteit                 | natuurmeetlat voor landbouwbedrijven    |

bron: Jaarverslag CLM 1995/1996

In dit hoofdstuk gaan we na of het mogelijk is om een indicator te ontwikkelen waarmee een agrariër op zijn bedrijf grip kan krijgen op zijn bijdrage aan verdroging, en waarmee hij inzicht verkrijgt in de resultaten van maatregelen die hij heeft genomen. Bij het ontwerpen van een indicator kunnen we in principe uitgaan van twee benaderingen:

7 Een milieuprestatie-indicator is een indicator die de milieuprestatie voor een bepaald milieuterrein op een land- of tuinbouwbedrijf in beeld brengt. De milieuprestatie-indicator is iets anders dan de milieukwaliteitsindicator, die een indicatie geeft van de actuele milieukwaliteit in een gebied of voor een milieuterrein (luchtkwaliteit, waterkwaliteit). Korte tijdshorizonten duiden we in dit rapport de milieuprestatie-indicator verder aan met de term 'indicator'.

- *Waterstromen*  
Een agrariër meet en registreert op het bedrijf alle waterstromen. Zo stelt hij een waterboekhouding op. De posten watergebruik en waterafvoer kunnen in principe een maat zijn voor de bijdrage van het bedrijf aan verdroging. De waterboekhouding is hiervoor een meetlat.
- *Resultante van waterstromen*  
De agrariër kijkt niet naar de verschillende waterstromen, maar naar de resultante van die waterstromen. Deze resultante van de waterstromen is een grootheid die een agrariër rechtstreeks kan meten, zoals de grondwaterstand of het slootpeil.

We werken beide meetlatten verder uit en kijken of het mogelijk is om op grond hiervan een indicator te ontwikkelen. Om te kunnen beoordelen of de ontwikkelde indicatoren geschikt zijn, moeten we ze toetsen aan criteria. Middelkoop e.a. (1993) onderscheiden veertien criteria waaraan een indicator moet voldoen. Omdat toetsing aan alle veertien criteria in het kader van deze studie te ver voert, kiezen we de drie belangrijkste criteria voor de eerste toetsing van indicatoren. Een goede indicator voor het waterbeheer en -gebruik voldoet aan de volgende criteria:

1. de indicator is bruikbaar op bedrijfsniveau;
2. de indicator is beschikbaar en met enige nauwkeurigheid vast te stellen (meten, berekenen);
3. de indicator is representatief voor verdroging, en/of voor de bijdrage van het bedrijf aan (de terugdringing van) verdroging.

We zullen beide methoden bespreken. Alvorens dit te doen gaan we in §3.2 eerst kort in op de mogelijkheden om de 'meteorologische ruis' weg te filteren. (De meteorologische ruis bepaalt in grote mate of het mogelijk is een representatieve indicator te ontwikkelen voor het waterbeheer en -gebruik op het bedrijf.) In §3.3 bespreken we de waterboekhouding en in §3.4 de direct te meten parameters. In §3.5 gaan we in op een afgeleide van de waterboekhouding, de waterbegroting. We toetsen deze indicatoren aan de hierboven geformuleerde criteria. In §3.6 maken we de balans op van deze verkenning. We beantwoorden ook de vraag of de ontwikkelde indicatoren geschikt zijn voor beleidsmatig gebruik en voor het formuleren en meten van normen op bedrijfsniveau. We geven aan welk vervolgonderzoek gewenst is.

### 3.2 Meteorologische ruis

Wat zijn de mogelijkheden om de 'meteorologische ruis' uit metingen of berekeningen op bedrijfsniveau weg te vangen? Onder meteorologische ruis verstaan we de variatie in gemeten en berekende waarden die het gevolg zijn van verschillen in weerjaar en die niet worden veroorzaakt door veranderingen in het watergebruik of -beheer op het bedrijf.

De omvang van veel typen watergebruik is afhankelijk van het weer. Als het warm en droog is, drinken dieren meer, verdampen gewassen meer, wordt meer water onttrokken voor beregening en wordt meer water gebruikt voor de koeling van stallen. Als het bovendien weinig regent en de grondwatervoorraad niet wordt aangevuld, daalt de grondwaterstand. Deze daling van de grondwaterstand is niet het gevolg van menselijke ingrepen, maar van het weer. Dit duiden we aan als droogte, niet als verdroging.

Als een agrariër het waterverbruik registreert of metingen in het veld verricht, moet hij het effect dat veroorzaakt wordt door het weer kunnen onderscheiden van het effect dat wordt veroorzaakt door zijn eigen handelingen. We moeten anders gezegd een manier vinden om verdroging (structureel) van droogte (incidenteel) te onderscheiden. We kunnen dit in principe op de volgende manieren oplossen:

1. *Rekenen met voor het bedrijf geldende langjarige gemiddelden*  
Door te rekenen met gemiddelde waarden krijgen we inzicht in de gemiddelde grootte van het watergebruik. Deze is onafhankelijk van het weerjaar. Voor de gewasverdamping is dit een goede benadering omdat deze waarden uit de HELP-tabellen (zie bijvoorbeeld *Cultuurtechnisch Vademecum* 1992) kunnen worden bepaald (of met een agrohydrologisch computerprogramma).

We kunnen rekening houden met de specifieke bedrijfssituatie zoals watervoorziening (grondwatertrap), gewas en bodemsoort. Voor de overige typen watergebruik is het bepalen van gemiddelden lastiger omdat we daarvoor eerst metingen moeten verrichten.

2. *De uitkomsten of gemeten waarden over een aantal jaren middelen*

De gemiddelde waarde over de laatste drie jaar kan bijvoorbeeld als indicator dienen. Ook in deze indicator speelt echter het weerjaar een belangrijke rol (als een jaar erg droog was, is dat terug te vinden in de gemiddelde waarde). Nadeel is ook dat het ten minste drie tot vier jaar duurt voordat we voor de meeste typen watergebruik een enigszins betrouwbaar gemiddelde hebben.

3. *Correctie van de uitkomsten voor het betreffende weerjaar*

Net zoals het gasverbruik van een huishouden voor een bepaald jaar wordt teruggerekend naar een standaardjaar kunnen cijfers voor watergebruik worden teruggerekend naar een standaardjaar. Voor de monitoring van het verloop van de grondwaterstand in natuurgebieden is een dergelijke methode ontwikkeld. Voorwaarde is wel dat er voldoende meetgegevens zijn. Of deze methode op bedrijfsniveau technisch realiseerbaar, voldoende nauwkeurig en praktisch uitvoerbaar is, moet worden onderzocht.

4. *Doelen of normen afhankelijk van weerjaar maken*

Afhankelijk van het weerjaar kunnen we op gebiedsniveau de (bedrijfs)doelen specificeren. Of dit technisch realiseerbaar en praktisch uitvoerbaar is, moet verder worden onderzocht.

5. *Werken met een bandbreedte voor de bedrijfsdoelen*

Met de indicator meten we een bepaalde waarde (waterverbruik, grondwaterstand) voor het watergebruik en -beheer op het bedrijf. Om te toetsen of een bepaald bedrijfsdoel is gehaald, kunnen we werken met een bandbreedte: als de gemeten of berekende waarden binnen deze bandbreedte vallen, is het bedrijfsdoel gehaald.

Welke oplossing we kiezen is onder andere afhankelijk van de indicator die we gebruiken. Opties 1, 3 en 4 vergen veel rekenwerk dat een agrariër niet zelf kan uitvoeren. Daardoor zijn deze opties relatief duur. Opties 2 en 5 zijn eenvoudig op bedrijfsniveau te gebruiken. Onze voorkeur gaat dan ook uit naar opties 2 en 5.

Er zijn in principe mogelijkheden om de meteorologische ruis gedeeltelijk weg te vangen. Onderzoek moet uitwijzen of deze opties in de praktijk zijn te gebruiken en of ze de meteorologische ruis voldoende wegvangen.

### 3.3 De waterboekhouding

Met een waterboekhouding kan een agrariër de waterstromen op zijn bedrijf in kaart brengen. Daarvoor moet hij alle inkomende en uitgaande waterstromen op zijn bedrijf bepalen en registreren. Als alle posten goed kunnen worden bepaald, geeft de waterboekhouding een goed beeld van de grootte van de verschillende waterstromen en van hun relatieve belang.

In deze paragraaf onderzoeken we of we met de waterboekhouding een geschikte indicator kunnen ontwikkelen voor het waterbeheer en -gebruik op het bedrijf. Eerst geven we aan hoe de waterboekhouding werkt (§3.3.1). Vervolgens bespreken we hoe we de waterboekhouding als indicator kunnen gebruiken (§3.3.2). Ten slotte (in §3.3.3) toetsen we de uit de waterboekhouding afgeleide indicatoren aan de criteria uit §3.1.

#### 3.3.1 Opzet van de waterboekhouding

Met de waterboekhouding willen we alle inkomende en uitgaande waterstromen op het bedrijf in kaart brengen. Om met de waterboekhouding te kunnen werken moeten we de volgende punten duidelijk omschrijven:

- afbakening van de ruimtelijke eenheid waarvoor we een waterboekhouding opstellen;
- omschrijving van de posten op de waterboekhouding;
- afbakening van de tijdspanne waarvoor we een boekhouding opstellen.

We behandelen deze punten hieronder.

### *Ruimtelijke afbakening*

Het is belangrijk duidelijk voor ogen te hebben hoe we het bedrijf waarvoor we de waterboekhouding opstellen, ruimtelijk afbakenen. Een waterboekhouding voor een perceel ziet er immers anders uit dan een boekhouding van het watergebruik in de stal. Omdat we met de waterboekhouding inzicht willen krijgen in de bijdrage van een geheel bedrijf aan verdroging kiezen we als ruimtelijke afbakening een homogeen bodemvocht- en grondwaterreservoir op het gehele bedrijf. Hiervoor hebben we de volgende overwegingen:

- Verdroging heeft betrekking op de hoeveelheid water in de bodem (zowel grondwater in de verzadigde zone als bodemvocht in de onverzadigde zone). Hoe meer water in de bodem aanwezig is, hoe hoger de grondwaterstand is. Generaliserend kunnen we stellen dat in een verdroogd gebied een grondwaterstand die hoger is dan in de uitgangssituatie, positief is vanuit het oogpunt van terugdringing van verdroging. Wordt water aan de bodem toegevoegd, dan stijgt de grondwaterstand. Wordt water aan de bodem onttrokken, dan daalt de grondwaterstand in het gebied, hetgeen negatief is vanuit het oogpunt van verdroging. Als ruimtelijke eenheid waarvoor we de waterboekhouding opstellen kiezen we dan ook het bodemvocht- en grondwaterreservoir op het bedrijf.
- Om de waterboekhouding hanteerbaar te houden beschouwen het water in de bodem (*bodemvocht- en grondwaterreservoir*) als een homogeen geheel. We gaan ervan uit dat er geen horizontale en verticale grondwaterstromen binnen het bedrijf optreden en dat de onttrekking van water aan het bodemvocht- en grondwaterreservoir op iedere plek binnen het bedrijf hetzelfde effect heeft.
- We beschouwen het bedrijf als een homogeen afzonderlijk geheel. We kijken niet naar de deelprocessen binnen het bedrijf. We zijn alleen geïnteresseerd in welke waterstromen het bedrijf binnenkomen en welke stromen eruit gaan. Wat betreft de gewasverdamping kunnen we wel met verschillende gewassen rekening houden. Ook is het mogelijk om in de berekening van de gewasverdamping rekening te houden met natte en droge percelen op het bedrijf.

### *Posten op de waterboekhouding*

Figuur 3.1 geeft schematisch weer hoe de waterboekhouding is opgebouwd, welke posten tot de aanvoerkant behoren en welke tot de afvoerkant. We bespreken deze posten kort en geven daarbij aan hoe een agrariër de waterstromen op zijn bedrijf kan bepalen.

Figuur 3.1 Schematische weergave van de waterboekhouding

| aanvoer                             | reservoir bodem-<br>vocht / grondwater |    | afvoer / watergebruik                       |
|-------------------------------------|----------------------------------------|----|---------------------------------------------|
| neerslag                            | ->                                     | -> | verdamping gewas (exclusief beregening)     |
|                                     |                                        | -> | afstroming verhard oppervlak naar opp.water |
|                                     |                                        | -> | opp. afstroming van perceel naar opp.water  |
| waterlevering uit neerslagreservoir | ->                                     | -> | opvang water voor neerslagreservoir         |
| uitrijden spoelwater op perceel     | ->                                     | -> | spoelen produkten / machines                |
| uitrijden mest op perceel           | ->                                     | -> | drinkwater vee                              |
|                                     |                                        | -> | reinigingswater voor stallen                |
|                                     |                                        | -> | spoelwater melkinstallatie                  |
| gebruikt koelwater naar grondwater  | ->                                     | -> | winning koelwater voor mest / grond         |
| aanvoer opp.water beregening        | ->                                     | -> | beregening uit opp.water (gewasverdamping)  |
|                                     |                                        | -> | beregening uit grondwater (gewasverdamping) |
| aanvoer opp.water voor peilbeheer   | ->                                     | -> | drainage en ontwatering naar opp.water      |
| aanvulling via grondwater (kwel)    | ->                                     | -> | afvoer via grondwater (wegzijing)           |

### Aanvoer

Met de aanvoer van water bedoelen we het water dat aan het reservoir van bodemvocht en grondwater wordt toegevoegd. We onderscheiden de volgende posten:

- **Neerslag**  
Een groot gedeelte van de neerslag wordt opgenomen door de bodem en komt ten goede aan het bodemvocht- en grondwaterreservoir. Een klein deel van de neerslag stroomt oppervlakkig af. Deze oppervlakkige afstroming behandelen we aan de afvoerkant van de waterboekhouding. De agrariër kan totale de hoeveelheid neerslag met een eenvoudige regenmeter meten.
- **Kunstmatige aanvulling**  
Aanvulling van het bodemvocht- en grondwaterreservoir vindt plaats door onttrokken water (spoelwater, koelwater, water voor neerslagreservoir) weer toe te voegen aan het bodemvocht- en grondwaterreservoir. Voor beregening uit grondwater nemen we aan dat het opgepompte water in zijn geheel wordt verbruikt voor gewasverdamping en door verwaaiing, en dat er dus geen water aan het bodemvochtreservoir wordt toegevoegd. Beregeningswater uit oppervlaktewater wordt daarentegen van buiten het reservoir aangevoerd en is dus wat betreft het watergebruik op het niveau van het bedrijf neutraal (eerst aangevoerd, dan meteen gebruikt). Indien het terugdringen van de aanvoer van oppervlaktewater gewenst is (om kwaliteitsredenen), moet de agrariër deze aanvoerpost zoveel mogelijk beperken.

- *Aanvoer via natuurlijke (grond)waterstromen*

Aanvoer via oppervlaktewater (aanvulling van grondwater en bodemvocht door infiltratie vanuit het oppervlaktewater) en aanvoer via grondwater (kwel) zijn op het bedrijf door de agrariër niet of nauwelijks te bepalen. Wel kunnen we de grootte van de posten door modelberekeningen globaal proberen vast te stellen. Een agrariër kan deze waarden niet zelf berekenen, maar moet ze aangeleverd krijgen (bijvoorbeeld door een voorlichter).

### Afvoer

Met de afvoer van water bedoelen we het water dat uit het bodem- en grondwaterreservoir verdwijnt via verdamping, onttrekking en horizontale en verticale grondwaterstroming over de grenzen van het bedrijf. We onderscheiden de volgende posten:

- *Gewasverdamping (inclusief bodemverdamping)*

De wortels van een plant onttrekken water aan de bodem. Het water verdwijnt grotendeels naar de atmosfeer. Een relatief klein gedeelte wordt in de plant opgeslagen. De werkelijke bodem- en gewasverdamping kunnen we niet direct meten. Er zijn twee mogelijkheden om de verdamping te benaderen:

- Rekenen met actuele cijfers. Door grondwaterstand, potentiële verdamping en gewasontwikkeling bij te houden is het mogelijk de werkelijke verdamping goed te benaderen. Dit kan met rekenprogramma's. Op bedrijfsniveau kan een agrariër de gewasverdamping tijdens het groeiseizoen afleiden uit de 'beregenningsplanner' die het CLM heeft ontwikkeld (Boland e.a. 1996). Hij zal dan echter ook voor de percelen die niet berekend worden en buiten het beregeningsseizoen met de planner moeten werken. De berekende verdamping is de verdamping inclusief beregening
- Op grond van gegevens als grondwatertrap en de bodemsoort is voor een bepaald gewas de verdamping voor een gemiddeld jaar te berekenen. De verkregen waarden zijn echter weinig nauwkeurig. Een agrariër kan deze waarden niet zelf berekenen, maar moet deze aangeleverd krijgen (bijvoorbeeld door een voorlichter).

- *Beregening*

Om te kunnen beregenen moet een agrariër water onttrekken aan het oppervlakte- of grondwater. In de waterboekhouding gaan we ervan uit dat al het onttrokken water uit het reservoir direct voor gewasverdamping wordt gebruikt of door verwaaiing verloren gaat, zodat er geen beregeningswater aan het bodemvocht- en grondwaterreservoir wordt toegevoegd. De onttrokken hoeveelheid grond- en oppervlaktewater voor beregening is op een aantal manieren te bepalen. De meest gebruikelijke methoden zijn:

- Met een watermeter. Een watermeter meet de hoeveelheid verpompt water. Nadelen van watermeters zijn de hoge kosten en de gevoeligheid voor storingen.
- Op basis van het aantal draaiuren vermenigvuldigd met de capaciteit van de installatie. Het aantal draaiuren kan met een urenteller worden bijgehouden. Hierbij is het van belang dat de werkelijke capaciteit van de installatie bekend is. Vaak wordt gerekend met de opgegeven pompcapaciteit. Deze ligt hoger dan de werkelijke capaciteit, zodat grote fouten kunnen ontstaan (afwijkingen tot meer dan 50% zijn mogelijk; Grondwateronttrekking voor beregening 1994).
- Op basis van de geschatte giftgrootte vermenigvuldigd met het beregende oppervlak. De giftgrootte kan goed worden benaderd door tijdens de beregening de gegeven gift met een aantal regenmeters te meten (Boland e.a. 1996).

- *Overige typen watergebruik (drinkwater voor vee, spoelen van produkten etc.)*

Bij het overige watergebruik wordt het water over het algemeen niet verbruikt, maar alleen tijdelijk gebruikt (denk bijvoorbeeld aan het spoelen van produkten). Indien het gebruikte water wordt teruggebracht in het systeem geven we dit aan de aanvoerkant van de waterboekhouding weer. Voor de overige typen watergebruik wordt vaak leidingwater gebruikt. Als leidingwater uit grondwater wordt gewonnen, beschouwen we leidingwater ook als water dat aan de bodem wordt onttrokken.

Als leidingwater uit oppervlaktewater wordt gewonnen, beschouwen we het als oppervlaktewater. Als de herkomst van het leidingwater onbekend is, nemen we aan dat het uit grondwater wordt gewonnen. In Nederland wordt circa 65% van het leidingwater uit grondwater gewonnen.

Over het algemeen zijn deze posten goed te bepalen omdat water via de waterleiding binnenkomt of met een pomp uit grondwater wordt gewonnen. Als water uit een bron voor verscheidene doeleinden wordt gebruikt, is het moeilijk het verbruik op te splitsen naar de verschillende typen watergebruik. Voor de meeste typen watergebruik zijn praktijknormen opgesteld waaraan een agrariër het waterverbruik op zijn bedrijf kan toetsen. Overigens wordt het waterverbruik in veel gevallen nog niet geregistreerd. Omdat vee 's zomers vaak in de wei loopt, is het moeilijk het drinkwatergebruik in die periode te meten.

- *Afstroming verhard oppervlak*

Regen die op verhard oppervlak valt, infiltreert niet en wordt vaak via het oppervlaktewater of het riool afgevoerd. Het water dat van verhard oppervlak afstroomt, komt niet ten goede aan het bodemvocht- en grondwaterreservoir. De afstroming van het verhard oppervlak is te berekenen als de neerslag maal het oppervlak maal een afstromingsfactor. Niet alle neerslag wordt oppervlakkig afgevoerd: een gedeelte verdampst direct van het oppervlak. De afstromingsfactor is met name afhankelijk van het type verhard oppervlak (beton, asfalt, klinkers) en de grootte van de hoeveelheid neerslag (bij kleine buien verdampst relatief meer water dan bij grote buien; zie ook Van Bakel e.a. 1995). Overigens vindt uit een verhard gebied geen verdamping uit de bodem plaats, zoals bij kale of begroeide bodem. Hierdoor is het verschil in de netto aanvulling van het grondwater tussen een verhard en een onverhard oppervlak minder groot dan enkel op basis van de afstroming van de neerslag is te verwachten.

- *Afvoer via (grond)waterstromen*

Ook door waterstromen op het perceel en in de bodem kan water uit het systeem worden afgevoerd. We onderscheiden:

- afvoer naar het oppervlaktewater door oppervlakkige afstroming van percelen. De grootte van de oppervlakkige afstroming is moeilijk te bepalen, maar kan op basis van standaardgegevens globaal worden berekend;
- afvoer naar het oppervlaktewater door ontwatering, drainage en onderbemaling vanuit het perceel. Afvoer van water via onderbemaling is in principe goed te bepalen (met de effectieve pompcapaciteit en het aantal draaiuren). De grootte van de afvoer via ontwatering en drainage is moeilijk nauwkeurig te bepalen. Wel is het mogelijk om op gebiedsniveau een schatting te maken van de gemiddelde oppervlakkige afvoer uit het gebied. Voorwaarde daarvoor is dat het waterschap meetgegevens heeft over de afvoer via het oppervlaktewater uit het gebied. Deze benadering doet echter weinig recht aan de specifieke situatie op een bedrijf.
- afvoer via en naar het grondwater door wegzijging en infiltratie (aanvulling van diepe grondwater). Deze post kan een agrariër niet op bedrijfsniveau bepalen. Wel kunnen we de grootte van de post door model berekeningen globaal proberen vast te stellen. Een agrariër kan deze waarden niet zelf berekenen, maar moet deze aangeleverd krijgen (bijvoorbeeld door een voorlichter).

### *Tijdspanne*

Als we de waterstromen op het bedrijf op jaarbasis in kaart brengen, verliezen we inzicht in de verschillen tussen de seizoenen. We krijgen wel inzicht in de grootte van de verschillende posten, maar het wordt niet duidelijk wanneer een bepaald type watergebruik plaatsvindt. Bovendien is het saldo van de waterboekhouding op jaarbasis gelijk aan nul: er wordt in een jaar evenveel water aangevoerd als afgevoerd. De grondwaterstand aan het begin van het jaar is normaal gesproken immers ongeveer even hoog is als aan het eind van dat jaar, zodat de inhoud van het bodemvocht- en grondwaterreservoir aan het begin van het jaar (nagenoeg) even groot is als die aan het eind van dat jaar. Daarnaast kan onttrekking van water in de winterperiode, met een neerslagoverschot, vanuit het oogpunt van verdroging een heel ander effect hebben dan onttrekking in de zomer.

We moeten dus op zijn minst onderscheid maken tussen winter- en zomerperiode.

Aan de andere kant moeten we een globaal inzicht krijgen in het watergebruik omdat we geïnteresseerd zijn in verdroging en niet in droogte. Berekening van de waterboekhouding op dag- of weekbasis is dan ook weinig zinvol. Vooralsnog kiezen we voor een tijdspanne van een half jaar, te weten het groeiseizoen (april tot en met september) en het winterseizoen (oktober tot en met maart). Dit is de gebruikelijke indeling in groei- en winterseizoen.

In bijlage 4 hebben we ter illustratie volgens de hierboven beschreven stappen voor een fictief bedrijf een waterboekhouding uitgewerkt. Het gaat om een globaal voorbeeld. De gebruikte waarden zijn standaardwaarden uit literatuur (zie ook bijlage 3).

Uit het uitgewerkte voorbeeld van de waterboekhouding in bijlage 4 kunnen we de volgende conclusie trekken met betrekking tot de relatieve grootte van posten:

- Gewasverdamping is veruit de grootste post aan de afvoerkant en neemt in het zomerseizoen ca. 95 % van de 'waterafvoer' voor zijn rekening. Dat geldt niet voor de intensieve veehouderij die weinig of geen bouwland heeft.
- Op jaarbasis is de gemiddelde totale afvoer via ontwatering uit een landbouwgebied ca. 250 mm, ofwel 2500 m<sup>3</sup> per hectare. Op het bedrijf in het voorbeeld is de totale afvoer via ontwatering (en wegzijging) dus 46 ha \* 2500 m<sup>3</sup> = 115.000 m<sup>3</sup> per jaar. Deze afvoer vindt met name plaats in het winterhalfjaar, in de periode van het neerslagoverschot. De waterafvoer door ontwatering is dus eveneens een belangrijke post. Bij de afvoer via ontwatering gaat het overigens niet zozeer om de hoeveelheid afgevoerd water, maar om het moment waarop het water wordt afgevoerd en om de hoogte van de grondwaterstand waarbij afvoer plaatsvindt.
- Aan de aanvoerkant is de neerslag veruit de grootste post.

### 3.3.2 De waterboekhouding als indicator

De waterboekhouding is een meetlat en geen indicator. De waterboekhouding als instrument zegt niets over het watergebruik en -beheer op het bedrijf, net zo min als een bedrijfseconomische boekhouding (als instrument) iets zegt over het bedrijfseconomische situatie op een bedrijf. Het saldo en de omzet zeggen wel iets over de economische situatie op het bedrijf. Ook posten op de bedrijfseconomische boekhouding (zoals de relatieve hoogte van de loonkosten ten opzichte van andere kosten) kunnen informatie geven over de situatie op het bedrijf.

Analoog aan de bedrijfseconomische boekhouding kunnen we de waterboekhouding in principe als indicator voor het waterbeheer en -gebruik op een bedrijf gebruiken. Daarbij onderscheiden we twee mogelijkheden:

- overkoepelende indicator;
- indicatoren en doelstellingen voor posten op de waterbalans.

We werken beide typen indicatoren verder uit.

#### *Overkoepelende indicatoren*

We kunnen twee overkoepelende indicatoren afleiden uit de waterboekhouding:

- het totale watergebruik in het groeiseizoen;
- het saldo van in- en uitgaand water op het bedrijf in het groeiseizoen.

Het totale watergebruik in het groeiseizoen geeft aan hoeveel water op het bedrijf is gebruikt. Een relatief laag gebruik duidt over het algemeen op een relatief geringe bijdrage aan verdroging. Uit vergelijking met andere bedrijven of voorgaande jaren kan een agrariër afleiden hoe hij scoort.

Een hoog gebruik wil niet automatisch zeggen dat de bijdrage aan verdroging groot is. Een agrariër kan immers op zijn bedrijf ook maatregelen nemen om het verbruikte water weer terug te voeren naar de bodem en het grondwater (zoals water voor het spoelen van produkten).



Ook kan hij een hoog watergebruik hebben, maar hiervoor gebruik maken van regenwater dat hij in een natte periode in een neerslagreservoir heeft opgevangen. We kiezen voor deze tweede optie, het saldo, omdat hierin ook deze inspanningen tot uitdrukking komen.

#### *Indicatoren en doelstellingen voor posten op de waterboekhouding*

Uit de waterboekhouding kunnen we ook per post (sub)indicatoren en doelstellingen afleiden. De posten waarvoor we doelstellingen opstellen zijn afhankelijk van de regionale en lokale situatie (zie ook hoofdstuk 2). In één geval ligt de nadruk bijvoorbeeld op het terugdringen van de aanvoer van gebiedsvreemd water, terwijl in een ander geval het verminderen van de afstroming van het verhard oppervlak meer aandacht kan krijgen.

Voor het reinigen van de melkinstallatie en voor het algemene watergebruik in de stal bestaan reeds detailboekhoudingen waarmee een agrariër zijn watergebruik kan evalueren en verbeteringen kan invoeren. Het gaat respectievelijk om het systeem 'warmwaterenergie' van het PR (Boerekamp e.a. 1995) en de droge-stofactie van de mestbanken (zie bijv. Aalbers 1995). Door de waterboekhouding hierbij te gebruiken ontstaat inzicht in de relatieve grootte van de verschillende posten (en de mogelijk te behalen winst). Voor de posten gewasverdamming en grondwateronttrekking voor beregening zijn in principe ook bedrijfsdoelstellingen op te stellen, bijvoorbeeld in de vorm van quota.

### **3.3.3 Toetsing aan de criteria**

In deze paragraaf toetsen we beide indicatoren aan de criteria die we in §3.1 hebben geformuleerd.

#### *Saldo op de waterboekhouding*

Voor het saldo op de waterboekhouding geldt het volgende:

- **Bruikbaar op bedrijfsniveau**  
In principe is de waterboekhouding bruikbaar op bedrijfsniveau. Voor bepaalde cijfers (met name gewasverdamming) en het gebruik in de praktijk is de agrariër echter afhankelijk van anderen. Sommige agrariërs houden het watergebruik voor verschillende posten al bij.
- **Beschikbaar en met enige nauwkeurigheid vast te stellen**  
Voor de waterboekhouding moet een agrariër verschillende posten op de boekhouding kunnen bepalen. In §3.3.1 hebben we aangegeven hoe en hoe nauwkeurig de posten op de waterboekhouding kunnen worden bepaald. In bijlage 4 is dit beknopt weergegeven. Uit het overzicht blijkt dat de meeste posten redelijk tot goed door de agrariër kunnen worden bepaald. De volgende posten kan een agrariër niet of niet nauwkeurig bepalen:
  - aan de afvoerkant: gewasverdamming, oppervlakkige afstroming van het perceel, drainage en ontwatering, afvoer via grondwater door wegzijging;
  - aan de aanvoerkant: aanvulling via grondwater door kwel, aanvoer via oppervlaktewater door infiltratie.
 Van de posten die niet of niet nauwkeurig kunnen worden bepaald, is het grootste gedeelte niet door de agrariër te beïnvloeden. Dit geldt met name voor aan- en afvoer via grondwater en voor aanvoer via oppervlaktewater door infiltratie. Omdat deze posten niet nauwkeurig te meten zijn en omdat de agrariër geen of weinig directe invloed heeft op de grootte van deze posten, kunnen deze posten in principe uit de waterboekhouding worden geschrapt. Ook is het mogelijk de posten door modelberekeningen of met gebiedsgemiddelden te benaderen.  
De posten die overblijven zijn redelijk goed door de agrariër te bepalen en te beïnvloeden, met uitzondering van gewasverdamming en de afvoer van water via drainage en ontwatering, die niet goed of nauwkeurig zijn te bepalen, maar wel door de agrariër kunnen worden beïnvloed.  
De waterboekhouding geeft inzicht in de relatieve grootte van de posten ten opzichte van elkaar en is in die zin een hulpmiddel bij het evalueren en verbeteren van het waterbeheer op het bedrijf.

Vanwege de relatief grote onnauwkeurigheid bij het bepalen van de verdamping en vanwege het grote belang van de post gewasverdamping (circa 95% van het totale watergebruik), kunnen we geen al te grote waarde aan het saldo van de verschillende posten toekennen.

Daarmee is het saldo op de waterboekhouding minder geschikt als indicator voor de milieuprestaties op het bedrijf.

- *Representatief voor verdroging*

In figuur 2.2 hebben we drie (theoretische) manieren aangegeven waarop aan de terugdringing van verdroging kan worden gewerkt. Met het saldo op de waterboekhouding krijgen we zicht op situatie a, namelijk de grootte van de onttrekking aan de bodem en het grondwater, minus de aanvulling. Hoe groter de onttrekking (door gewasverdamping en onttrekking voor beregening en andere doeleinden), en hoe kleiner de aanvulling, hoe groter de uitputting van de hoeveelheid vocht in de bodem, en hoe groter de daling van de grondwaterstand in het groeiseizoen. We kunnen de omvang van het watergebruik op het bedrijf benaderen en mogelijkheden voor besparing inzichtelijk maken.

De indicator 'saldo op de waterboekhouding' geeft geen inzicht in de situaties b en c uit figuur 2.2. Met de indicator kan een agrariër moeilijk grip krijgen op de hoeveelheid water die hij door ontwatering heeft afgevoerd en op het moment waarop het water is afgevoerd (situatie b). Evenmin geeft de indicator informatie over situatie c. Het watergebruik kan bij een hoge grondwaterstand in principe even groot zijn als bij een lage grondwaterstand. Met name wat betreft de ontwatering geeft de indicator te weinig informatie.

#### *Afzonderlijke posten op de boekhouding*

De beoordeling van deze indicator(en) aan de criteria voeren we globaal uit, en niet voor iedere afzonderlijke post op de waterboekhouding.

- *De indicator is bruikbaar op bedrijfsniveau*

Zoals hierboven aangegeven zijn de meeste posten goed op bedrijfsniveau te registreren.

- *De indicator is beschikbaar en met enige nauwkeurigheid vast te stellen*

Hiervoor geldt dezelfde overweging als bij de toetsing van het saldo op de waterboekhouding. Voor de relatief kleine typen watergebruik (melkmachine, mest) bestaan aparte waterbalansen waarin op detailniveau naar het watergebruik wordt gekeken. Bij de kleinere typen watergebruik, waaraan ook vaak een afvalwaterprobleem is verbonden, heeft waterbesparing vaak financiële voordelen. Ondanks het relatief geringe effect op de waterboekhouding is waterbesparing in dit soort gevallen daarom toch interessant.

- *Representatief voor verdroging*

Eén afzonderlijke post op de waterboekhouding is niet representatief voor de bijdrage die het gehele bedrijf levert aan de verdroging. Wel is één afzonderlijke post een geschikte indicator voor het desbetreffende watergebruik. Het watergebruik kan worden vergeleken met bestaande normen voor dat type watergebruik. De agrariër weet dan hoe hij scoort, en of zijn watergebruik kan worden verbeterd.

In tabel 3.2 vatten we de resultaten van deze toetsing samen.

### **3.4 Direct te meten parameters**

Onder direct te meten parameters verstaan we parameters die we direct op een bedrijf of in een gebied kunnen meten en die iets zeggen over het watergebruik en -beheer op het bedrijf. In tegenstelling tot de waterboekhouding, waarbij we ons richten op de processen (de waterstromen), richten we ons bij de direct te meten parameters op de resultante van die processen. Om de vergelijking met de bedrijfseconomische boekhouding te blijven gebruiken: bij de direct te meten parameters kijken we niet hoeveel geld we hebben uitgegeven en ontvangen, maar tellen we direct hoeveel geld we in kas hebben.

We onderscheiden twee mogelijkheden om de resultante van waterstromen op het bedrijf direct te meten:

- (het verloop van) de grondwaterstand op (een deel van) het bedrijf;
- (het verloop van) het slootpeil op (een deel van) het bedrijf.

Daarnaast zijn er mogelijkheden om metingen te verrichten in de (te herstellen) verdroogde gebieden. We moeten dan denken aan het meten van de grondwaterstand in het gebied of aan het gebruik van biologische indicatoren, zoals het vóórkomen van planten die karakteristiek zijn voor de gewenste grondwatersituatie in het gebied. Omdat deze indicatoren alleen op gebiedsniveau - en niet op bedrijfsniveau - kunnen worden gebruikt, gaan we er hier niet verder op in.

In §3.4.1 werken we de eerste optie verder uit tot een indicator. We toetsen de indicator aan de in §3.1 geformuleerde criteria. In §3.4.2 werken we de tweede optie uit, waarna we ook deze indicator toetsen.

### 3.4.1 Het verloop van de grondwaterstand

Eerst geven we aan hoe we het verloop van de grondwaterstand als indicator kunnen gebruiken. Vervolgens toetsen we de indicator aan de criteria.

#### *Uitwerking*

In principe legt de provincie in het *Plan van aanpak verdroging* vast wat het gewenste verloop van de grondwaterstand in een gebied is: de gewenste grondwatersituatie (GGS). Hierbij is rekening gehouden met de functie van het desbetreffende gebied en de omliggende gebieden. De GGS voor het gebied waarin het bedrijf ligt, kunnen we als bedrijfsdoel gebruiken. Door op het bedrijf een of meer grondwaterbuizen te plaatsen kan de agrariër de grondwaterstand regelmatig meten.

Omdat de grondwaterstand gedurende het jaar verandert, is het nodig de grondwaterstand regelmatig te meten. In de winterperiode, met een neerslagoverschot, is de grondwaterstand over het algemeen hoger dan in de zomer. Het is dus nodig om per periode de gewenste grondwatersituatie aan te geven.

In een praktijkproef met de beregeningsplanner is ervaring opgedaan met het meten van de grondwaterstand op het bedrijf door agrariërs zelf. De wekelijkse meting van de grondwaterstand in één tot drie peilbuizen bleek eenvoudig in de bedrijfsvoering in te passen (Boland e.a. 1996).

#### *Toetsing*

We toetsen de indicator aan de volgende drie criteria:

- *Bruikbaar op bedrijfsniveau*  
De grondwaterstand is op eenvoudige wijze op het bedrijf te meten. Het is nodig om op een of meer representatieve plaatsen op het bedrijf een peilbuis te plaatsen.
- *Beschikbaar en met enige nauwkeurigheid vast te stellen en te controleren*  
De grondwaterstand is eenvoudig en nauwkeurig te meten. Meting van de grondwaterstand is goed inpasbaar in de bedrijfsvoering.
- *Representatief voor verdroging*  
In figuur 2.2 hebben we drie (theoretische) manieren aangegeven waarop aan de terugdringing van verdroging kan worden gewerkt. Met de indicator (verloop van) de grondwaterstand kan een agrariër inzicht krijgen in situaties a, b en c uit figuur 2.2. Deze indicator is om de volgende redenen niet representatief voor de bijdrage aan verdroging van een individueel land- of tuinbouwbedrijf:
  - niet alle anti-verdrogingsmaatregelen komen tot uiting in de (grond)waterstand, (bijvoorbeeld de aanleg van een niet-doorlatend neerslagreservoir of de besparing op het gebruik van leidingwater);
  - een bedrijf of perceel maakt deel uit van een groter geo-hydrologisch gebied. Het verloop van de (grond)waterstand is meestal niet alleen afhankelijk van de maatregelen op bedrijfsniveau, maar ook van ingrepen in de waterhuishouding door het waterschap of door burens.

Hierdoor is het geen goede indicator om de resultaten van individuele inspanningen te meten (en even tueel te belonen). Ook zijn verschillen mogelijk binnen en tussen percelen door een holle of juist bolle-grondwaterspiegel.

- meting van de grondwaterstand op een bepaald moment is weinig representatief voor de GGS. Het verloop van de grondwaterstand verschilt van jaar tot jaar. Door deze variatie zijn individuele metingen gedurende het jaar weinig geschikt als karakteristiek van de grondwatersituatie. Ook middeling van gemeten grondwaterstanden over een aantal jaren geeft niet automatisch een goed beeld van het verloop van de grondwaterstand (Van der Sluijs & Van Egmond 1976). Waarden aangeven waarbinnen de grondwaterstand moet blijven (bandbreedte), is een mogelijkheid, maar voldoet niet goed in extreme situaties (zoals de droge winter van 1996). Vorderingen op het bedrijf zijn dan ook moeilijk in kaart te brengen. Wel is met statistische berekeningen de meteorologische variatie deels te elimineren (zie ook §3.2). Hiervoor is het nodig over een reeks van jaren de grondwaterstand regelmatig te meten.

De grondwaterstand op het bedrijf is dus moeilijk als eenduidige indicator voor het waterbeheer op het bedrijf te gebruiken. Wel geeft het meten van de grondwaterstand informatie aan de agrariër over de toestand op zijn bedrijf en is meting nodig voor de beregeningsplanner. Het is daarbij nodig dat de agrariër informatie krijgt om zijn metingen te kunnen interpreteren (wat is een normaal verloop, bij welke grondwaterstand heb ik geen capillaire nalevering meer, etc.)

In tabel 3.2 vatten we de resultaten van deze toetsing samen.



Het meten van de grondwaterstand is eenvoudig in de bedrijfsvoering op te nemen

### 3.4.2 Het verloop van het slootpeil

Eerst geven we aan hoe we het verloop van het slootpeil als indicator kunnen gebruiken. Vervolgens toetsen we de indicator aan de criteria.

#### *Uitwerking*

Door op een of meer plaatsen het slootpeil te meten krijgt een agrariër inzicht in het verloop van de slootpeil. Omdat het slootpeil gedurende het jaar verandert, is het nodig het peil regelmatig te meten. Per periode moet worden aangegeven wat het gewenste slootpeil is.

Deze indicator kan bruikbaar zijn als er, ofwel op waterschapsniveau, ofwel in een provinciaal waterhuishoudingsplan, normen voor het oppervlaktewaterpeil zijn vastgelegd. In veel gevallen is een agrariër echter niet gerechtigd het slootpeil zelf te reguleren, zodat dit geen goede indicator op bedrijfsniveau is.

#### *Toetsing*

We toetsen de indicator aan de volgende drie criteria:

- *Bruikbaar op bedrijfsniveau*  
Het slootpeil is eenvoudig op het bedrijf te meten. Daarvoor moet op een of meer representatieve plekken een peilschaal worden aangebracht.
- *Beschikbaar en met enige nauwkeurigheid vast te stellen en te controleren*  
Meting van het slootpeil is eenvoudig en nauwkeurig uit te voeren en goed inpasbaar in de bedrijfsvoering.
- *Representatief voor verdroging*  
In figuur 2.2 hebben we drie (theoretische) manieren aangegeven waarop aan de terugdringing van verdroging kan worden gewerkt. Met deze indicator krijgt de agrariër niet altijd inzicht in de situaties a, b en c uit figuur 2.2. In klei- en veengebieden is de doorlatendheid van de bodem gering waardoor het grondwaterpeil niet direct op het slootpeil reageert. Oppervlaktewaterpeil zegt in dit soort gevallen weinig over het watergebruik en -beheer op het perceel of op het bedrijf. In vrij afwaterende gebieden met een goed doorlatende bodemsoort waar het peilverloop (in sloten op het bedrijf) niet wordt gereguleerd door een peilbesluit en waar de relatie tussen grondwaterstand en het peil van het oppervlaktewater eenduidig is, kan het peilverloop een geschikte indicator zijn. Het verloop van het slootpeil is minder representatief voor verdroging om dezelfde redenen als genoemd onder het verloop van de grondwaterstand

In tabel 3.2 vatten we de resultaten van deze toetsing samen.

### 3.5 Waterbegroting

De waterbegroting is een begroting van het watergebruik op het bedrijf die werkt volgens de systematiek van de waterboekhouding. In plaats van werkelijke (gemeten) waarden voor de posten op de waterboekhouding maken we gebruik van begrote waarden. Deze verwachtingen baseren we op waarden van voorafgaande jaren, op gemiddelden of op berekeningen uit standaardwaarden.

De waterbegroting is een geschikt instrument om verschillende varianten uit te rekenen. Met gegevens over gewasverdamping van verschillende rassen en gewassen kan een agrariër globaal bepalen welk effect de keuze voor andere gewassen of rassen heeft op het saldo van de waterboekhouding. Ook het effect van de locatiekeuze op de totale gewasverdamping (waar teel ik welke gewassen?) kan hij hiermee globaal begroten. Verder kan hij met de waterbegroting van te voren berekenen wat het effect van verschillende maatregelen is zodat hij de maatregelen in principe tegen elkaar kan afwegen. Hierbij moeten we aanmerken dat bepaalde maatregelen (zoals aanpassingen in de ontwatering) niet goed in de waterbegroting kunnen worden opgenomen.

Voor de toetsing aan de criteria gelden voor de waterbegroting dezelfde overwegingen als voor de waterboekhouding. De waterbegroting is niet te gebruiken als milieuprestatie-indicator, omdat de begroting niet de gerealiseerde, maar de verwachte score op een bedrijf aangeeft.

### 3.6 Conclusies

We hebben in dit hoofdstuk de mogelijkheden verkend voor een indicator voor het watergebruik en -beheer op bedrijfsniveau. We hebben twee mogelijke richtingen aangegeven voor de ontwikkeling van een dergelijke indicator: de waterboekhouding en het verloop van de grond- of oppervlaktewaterstand. In deze paragraaf vatten we voor beide typen indicators samen wat de mogelijkheden zijn en waar de knelpunten liggen (§3.6.1). Vervolgens beantwoorden we de vraag of de ontwikkelde indicatoren geschikt zijn voor beleidsmatig gebruik en voor het formuleren en meten van normen op bedrijfsniveau (§3.6.2). Ten slotte geven we aan welk vervolgonderzoek gewenst is (§3.6.3).

#### 3.6.1 Resultaten

In tabel 3.2 hebben we de toetsing van de indicatoren samengevat. Het criterium 'representativiteit' hebben we gesplitst in representativiteit voor het watergebruik en voor ontwatering. Dit hebben we gedaan om aan te geven voor welk deel van de verdrogingsproblematiek de indicator relevant is. Geen van de getoetste indicatoren is representatief voor alle aspecten van verdroging. We lichten deze tabel hieronder kort toe.

**Tabel 3.2** Overzicht toetsing indicatoren aan criteria

| indicator<br>criterium      | direct te meten parameters     |                          | afgeleide van waterboekhouding   |                             |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|                             | verloop van<br>grondwaterstand | verloop van<br>slootpeil | posten op water-<br>boekhouding* | saldo water-<br>boekhouding |
| bruikbaar op bedrijfsniveau | +                              | +                        | +                                | o                           |
| nauwkeurig / beschikbaar    | +                              | +                        | +                                | -                           |
| representatief              |                                |                          |                                  |                             |
| - watergebruik              | -                              | -                        | +                                | o/+                         |
| - ontwatering               | o/+                            | o                        | -                                | -                           |

Toelichting:

+ indicator scoort redelijk tot goed op dit criterium

o indicator scoort matig op dit criterium

- indicator scoort slecht op dit criterium

\* in de beoordeling kijken we alleen naar de posten die goed te bepalen zijn

#### Algemeen

Er is geen integrale milieuprestatie-indicator voor verdroging op bedrijfsniveau. Wel zijn er twee typen indicatoren die we naast elkaar op het bedrijf kunnen gebruiken en waarmee een agrariër inzicht krijgt in het waterbeheer.

De waterboekhouding geeft met name inzicht in het watergebruik; het verloop van de (grond)waterstand geeft met name inzicht in het waterbeheer (ontwatering). De waterboekhouding en het meten van het verloop van de (grond)waterstand op het bedrijf zijn dan ook aanvullende indicatoren.

#### *Waterboekhouding*

Het saldo op de waterboekhouding is geen goede integrale milieuprestatie-indicator omdat met name de ontwatering op het bedrijf buiten beschouwing wordt gelaten. Daarnaast is de nauwkeurigheid waarmee een agrariër verschillende posten op de boekhouding kan bepalen een beperkende factor.

Wel biedt de waterboekhouding de volgende mogelijkheden:

- de waterboekhouding geeft inzicht in de relatieve grootte van posten, waardoor een agrariër kan bepalen welke ingrepen het meest effectief zijn;
- voor verschillende posten is een afzonderlijke milieuprestatie-indicator op te stellen. De posten zijn goed te bepalen en zijn door de agrariër te beïnvloeden.

Met de waterbegroting kan een agrariër verschillende varianten van het watergebruik op zijn bedrijf doorrekenen om zodoende de meest effectieve oplossing voor de terugdringing van het watergebruik op zijn bedrijf te bepalen. De waterboekhouding in combinatie met de waterbegroting kan daarmee een geschikt managementinstrument zijn voor het watergebruik.

#### *Verloop van de grondwaterstand en/of het slootpeil*

Het verloop van de grondwaterstand biedt met name inzicht in de ontwateringssituatie op het bedrijf en in veel mindere mate in het waterverbruik. Vanwege de meteorologische ruis en de afhankelijkheid van het bedrijf van hydrologische maatregelen in het omringende gebied is het verloop van de grondwaterstand geen eenduidige milieuprestatie-indicator voor het watergebruik en -beheer. Door te werken met een bandbreedte, gemiddelde waarden of door het uitvoeren van statistische berekeningen kan het verloop van de grondwaterstand mogelijk geschikt gemaakt worden als milieuprestatie-indicator voor het waterbeheer wat betreft ontwatering op het bedrijf. De indicator biedt daarnaast inzicht in het verloop van de grondwaterstand op (een gedeelte van) het bedrijf.

### **3.6.2 Beleidsmatige toepassing**

In deze paragraaf gaan we in op de vraag of de gepresenteerde indicatoren geschikt zijn voor gebruik in het beleid. Een milieuprestatie-indicator kan op twee manieren worden gebruikt:

- Gebiedsdoelstellingen kunnen met een goede milieuprestatie-indicator worden vertaald in doelstellingen voor het bedrijf. De score op een meetlat laat zien of de bedrijfsdoel is gehaald, dan wel hoe ver de agrariër nog van het doel verwijderd is.
- Resultaatbeloning kan worden uitbetaald als de score boven een bepaalde waarde komt. Hoe hoger de score, hoe meer een agrariër ontvangt. Resultaatbeloning is een sterke stimulans voor agrariërs om aan de terugdringing van verdroging te werken.

Omdat er geen integrale indicator voor agrarische bedrijven voor verdroging is, kunnen we geen bedrijfsdoel vaststellen waarin alle elementen van het waterbeheer en -gebruik zijn opgenomen. Ook is het niet mogelijk om behaalde resultaten op eenduidige manier te meten, zodat resultaatbeloning voor het totaal van inspanningen wordt uitgekeerd.

Wel is het mogelijk voor posten op de waterbalans bedrijfsdoelen op te stellen. Te denken valt aan de onttrekking van grond- en oppervlaktewater (bijvoorbeeld voor beregening). In dit geval is resultaatbeloning ook mogelijk.

Voor het aanpassen van de ontwatering is het door meting van het verloop van de (grond)waterstand mogelijk globale bedrijfsdoelen vast te stellen. Het is dan wel noodzakelijk eerst verder te onderzoeken hoe we moeten omgaan met de meteorologische ruis en met de invloed van maatregelen buiten het bedrijf.

### 3.6.3 Vervolgonderzoek

Beide typen indicatoren zijn in hun huidige vorm nog niet klaar voor gebruik in de praktijk. Voordat de indicatoren in de praktijk gebruikt kunnen worden, moeten we ze eerst nog verder uitwerken en enkele vragen beantwoorden. In deze paragraaf formuleren we welk vervolgonderzoek gewenst is.

- Voor beide typen indicatoren is het gewenst in de praktijk te onderzoeken of ze het watergebruik en -beheer voor de agrariër inzichtelijk maken en ondersteunen, en of ze een meerwaarde hebben bij de bestrijding van verdroging op bedrijfsniveau.
- Voor enkele posten op de waterboekhouding worden in de praktijk al detailboekhoudingen gebruikt. Voor de overige typen watergebruik (met name gewasverdamping en onttrekking van grondwater voor beregning) is het gewenst de volgende vragen te beantwoorden:
  - hoe is de meteorologische ruis zoveel mogelijk te elimineren?
  - is de waterboekhouding hanteerbaar op het bedrijf?
- Voor de indicator 'verloop van de (grond)waterstand' vormt de meteorologische ruis het belangrijkste probleem. Meting van de grondwaterstand is vrij eenvoudig in de bedrijfsvoering op te nemen. Nader onderzoek naar de manieren waarop met de meteorologische ruis kan worden omgegaan, is gewenst.



---

## 4 AANPAK OP LAND- EN TUINBOUW-BEDRIJVEN

### 4.1 Inleiding

In hoofdstuk twee hebben we aangegeven met welke doelen een agrariër op zijn bedrijf aan de terugdringing van verdroging kan werken. In hoofdstuk drie hebben we beschreven hoe een agrariër inzicht kan krijgen in het huidige watergebruik en -beheer op zijn bedrijf. Met de waterboekhouding krijgt de agrariër een globaal inzicht in de omvang van het watergebruik; door het meten van de grondwaterstand krijgt hij inzicht in het verloop van grondwaterstand gedurende het seizoen. Met deze managementinstrumenten krijgt een agrariër grip op het watergebruik- en beheer op het bedrijf.

In dit hoofdstuk gaan we na hoe een agrariër concreet aan de terugdringing van verdroging kan werken. Eerst geven we aan welke maatregelen op bedrijfsniveau kansrijk zijn. Vervolgens gaan we na hoe een agrariër de invoering van maatregelen systematisch kan aanpakken. Niet iedere maatregel hoeft en kan namelijk op elk bedrijf worden toegepast. Dat is afhankelijk van de doelen en de mogelijkheden op een bedrijf. Om systematisch aan de bestrijding van verdroging te werken is het nodig een plan van aanpak voor het bedrijf te ontwikkelen.

In §4.2 bespreken we hoe we bij het inventariseren van maatregelen te werk zijn gegaan. In §4.3 geven we per type watergebruik aan welke maatregelen kansrijk zijn. In §4.4 komt aan de orde wat per bedrijfstak de meest kansrijke maatregelen zijn om verdroging te beperken. In §4.5 beschrijven we ten slotte de opzet van het plan van aanpak.

### 4.2 Inventarisatie van maatregelen

Voor ieder type watergebruik hebben we een groot aantal maatregelen geïnventariseerd. In §2.4 staat welke typen watergebruik we onderscheiden. In bijlage 3 hebben we een uitgebreid overzicht van de verschillende typen watergebruik gepresenteerd. In totaal hebben we 70 maatregelen geïnventariseerd. Sommige maatregelen kunnen worden ingezet voor verschillende typen watergebruik.

Bij het inventariseren hebben we ons gebaseerd op literatuuronderzoek, gesprekken met deskundigen, eigen denkwerk en discussies in de werkgroep van agrariërs. De maatregelen hebben we vervolgens getoetst op de volgende criteria:

- effectiviteit;
- inpasbaarheid in de bedrijfsvoering;
- afwenteling naar of versterking van andere milieuterreinen.

We lichten deze criteria kort toe.

#### *Effectiviteit*

We beoordelen iedere maatregel op de mate waarin deze een bijdrage kan leveren aan het realiseren van de bedrijfsdoelstellingen, zoals we in §2.3.3 hebben geformuleerd. Maatregelen die zowel een positief effect op verdroging als op het verminderen van droogteschade aan landbouwgewassen kunnen hebben, zijn vanuit het oogpunt van de bestrijding van verdroging interessant. Dergelijke maatregelen kunnen rekenen op een groot draagvlak onder agrariërs. Daarom beoordelen we iedere maatregel ook op de effectiviteit bij het terugdringen van droogteschade aan landbouwgewassen.

#### *Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering*

De inpasbaarheid in de bedrijfsvoering beoordelen we aan de hand van:

- *economische haalbaarheid*  
Is de maatregel na afweging van baten en kosten (inclusief arbeid) economisch haalbaar?
- *technische uitvoerbaarheid*  
Is de voor de maatregel benodigde techniek of apparatuur voor de praktijk beschikbaar?
- *acceptatie onder agrariërs*  
Hoe zal de acceptatie van een maatregel onder boeren en tuinders naar verwachting zijn? Omdat dit moeilijk is in te schatten stellen we de volgende vragen: wordt de maatregel al ergens in de praktijk toegepast en sluit de maatregel aan bij de denkwijze van agrariërs?

#### *Afwenteling / versterking*

Maatregelen om verdroging terug te dringen kunnen zowel een negatief als een positief effect hebben op andere (milieu-)aspecten. Voor zover het binnen het kader van dit onderzoek mogelijk en nodig is, gaan we na wat de effecten zijn op andere milieuterreinen. Waar mogelijk maken we gebruik van het rapport *Naar een integraal stuuringsbeleid voor de landbouw in bodembeschermingsgebieden* (Buys e.a. 1993), waarin een dergelijke toetsing is uitgevoerd. We beoordelen de effecten van een maatregel op de volgende milieu-aspecten:

- de bodemstructuur (fysisch-mechanische aantasting);
- de emissie van bestrijdingsmiddelen;
- de uit- en afspoeling van mineralen;
- de toelevering van zware metalen;
- het energieverbruik;
- natuur.

We hebben de maatregelen op ieder criterium globaal getoetst: kán de maatregel een positief effect hebben? Toetsing heeft plaatsgevonden op basis van literatuur, gesprekken met deskundigen, resultaten van de workshop, eigen denkwerk en bovenal de besprekingen in de werkgroep van agrariërs.

De 70 maatregelen, inclusief een korte beschrijving en de weergave van de toetsing, hebben we in bijlage 5 weergegeven. Om de hanteerbaarheid van deze lijst te vergroten hebben we bij iedere maatregel ook aangegeven voor welke bedrijfstak en welk bodemtype de maatregel relevant is. Ook beschrijven we in deze bijlage in meer detail hoe we de maatregelen hebben getoetst. In bijlage 6 hebben we de maatregelen gegroepeerd per type watergebruik, per bijdrage aan verdrogingsbestrijding en per bedrijfstak. Hiermee wordt het eenvoudiger maatregelen voor een bepaald doel uit te zoeken.

### **4.3 Overzicht van maatregelen**

In §4.3.1 tot en met §4.3.6 gaan we voor alle typen watergebruik op het bedrijf na of we voldoende maatregelen hebben gevonden om op bedrijfsniveau aan de slag te kunnen. Voor ieder type watergebruik bespreken we de volgende punten:

- *Analyse en aanpak*  
Waar liggen de aangrijpingspunten voor een agrariër om verdroging terug te dringen?
- *Overzicht van de mogelijke maatregelen*  
We geven de maatregelen beknopt in een tabel weer. In bijlage 5 bespreken we de maatregelen uitgebreid.
- *Beoordeling en knelpunten*  
Zijn er voldoende maatregelen om op bedrijfsniveau aan de slag te kunnen? Zijn er leemtes wat betreft kennis of techniek? Is extra onderzoek nodig?

In §4.3.7 gaan we ten slotte globaal in op de kosteneffectiviteit van de maatregelen. Een uitgebreide beschrijving van het watergebruik en van de maatregelen is te vinden in bijlage 3 respectievelijk 5.

### 4.3.1 Ont- en afwatering

#### *Analyse en aanpak*

Ontwatering is voor land- en tuinbouwbedrijven een belangrijke schakel in de waterbeheersing, omdat daarmee de grondwaterstand op het perceel het meest direct kan worden beïnvloed. Door manipulatie van de grondwaterstand kan het vochtgehalte van de bouwvoor worden beïnvloed. Het vochtgehalte van de bouwvoor is essentieel voor het tegengaan van schade door wateroverlast en van schade door droogte.

In het ontwerpen van de ont- en afwatering moet men een optimum proberen te vinden tussen het zoveel mogelijk beperken van wateroverlast in voor- en najaar en tijdens natte periodes enerzijds, en in het zoveel mogelijk terugdringen van droogteschade tijdens droge periodes anderzijds. Dit betekent dat de grondwaterstand in het voor- en najaar laag genoeg moet zijn om wateroverlast te voorkomen, terwijl de grondwaterstand in de zomer hoog genoeg moet zijn om droogteschade te beperken. Ook te sterke fluctuaties in de grondwaterstand wil men vaak tegengaan. Fruitbomen zijn bijvoorbeeld erg gevoelig voor fluctuerende grondwaterstanden.

Land- en tuinbouwbedrijven kunnen - in samenwerking met waterschappen - op de volgende manieren de ont- en afwatering aanpassen:

- aanpassen van afwatering en bijstellen van ontwateringsdiepte;
- aanpassen van ontwateringsmethode op bedrijfsniveau;
- inspelen op nattere situaties.

In de eerste twee gevallen verslechtert de ontwateringssituatie voor de huidige bedrijfsvoering vanuit landbouwkundig oogpunt niet; in het laatste geval wel: aanpassing van de bedrijfsvoering is dan nodig.

We bespreken deze mogelijkheden hieronder.

#### *Aanpassen van afwatering en bijstellen van ontwateringsdiepte*

Voor het ontwerpen van een ont- en afwateringssysteem in land- en tuinbouwgebieden zijn normen opgesteld. Voor het karakteriseren van de ontwateringstoestand wordt de zogenaamde ontwerp-grondwaterstand gebruikt: een grondwaterstand die veeljarig gemiddeld slechts één maal per jaar wordt onderschreden. Samen met een richtlijn voor de ontwateringsbasis vormt de ontwerp-grondwaterstand de ontwateringsnorm. De ontwateringsnorm varieert zowel met de bodemgebruiksvorm als met de bodem zelf (Huinink 1996). Bij het opstellen van de ontwateringsnorm moet een afweging worden gemaakt tussen natschade door wateroverlast en droogteschade door watertekort. In het verleden lag de nadruk sterk op het tegengaan van schade door wateroverlast. Redenen hiervoor waren:

- te natte omstandigheden in het voorjaar zijn van meer invloed op de bedrijfsvoering dan droogteschade gedurende het groeiseizoen;
- droogteschade kan grotendeels door beregening worden ondervangen.

Sinds eind jaren '80 is hierin een kentering opgetreden, onder andere door de verdrogingsproblematiek en de (gedeeltelijke) beregeningsverboden. De aanbevolen ontwateringsbasis is sindsdien minder diep. De aanbevolen ontwateringsbases vormen bij het huidige inzicht het optimale compromis tussen zo min mogelijk wateroverlast in voor- en najaar en zo min mogelijk droogteschade in de zomer. Bij het vaststellen van dit optimum is ervan uitgegaan dat geen beregening plaatsvindt (*Landbouw en verdroging* 1993).

In een aantal gevallen, zoals in de akkerbouw op klei en in het Friese veenweidegebied, is nog de oude invalshoek gekozen, waardoor de ontwatering te ver is doorgevoerd. Hier is de droogteschade groter dan nodig. Een stijging van de grondwaterstand in deze gebieden is volgens de huidige inzichten landbouwkundig gezien positief (*Landbouw en verdroging* 1993) omdat het bijdraagt aan de terugdringing van droogteschade terwijl de natschade niet of relatief minder toeneemt. Een aanpassing van de ontwateringsdiepte draagt in deze gevallen ook bij aan het terugdringen van verdroging. Het is onbekend hoeveel gebieden nog volgens deze oude inzichten zijn ontwaterd.

Momenteel wordt in het project Waternood (Bouwman 1996) een leidraad opgesteld voor het ontwerpen en beheren van waterbeheersingsstelsels waarbij rekening wordt gehouden met de eigenschappen van het watersysteem en de wensen vanuit de verschillende functies. Daarbij wordt voor de verschillende functies in een gebied de gewenste grondwatersituatie beschreven, zodat de eisen van deze functies met elkaar kunnen worden vergeleken. Ook wordt naar de gewenste grondwatersituatie gekeken vanuit landbouwkundig perspectief. Het project leidt tot de conclusie dat overschrijding van de ontwateringsdiepte in bepaalde perioden (bijvoorbeeld november-februari voor grasland) geen of verwaarloosbaar weinig schade oplevert. De ontwateringsnormen kunnen daarom worden genuanceerd naar kritische periode in het jaar (Bouwman 1996). Dit schept ruimte om in minder kritische perioden voor het gewas via peilbeheer en maatregelen op het bedrijf water langer vast te houden. Een algehele aanscherping van de ontwateringsnormen is vanuit landbouwkundig oogpunt in de meeste gevallen niet aan de orde. Aanpassing van de ontwateringsnormen staat alleen ter discussie voor rundveebedrijven die zelf in hun ruwvoerbehoefte voorzien (Huinink 1996).

Daarnaast vindt bij een aantal waterschappen momenteel een herbeoordeling plaats van het ontwerp van het afwateringsstelsel. Vaak blijkt dit ontwerp in het verleden te ruim gekozen, met name in de vrij afwaterende zandgebieden. Door verkleining van de afvoercapaciteit en het opzetten van stuwpeilen kan water langer in het gebied worden gehouden, zakt de grondwaterstand minder snel uit en kan zowel verdroging als droogteschade in de landbouw in het zomerseizoen afnemen (Siefers 1996, Lourens 1996). Een meer dynamisch peilbeheer door het waterschap zou het verdrogend effect ook kunnen verminderen. Dit is mogelijk als het waterschap sneller inspeelt op veranderingen, extra (en automatische) stuwen aanlegt, variabele peilen hanteert en in het beheer rekening houdt met de weersvoorzichten. Wat de precieze mogelijkheden zijn van dynamisch peilbeheer en in hoeverre het mogelijk is weersvariabelen in het beslismodel te betrekken, is in veel gevallen nog niet goed bekend. Momenteel voeren verschillende waterschappen experimenten uit met dergelijke maatregelen (bijvoorbeeld een variabel winterpeil). Agrariërs vinden deze maatregelen meer aanvaardbaar als het waterschap kan garanderen dat ze in een natte situatie het water op tijd afvoert. Dit is met name mogelijk op goed doorlatende zandgronden waar de grondwaterstand snel reageert op peilbeheer. In klei- en veengebieden is dit minder goed mogelijk. Een hoger winterpeil vereist een nauwkeuriger beheer van stuwen, gemalen e.d. Bij plotselinge grote piekafvoeren moet sneller worden ingegrepen om inundatie te voorkomen. Bij verschillende waterschappen wordt een hoger winterpeil al gebruikt vanuit het oogpunt van verdrogingsbestrijding. Boeren reageren vaak opvallend positief en komen spontaan met aanvragen voor toepassing van deze maatregel, omdat de gewasgroei in het voorjaar beter is door de verbeterde vochtvoorziening (*Evaluatie peilbeleid 92/93* 1993).

In veel gebieden worden voor de ontwatering nog droogleggingsnormen gehanteerd. Drooglegging is het peil in de sloot ten opzichte van het maaiveld. Het project Waternood pleit ervoor dat deze normen worden losgelaten omdat een dergelijke benadering niet gericht is op de gewenste grondwatersituatie. Ook agrariërs werken nog vaak met de droogleggingsnormen. Agrariërs wijten plassen op het perceel vaak aan de te geringe drooglegging en vragen het waterschap een nog verdere drooglegging. Soms worden plassen op een perceel echter veroorzaakt door problemen in de ontwateringsintensiteit of in de bodemstructuur op het perceel zelf. Een vergroting van de drooglegging (een verdere verlaging van het slootpeil) heeft in deze gevallen geen zin.

In alle genoemde gevallen kan het oppervlaktewaterpeil dan wel de grondwaterstand worden verhoogd. Dat heeft een positief effect op het terugdringen van verdroging, terwijl de (kans op) natschade niet of nauwelijks toeneemt en de (kans op) droogteschade afneemt. Het verdient aanbeveling bij het tegengaan van verdroging de huidige ontwateringsdiepte en de drooglegging kritisch te evalueren. Bij voorkeur voert het waterschap deze herbeoordeling gezamenlijk en in overleg met agrariërs uit, eventueel in overleg met andere betrokkenen (zie ook hoofdstuk 5).

### *Aanpassen van ontwateringsmethode op bedrijfsniveau*

In aansluiting op de hierboven beschreven maatregelen, die vaak in nauwe samenwerking met het waterschap genomen moeten worden, kan de agrariër ook maatregelen nemen die voornamelijk op bedrijfsniveau of perceelsniveau zijn gericht. Het gaat om maatregelen waarmee een agrariër de ontwatering op zijn perceel nauwkeuriger kan regelen of om alternatieve manieren van ontwatering waarmee de ontwateringssituatie op het perceel nagenoeg gelijk blijft terwijl het verdrogende effect vermindert. In tabel 4.2 en bijlage 5 geven we maatregelen die een agrariër kan toepassen, zoals de aanleg van samengestelde drainage, het verhogen van de ontwateringsintensiteit of plaatselijke en/of tijdelijke onderbemaling op een perceel. Aanpassing van de ontwatering op het bedrijf is vaak een kostbare ingreep. In anti-verdrogingsprojecten kan in het kader van de regeling 'Gebiedsgerichte Bestrijding van Verdroging' (GEBEVE) 50% van deze kosten worden vergoed.

### *Inspelen op nattere situaties*

Een andere manier om de ontwateringssituatie aan te passen is het inspelen op natte situaties op het bedrijf. Dit kan door nattere situaties zoveel mogelijk in te passen in de huidige bedrijfsvoering of door de bedrijfsvoering aan te passen.

Uit recent praktijkonderzoek is gebleken dat een bedrijf voor een optimale bedrijfsvoering niet uitsluitend over goed ontwaterde percelen hoeft te beschikken. Door de laaggelegen (delen van) percelen niet optimaal te ontwateren, kan droogteschade op de overige percelen worden verminderd. De opbrengstderving op de niet optimaal ontwaterde (delen van) percelen kan (gedeeltelijk) worden gecompenseerd door kostenvermindering en/of opbrengststijging door verminderde droogteschade op de overige percelen. Dit geldt met name voor rundveebedrijven met een lage veebezetting (Van der Weijden 1987; Bouwmans 1994).

De mogelijkheden om in te spelen op natte situaties verschillen van bedrijf tot bedrijf. Naast de oorspronkelijke grondwaterstand en het bodemtype spelen bedrijfstechnische factoren een belangrijke rol. We onderscheiden gewaskeuze en intensiteit van de bedrijfsvoering.

- *Gewaskeuze*

De kans dat een verhoging van de grondwaterstand dan wel het langer vasthouden van water in het voorjaar leidt tot natschade, is het hoogst bij gewassen waarvoor in het vroege voorjaar grondbewerking nodig is, of die in het late najaar worden geoogst. Bewerkbaarheid en draagkracht van de grond zijn hierbij de belangrijkste factoren. Door het gebruik van aangepast materieel is hier winst te halen.

Bij de vollegrondsteelt van wintergewassen, zoals prei en spruitkool, is ook een draagkrachtige bodem gedurende de winter vereist. Fruitteelt is uitermate gevoelig voor te hoge (en fluctuerende) grondwaterstanden. Deze leiden snel tot ziekten.

Tabel 4.1 geeft voor verschillende gewassen globaal de relatieve risico's op natschade. Ook is het risico op droogteschade vermeld dat vooral bepaald wordt door de bewortelingsdiepte van het gewas en door de bodem.

- *Intensiteit van de bedrijfsvoering*

Een hoge veebezetting en een hoge mechanisatiegraad stellen hogere eisen aan de ontwatering van percelen dan een bedrijfsvoering met een lage veebezetting of mechanisatiegraad. In een intensieve bedrijfsvoering is het van belang dat alle percelen zo snel en zo lang mogelijk betreedbaar en bewerkbaar zijn, zodat het groeiseizoen zo lang mogelijk kan worden benut. Een hoge mechanisatiegraad vraagt vanwege de betreedbaarheid van de grond in het vroege voorjaar en het late najaar om een diepe ontwatering.

Overschakelen op andere gewassen is op korte termijn vaak niet mogelijk omdat daarmee de gehele bedrijfsvoering veranderd moet worden en investeringen in machines, gebouwen en mogelijk verkaveling verloren kunnen gaan. Ook vraagt de teelt van andere gewassen andere kennis en vakmanschap van de agrariër.

Zo is het niet realistisch dat een tuinbouwbedrijf overschakelt naar de produktie van grasland. Dergelijke overschakelingen zijn alleen in een regionale context te verwezenlijken.

**Tabel 4.1** Risico op inkomstenderving door nat- en droogteschade in verschillende bedrijfstakken

| gewas                        | risico op inkomstenderving door |               |
|------------------------------|---------------------------------|---------------|
|                              | natschade                       | droogteschade |
| grasland                     | -                               | o             |
| bloembollen op zand          | -                               | +             |
| akkerbouw                    | -                               | -             |
| akkerbouwmatige groenteteelt | o                               | +             |
| boomteelt in grond           | o                               | +             |
| vollegrondsgroenteteelt      | o                               | +             |
| asperges                     | +                               | -             |
| bloembollen op zavel         | +                               | o             |
| fruitteelt                   | +                               | -             |

Bron: *Landbouw en verdroging* (1993); Huinink (1996)

-: risico is gering

o: risico is matig

+: risico is hoog

Naast de hier genoemde technische maatregelen om in te spelen op natte situaties, is er een aantal beleidsmatige en gebiedsgerichte maatregelen waarmee op het bedrijf kan worden ingespeeld op natte situaties. Het betreft onder andere de verkoop van vernatte percelen, schadevergoeding en betaling voor nevenproduktie zoals de produktie van (natte) natuur. Op deze maatregelen komen we in hoofdstuk 5 terug.

#### *Maatregelen*

In tabel 4.2 geven we de maatregelen weer waarmee een agrariër de ontwateringssituatie op zijn bedrijf kan beïnvloeden, ofwel kan inspelen op natte situaties. Er zijn 28 maatregelen. Het nummer in de linker kolom van de tabel verwijst naar de lijst van maatregelen in bijlage 5. In de rechter kolom staat op welke bedrijfsdoelstelling voor de terugdringing van verdroging de maatregel aangrijpt.

Tabel 4.2      Maatregelen ont- en afwatering

| nummer | omschrijving                                                     | code verdroging |
|--------|------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 22     | Locatie van grondwaterwinput veranderen                          | I,II            |
| 23     | Afstroming van verhard oppervlak beperken                        | II,III          |
| 40     | Brede, ondiepe waterlopen in plaats van smalle, diepe waterlopen | II,III          |
| 41     | Variabele drainage- en ontwateringsbasis                         | II,III          |
| 42     | Onnodige wegzijging voorkomen ?                                  | II,III          |
| 43     | Optimaliseren van afvoercapaciteit                               | II,III          |
| 44     | Egaliseren in plaats van dieper ontwateren                       | II,III          |
| 45     | Inundatie van bollenvelden                                       | II,III          |
| 46     | Aanleg retentiebekkens                                           | II,III          |
| 47     | Aanleg rabattenbos                                               | II,III          |
| 48     | Verfijning van de afwatering                                     | II,III,V        |
| 49     | Ondiepe drainage met hoog peil in sloot                          | II,III,V        |
| 50     | Ondiepe drainage of begreppeling                                 | II,III,V        |
| 51     | Ontwatering afstemmen op percentage van de bedrijfsoppervlakte   | II,III,V        |
| 52     | Natte of droge percelen in bedrijfsvoering inpassen              | II,III,V        |
| 53     | Tijdelijke onder- of bronbemaling                                | II,III,V,VI     |
| 54     | Hoger winterpeil                                                 | II,III,VI       |
| 55     | Stuw omhoog na zaaien, oogsten en mest uitrijden                 | II,III,VI       |
| 56     | Oppervlakkige afstroming beperken                                | III             |
| 57     | Infiltratie van effluent van RWZI op landbouwgronden             | III             |
| 59     | Minder schonen                                                   | III,VI          |
| 62     | Braaklegging                                                     | V               |
| 63     | Aankoop van extra grond                                          | V               |
| 64     | Overschakelen op andere gewassen                                 | V               |
| 65     | Overschakelen op ander type veehouderij                          | V               |
| 66     | Aangepast materieel                                              | V               |
| 67     | Teelt en laat onderwerken van groenbemester                      | V               |
| 68     | Afsluiten van beheersovereenkomst                                | V               |

Toelichting:

code verdroging:

- 0      geen bijdrage
- I      bijdrage aan terugdringing gebruik grond- en oppervlaktewater
- II     bijdrage aan verhoging van de grondwaterstand
- III    bijdrage aan aanvulling van grondwater
- IV    bijdrage aan terugdringing gebruik leidingwater
- V      inspelen op natte situaties
- VI    bijdrage aan vermindering afhankelijkheid gebiedsvreemd water

De nummers van de maatregelen verwijzen naar de nummers in bijlage 5.

### Beoordeling

In een aantal gebieden die nog volgens de oude ontwateringsnormen zijn ontwaterd, bestaan mogelijkheden om de grondwaterstand zonder schade aan landbouwgewassen te verhogen. In deze gevallen kan de droogteschade mogelijk afnemen, zodat het netto bedrijfsresultaat door een verhoging van de grondwaterstand positief kan uitvallen. Het verdient aanbeveling bij het uitvoeren van maatregelen voor het tegengaan van verdroging de huidige ontwateringsdiepte en de drooglegging kritisch te evalueren. Bij voorkeur voert het waterschap deze herbeoordeling gezamenlijk en in overleg met agrariërs uit. Voor alle typen gewassen verdient het aanbeveling te onderzoeken in hoeverre onderschrijding van de ontwateringsdiepte leidt tot schade en welke perioden hierbij het meest kritisch zijn. Ook zou onderzocht moeten worden onder welke voorwaarden een meer dynamisch peilbeheer mogelijk is.

Er bestaan goede mogelijkheden om op bedrijfsniveau de ontwateringsdiepte te verkleinen en/of water langer vast te houden op het perceel. Deze maatregelen zijn vaak vrij kostbaar, maar kunnen in het kader van anti-verdrogingsprojecten gedeeltelijk worden gefinancierd. Het gaat vaak om eenmalige ingrepen.

Mogelijkheden om bij een gelijkblijvende bedrijfsvoering in te spelen op natte situaties zijn er met name voor zelfvoorzienende, extensieve (melk)veebedrijven. Hoe intensiever de bedrijfsvoering (mechanisatiegraad, gewaskeuze), hoe moeilijker het is om bij een rendabel blijvende bedrijfsvoering in te spelen op natte situaties. Een verhoging van de grondwaterstand betekent voor intensieve bedrijven een ingrijpende verandering in de bedrijfsvoering en de overschakeling naar andere gewassen. Een overschakeling naar andere gewassen is binnen de bestaande bedrijfsvoering over het algemeen moeilijk te realiseren.

### 4.3.2 Watergebruik voor gewasproductie

#### Analyse en aanpak

Een gewas verdampt water. Ook vindt rechtstreeks vanuit de bodem verdamping plaats. Hoe meer water verdampt, hoe verder de bodem uitdroogt, en hoe meer water aan het grondwater wordt onttrokken. Hierdoor daalt de grondwaterstand. Naast deze 'indirecte' onttrekking aan het grondwater, kan een agrariër voor het optimaliseren van de gewasproductie in periodes met een neerslagtekort grondwater onttrekken voor beregening. Een agrariër kan het verdrogend effect van bodem- en gewasverdamping op de volgende manier terugbrengen:

- terugbrengen van gewasverdamping;
- tegengaan van onnodig verdamping van kale grond;
- minder en efficiënter beregenen;
- overschakelen op andere waterbronnen voor beregening.

We werken deze mogelijkheden uit.

#### Terugbrengen verdamping gewas

De gewasverdamping kan in theorie op de volgende manieren worden beperkt:

- *Keuze van waterefficiënte gewassen of rassen*

In tabel 4.3 geven we voor verschillende voedergewassen het watergebruik weer en het watergebruik per kg geproduceerde droge stof. De tabel berust op theoretische waarden. Uit de tabel blijkt dat met name maïs, GPS (gehele plant silage) en voederbiet zuiniger met water omgaan dan bijvoorbeeld luzerne. Het is echter niet duidelijk of een efficiënter watergebruik door deze gewassen ook werkelijk optreedt. De indruk bestaat het verschil in werkelijke verdamping en werkelijke efficiëntie minder groot is dan op grond van deze cijfers verwacht mag worden (Haverkort 1994). Een viertal onderzoeksinstituten verricht momenteel onderzoek naar de keuze en teelt van voedergewassen op droogtegevoelige grond (*Verslagen van onderzoek 1994 1995*), waarin bovengenoemde vraagstukken worden beantwoord. Definitieve resultaten zijn nog niet bekend. Over waterefficiënte rassen is nog weinig praktijkkennis beschikbaar.



- *Aanpassen bemesting*  
Door de bemesting aan te passen is het in theorie mogelijk de gewasverdamping te sturen. Er is echter nog te weinig praktijkkennis opgedaan om duidelijke praktijkadviezen te kunnen geven.
- *Verschuiving groeiperiode*  
Door de groeiperiode van het gewas gedeeltelijk te verschuiven naar perioden met een neerslagoverschot (vroeg voorjaar, late najaar) is het in principe mogelijk het beschikbare water beter te benutten. Te denken valt aan de teelt van wintergraan in plaats van zomergraan. Omdat in het vroege voorjaar en het late najaar de groeiomstandigheden voor het gewas niet optimaal zijn, is het effect hiervan naar verwachting niet al te groot.



Met de wiedeg wordt onkruid verwijderd en de bovengrond losgemaakt, waardoor onnodige verdamping wordt tegengegaan.

Tabel 4.3 Watergebruik (in mm) en waterverbruik per kg droge stof van enkele gewassen

| gewas             | watergebruik<br>totaal<br>(mm/jaar) | transpiratie-<br>coëfficiënt<br>(l water/kg ds) |
|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Engels raaigras   | 540                                 | 250                                             |
| maïs              | 370                                 | 200                                             |
| GPS (graan)*      | 470                                 | 225                                             |
| luzerne           | 650                                 | 300                                             |
| voederbiet + blad | 510                                 | 200                                             |

\* GPS: gehele plant silage: een graangewas (gebruikt als ruwvoer) dat in het deegrijpe stadium als totale plant wordt gehakseld en ingekuuld. Door de inzaai in het najaar profiteert het gewas van ruimer beschikbaar bodemvocht in najaar en vroege voorjaar.

bron: Verstraten 1995.

#### *Tegengaan onnodige verdamping van de grond*

Voor het tegengaan van verdamping van de grond zijn verschillende methoden beschikbaar, waarvan mulching (het aanbrengen van een deklaag van organisch materiaal) en grondbewerking (mechanische onkruidbestrijding) de belangrijkste zijn. Het te behalen effect hiervan is onbekend. Mulching vindt met name plaats in de bollenteelt en in de fruitteelt.

#### *Minder en efficiënter beregenen*

Door minder droogtegevoelige gewassen te telen (zie hierboven; zie tabel 4.1), door meer droogteschade te accepteren en/of door efficiënter te beregenen, kan met minder beregening worden volstaan. De mogelijkheden verschillen van bedrijf tot bedrijf. Naast het type bodem spelen bedrijfstechnische factoren daarbij een belangrijke rol.

#### *Overschakelen op andere waterbronnen voor beregening*

In de meeste gevallen verdient beregening uit oppervlaktewater de voorkeur boven beregening uit grondwater. Beregening uit oppervlaktewater is over het algemeen goedkoper dan beregening uit grondwater. Daarom wordt doorgaans al de voorkeur gegeven aan beregening uit oppervlaktewater. Beregening met leidingwater is duur en vindt alleen plaats als geen goed grond- of oppervlaktewater voor handen is. Vanuit het oogpunt van verdroging is het gebruik van leidingwater geen goed alternatief: het verplaatst het probleem van het bedrijf naar de drinkwaterwinlocatie. Een alternatief is een neerslagreservoir.

#### *Maatregelen*

In tabel 4.4 geven we de maatregelen weer die een agrariër kan inzetten om het verdrogend effect van het watergebruik voor gewasproductie te verminderen. We hebben 25 maatregelen onderscheiden.

Tabel 4.4      Maatregelen gewasverdamping

| nummer | omschrijving                                                          | code verdroging |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1      | Aangepaste bemesting                                                  | I               |
| 2      | Groeiperiode verschuiven                                              | I               |
| 3      | Verminderen van vochtbehoefte door ras- en gewaskeuze                 | I               |
| 4      | Niet of minder beregenen                                              | I               |
| 5      | Ondiepe grondbewerking (mechanisch wieden)                            | I               |
| 6      | Groenbemester zo vroeg mogelijk onderwerken                           | I               |
| 7      | Aankoop (extra) ruwvoer                                               | I               |
| 8      | Verzekering tegen droogteschade                                       | I               |
| 9      | Bij lage windsnelheden beregenen                                      | I               |
| 10     | 's Avonds of 's nachts beregenen                                      | I               |
| 11     | Efficiënte beregeningsinstallatie                                     | I               |
| 12     | Gieten in plaats van beregenen                                        | I               |
| 13     | Afstellen installatie                                                 | I               |
| 14     | Beregenen met computergestuurde technieken                            | I               |
| 15     | Rendementsberekening van de beregeningsinstallatie                    | I               |
| 16     | Optimale giftgrootte en beregeningstijdstip                           | I               |
| 17     | Op strategische momenten beregenen                                    | I               |
| 18     | Niet te vroeg in het seizoen beregenen                                | I               |
| 19     | Overschakelen op andere waterbronnen voor beregening (uit grondwater) | I               |
| 20     | Aanleg windsingels                                                    | I               |
| 22     | Locatie van grondwaterwinput veranderen                               | I,II            |
| 24     | Aanbrengen mulch of folie                                             | I,III           |
| 39     | Opslag van neerslagoverschot                                          | I,VI            |
| 69     | Vergroten van vochthoudend vermogen van wortelzone                    | 0               |
| 70     | Bouwvoor vochtig houden                                               | 0               |

Toelichting: zie tabel 4.2

**Beoordeling**

Er is op dit moment nog te weinig praktijkkennis om goede praktijkadviezen te kunnen geven voor het terugdringen van de gewasverdamping. Een gezamenlijk onderzoek van het AB-DLO, het PAGV, het PR en het SC-DLO zal hier deels in voorzien. Het verdient aanbeveling de uitkomsten van dit onderzoek geschikt te maken voor gebruik in de praktijk (voorlichting). Ook zou onderzocht moeten worden wat de praktische mogelijkheden zijn van het sturen van de gewasverdamping door bemesting. Verder is onduidelijk wat de praktische mogelijkheden zijn om door verschuiving van het groeiseizoen naar de periode met een neerslagoverschot de gewasverdamping in de droge periode te verminderen.

Niet alleen vanuit het oogpunt van verdroging kan het wenselijk zijn om 'waterzuinige' gewassen te telen, ook bedrijfseconomisch kan het zinvol zijn, zeker als de minder 'waterzuinige' gewassen moeten worden beregend. Door waterzuinige gewassen te telen kan een agrariër bezuinigen op de kosten voor beregening. Dit is dus een win-winsituatie.

Terugdringing van de gewasverdamping kent grenzen om de volgende redenen:

- de keuzemogelijkheid voor alternatieve gewassen is binnen de bedrijfsvoering over het algemeen beperkt. Overschakeling op andere gewassen is op korte termijn niet mogelijk omdat de bedrijfsvoering daarmee aangepast moet worden. Ook binnen de akkerbouw en de tuinbouw is het kiezen van alternatieve gewassen moeilijk omdat het bouwplan al grotendeels vastligt en omdat een agrariër investeringen heeft gedaan in infrastructuur en machines;
- de gewasproductie is direct gerelateerd aan de gewasverdamping: hoe minder een gewas verdampt, hoe lager de produktie;
- overschakelen op waterzuinige rassen is theoretisch een mogelijkheid. Voor veel Nederlandse gewassen is in de veredeling tot nu toe weinig aandacht besteed aan het watergebruik.

Bij mulching doet zich het knelpunt voor dat de hoeveelheid organische stof in de bouwvoor wordt verhoogd. Op de mineralenbalans komt dit tot uiting als een groter mineralenverlies. Bij (verplichte) invoering van de mineralenboekhouding op alle landbouwbedrijven kan dit een conflicterende situatie opleveren.

Bij het terugdringen of stoppen van beregening doet zich het knelpunt voor dat de benutting van mineralen afneemt waardoor de uit- en afspoeling van mineralen toeneemt (Wouters e.a. 1992; Noij e.a. 1995). Hier staat het milieubeleid ten aanzien van mineralen op gespannen voet met het beleid ten aanzien van verdroging. Efficiënter gebruik van beregeningswater biedt in dit geval de beste mogelijkheden. Er wordt op water bespaard terwijl de mineralenbenutting op peil blijft. Bovendien kan efficiënter gebruik van beregeningswater een positief bedrijfseconomisch effect hebben. Overigens blijkt uit praktijkproeven dat door een goede afstemming van de bemestingsgift op een (tijdelijk) slechtere vochtvoorziening het mineralenverlies niet toeneemt. Uiteraard is de produktie per hectare dan wel lager.

#### 4.3.3 Aanvoer van gebiedsvreemd water

##### *Analyse en aanpak*

Aanvoer van gebiedsvreemd water vindt plaats om klink tegen te gaan, om het watersysteem door te spoelen en voor aanvullende watervoorziening van landbouwgewassen door beregening uit oppervlaktewater of voor het op peil houden van de grondwaterstand in het gebied. Aanvoer van gebiedsvreemd water is vanuit het oogpunt van verdroging niet altijd wenselijk vanwege de kwaliteit van het aangevoerde water. De behoefte aan aanvoer van water is de laatste decennia gestegen, onder andere door maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven.

Land- en tuinbouwbedrijven kunnen hun afhankelijkheid van gebiedsvreemd water verminderen. Dit is op twee manieren mogelijk:

- water langer vasthouden / minder diep ontwateren;
- minder water gebruiken in periodes met een neerslagtekort.

Deze maatregelen behandelden we onder de andere typen watergebruik. Bij ont- en afwatering (§4.3.1) zijn we ingegaan op maatregelen om water langer vast te houden en minder diep te ontwateren. In §4.3.2 bespraken we maatregelen om de gewas- en bodemverdamping te verminderen. Indien bij de overige typen watergebruik gebruik wordt gemaakt van oppervlakte- of grondwater, kan ook een vermindering van dit watergebruik bijdragen tot minder afhankelijkheid van gebiedsvreemd water.

##### *Overzicht van de mogelijke maatregelen*

Voor een overzicht van de mogelijke maatregelen verwijzen we naar de andere typen watergebruik. Tabel 4.5 geeft daarnaast maatregelen die heel direct aangrijpen op het terugdringen van de afhankelijkheid van de aanvoer van gebiedsvreemd water.

**Tabel 4.5**      **Maatregelen vermindering afhankelijkheid aanvoer gebiedsvreemd water**

| nummer | omschrijving                                     | code verdroging |
|--------|--------------------------------------------------|-----------------|
| 39     | Opslag van neerslagoverschot                     | I,VI            |
| 53     | Tijdelijke onder- of bronbemaling                | II,III,V,VI     |
| 54     | Hoger winterpeil                                 | II,III,VI       |
| 55     | Stuw omhoog na zaaien, oogsten en mest uitrijden | II,III,VI       |
| 59     | Minder schonen waterlopen                        | III,VI          |

Toelichting: zie tabel 4.2

### Beoordeling

In principe zijn er voldoende maatregelen voor een agrariër om zijn afhankelijkheid van de aanvoer van gebiedsvreemd water te verminderen. Omdat de aanvoer van gebiedsvreemd water in de eerste plaats de taak is van het waterschap, zullen de maatregelen die een agrariër op bedrijfsniveau kan nemen, moeten worden afgestemd op de maatregelen van het waterschap.

### 4.3.4 Watergebruik in de stal

#### Analyse en aanpak

Watergebruik in de stal komt voor in de veehouderij. In andere bedrijfstakken is het watergebruik beperkt tot het reinigen van machines en spuit tanks etc. Het gebruik betreft drinkwater voor het vee, reinigen van de melkinstallatie, reinigen van stallen en het watergebruik voor het spoelen van vloeren in groen-labelstallen. Het watergebruik in de stal kan worden beperkt door:

- verminderen van verliezen en verhogen van de efficiëntie bij de toediening van drinkwater en bij het reinigen van de stal en de melkinstallatie;
- zuiveren en hergebruiken van water in plaats van afvoer naar de mestkelder of het riool. Reiniging en/of hergebruik van water is vanuit het oogpunt van integraal waterbeheer op bedrijfsniveau wenselijk. Water wordt zo lang mogelijk op het bedrijf gehouden. Omdat het water wordt hergebruikt, is te verwachten dat de agrariër zorgvuldiger de kwaliteit van het water in het oog zal houden;
- overschakelen op andere waterbronnen (met name regenwater).

Het geheel terugdringen van het watergebruik is niet mogelijk omdat het watergebruik in veel gevallen onvermijdelijk is (drinkwater, reiniging melkinstallatie). Bij het watergebruik in groen-labelstallen is het wel mogelijk voor alternatieve technieken te kiezen die geen of minder water gebruiken.

#### Maatregelen

In de melkveehouderij bestaan verschillende technieken voor waterbesparing bij het spoelen van de melkmachine. Er zijn programma's waarmee op het bedrijf de economisch meest rendabele techniek voor waterbesparing kan worden gekozen (Scherpenzeel 1995; Boerekamp e.a. 1995). Omdat spoelwater niet meer op het oppervlaktewater mag worden geloosd en omdat veel bedrijven niet zijn aangesloten op de riolering, wordt het afvalwater geloosd in de mestput. Vanwege de hoge kosten voor mestopslag en -afvoer is waterbesparing door hergebruik economisch vaak interessant. Ook zuivering van afvalwater op het bedrijf wordt binnenkort in het programma 'warmwaterenergie' opgenomen. Het betreft hier vooral mechanische en chemische zuivering. Ook zuivering met een helofytenfilter is mogelijk, maar hieraan zijn nog enige technische moeilijkheden verbonden.

In de intensieve veehouderij is waterbesparing vooral mogelijk door verliezen te beperken bij het toedienen van drinkwater en het reinigen van stallen. Met een registratiemethode van de mestbanken kan het watergebruik worden geëvalueerd (Droge-stofactie; Aalbers 1995).

Tabel 4.6 geeft voor de verschillende categorieën watergebruik in de stal een overzicht van de maatregelen om tot waterbesparing te komen. We onderscheiden in totaal 9 maatregelen.

**Tabel 4.6**      **Maatregelen watergebruik in de stal**

| nummer | omschrijving                                                     | code verdroging |
|--------|------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 26     | Scheiden en zuiveren van waterige fractie en droge stof uit mest | I,III,IV        |
| 33     | Verminderen van drinkwatergebruik van vee                        | I,IV            |
| 34     | Betere reinigingstechnieken                                      | I,IV            |
| 35     | Zuinige systemen voor spoelen melkmachine                        | I,IV            |
| 36     | Hergebruik en reiniging van spoelwater                           | I,IV            |
| 37     | Vermindering watergebruik in groen-labelstallen                  | I,IV            |
| 38     | Zuivering van (afval)water                                       | I,IV            |
| 60     | Drinkwater uit andere bronnen                                    | IV              |
| 61     | Reinigingswater uit andere bronnen                               | IV              |

Toelichting: zie tabel 4.2

### Beoordeling

Er zijn voldoende maatregelen om op het bedrijf aan de slag te gaan. Vanwege de hoge kosten voor mestopslag en -afvoer is waterbesparing in de stal economisch vaak zeer gunstig. Voor reiniging en hergebruik van water kunnen bedrijven te maken krijgen met de volgende knelpunten:

- Meer dan 60% van de melkveebedrijven in het landelijk gebied is vanwege de hoge aanlegkosten nog niet aangesloten op het riool (Hoefman 1993). Omdat lozing van (huishoudelijk en bedrijfsmatig) afvalwater op het oppervlaktewater niet meer is toegestaan, lozen bedrijven hun afvalwater op de mestput of voeren het per as af naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). Er bestaan technieken om afvalwater op bedrijfsniveau te zuiveren. Hierbij doen zich twee problemen voor:
  - Het gezuiverde water mag in de meeste gevallen niet worden geloosd op het oppervlaktewater, omdat de beheerder van het oppervlaktewater moeilijk kan controleren of het geloosde water wel goed gezuiverd is. Daarmee wordt een mogelijkheid om met gezuiverd afvalwater het oppervlaktewater te voeden geblokkeerd.
  - Agrariërs wachten met de aanschaf van zuiveringsinstallaties omdat de gemeente mogelijk alsnog beslist om riolering in het gebied aan te leggen, waardoor agrariërs verplicht worden tot aansluiting op de riolering. De investering in de zuiveringsinstallatie gaat dan verloren.
- Vanwege de stijgende kosten voor mestopslag en -afzet wordt het steeds rendabeler om mest op bedrijfsniveau te scheiden in een waterige en een vaste fractie. De waterige fractie mag echter alleen gebruikt worden volgens het Besluit gebruik dierlijke mest (Bgdm). Eventueel gebruik als beregeningswater is momenteel nog niet mogelijk, terwijl de kwaliteit van de waterige fractie dat wel toelaat (Aspert e.a. 1995).

#### 4.3.5 Spoelen van produkten

##### *Analyse en aanpak*

Gebruik van spoelwater op het bedrijf vindt vooral plaats in de vollegrondsgroente- en bloembollenteelt voor het verwijderen van grondtarra en andere verontreinigingen. In de akkerbouw worden met name suikerbieten centraal (in de fabriek) gespoeld. Premies stimuleren agrariërs om zo weinig mogelijk tarra te produceren. In deze studie zijn we niet ingegaan op dit spoelwatergebruik in de akkerbouw.

Het spoelwatergebruik is te verminderen door:

- terugdringen van de noodzaak om te spoelen door alternatieve technieken;
- verminderen van verliezen en het verhogen van de efficiëntie van het spoelwatergebruik;
- overschakelen op andere waterbronnen;
- het zuiveren en hergebruiken van water als alternatief voor afvoer naar perceel of riool.



**Met een helofytenfilter kan een agrariër zijn eigen afvalwater zuiveren.**

*Maatregelen*

In tabel 4.7 hebben we de maatregelen aangegeven die een agrariër op zijn bedrijf kan invoeren. We onderscheiden in totaal 7 maatregelen.

**Tabel 4.7**                      **Maatregelen spoelen van producten**

| nummer | omschrijving                            | code verdroging |
|--------|-----------------------------------------|-----------------|
| 21     | Reiniging en hergebruik van spoelwater  | I               |
| 25     | Spoelwater op andere wijze afvoeren     | I,III,IV        |
| 29     | Zandstralen in plaats van spoelen       | I,IV            |
| 30     | Beperken van watergebruik voor spoelen  | I,IV            |
| 31     | Type spoelmachine                       | I,IV            |
| 32     | Spoelen met water uit neerslagreservoir | I,IV            |
| 38     | Zuivering van (afval)water              | I,IV            |

Toelichting: zie tabel 4.2

*Beoordeling*

Er zijn voldoende maatregelen waarmee een agrariër het spoelwatergebruik op zijn bedrijf kan terugdringen. Voor de vollegrondsgroente- en bloembollenteelt bestaan goede technieken om het watergebruik terug te dringen en om water opnieuw te gebruiken. Omdat er niet zoals bij het watergebruik in de stal hoge kosten aan de afvoer van water zijn verbonden zijn investeringen in waterzuinige systemen of in het hergebruik van water minder snel economisch rendabel dan bij het watergebruik in de stal.

**4.3.6 Koelwater***Analyse en aanpak*

Koeling vindt plaats in de intensieve veehouderij (klimaatbeheersing) en in overdekte teelten (grondkoeling in de glastuinbouw en de champignonteelt). Watergebruik voor koeling is vanuit het oogpunt van verdroging een probleem als het als grondwater wordt opgepompt en na gebruik wordt geloosd op het oppervlaktewater of op de bodem. Over het algemeen wordt koelwater uit grondwater gewonnen omdat de temperatuur van grondwater constant en vrij laag is.

Dit type watergebruik kan worden teruggebracht door:

- het gebruik van zuinige koelsystemen;
- koelwater winnen uit alternatieve bronnen (overschakelen van grondwater op oppervlaktewater);
- koelwater retourbemalen naar het grondwater.

*Maatregelen*

In tabel 4.8 geven we de mogelijke maatregelen weer. We onderscheiden in totaal 3 maatregelen.



Tabel 4.8      Maatregelen koeling

| nummer | omschrijving                                      | code verdroging |
|--------|---------------------------------------------------|-----------------|
| 27     | Zuinige koelsystemen                              | I,IV            |
| 28     | Koelwater uit andere bronnen                      | I,IV            |
| 58     | Koelwater niet lozen op riool of oppervlaktewater | III             |

Toelichting: zie tabel 4.2

### Beoordeling

In bijna alle takken waar watergebruik voor koeling plaatsvindt kan het verdrogend effect sterk worden beperkt. Vanwege de landelijke grondwaterheffing op milieugrondslag zal zowel in de bloementeel onder glas (alstroemeria, fresia) als in de champignonteel het watergebruik voor koeling sterk worden teruggebracht. In de pluimveehouderij (waar koeling in opkomst is) wordt water verneveld en is retourbemaling niet mogelijk. Ook de mogelijkheden voor alternatieve, zuinige systemen zijn daar beperkt.

### 4.3.7 Kosteneffectiviteit van maatregelen

De kosteneffectiviteit van maatregelen verschilt sterk. In dit onderzoek is het niet mogelijk om de kosteneffectiviteit van de verschillende maatregelen nauwkeurig te bepalen. Bovendien is de kosteneffectiviteit in veel gevallen afhankelijk van de lokale situatie (bedrijfstype, intensiteit van de bedrijfsvoering, bodemsoort, type gewas, grondwatersituatie etc.) en dus alleen op lokaal niveau te bepalen.

Bij de toetsing van maatregelen aan de criteria (zie §4.2 en bijlage 5) hebben we de maatregelen dan ook globaal op hun kosteneffectiviteit getoetst. In deze paragraaf geven we aan hoe de kosteneffectiviteit van de maatregelen voor verschillende typen watergebruik zich tot elkaar verhoudt. Om de effectiviteit van maatregelen te kunnen vergelijken geven we het effect weer in m<sup>3</sup> waterbesparing per hectare. Dit kunnen we beschouwen als een waterschijf, net zoals neerslag als een waterschijf wordt weergegeven (namelijk als aantal mm; dit is hetzelfde als het aantal m<sup>3</sup> per hectare). We onderscheiden de volgende categorieën:

#### Kleine typen watergebruik

Maatregelen gericht op het terugdringen van het watergebruik in de stal zijn vanwege de toegenomen kosten voor mestopslag en -afzet bedrijfseconomisch vaak interessant. De bijdrage aan de terugdringing van verdroging van dit soort waterbesparing is echter vrij gering.

Maatregelen gericht op het verminderen van grondwatergebruik voor koeling van grond kunnen na invoering van de grondwaterheffing bedrijfseconomisch interessant zijn. Vanwege de vaak hoge onttrekkingen kunnen dergelijke maatregelen lokaal ook flink bijdragen aan het tegengaan van verdroging. Dit wordt versterkt als de bedrijven die water gebruiken voor grondkoeling bij elkaar in de buurt liggen.

Als producten met grondwater of leidingwater worden gespoeld, geldt hetzelfde als bij grondkoeling. Als dit gebeurt met oppervlaktewater, is het bedrijfseconomische voordeel om water te besparen waarschijnlijk gering of zelfs negatief. Ook het voordeel voor de bestrijding van verdroging is dan geringer, zeker als het gebruikte spoelwater over het perceel wordt uitgereden.

Over het algemeen hebben deze maatregelen dus een vrij gering effect op de bedrijfsvoering en een positief bedrijfseconomisch effect. Zij kunnen dan ook direct worden ingevoerd.

Gemiddeld kan 100 tot 1000 m<sup>3</sup> water per jaar worden bespaard (met uitzondering van watergebruik voor grondkoeling in de alstroemeriateelt waar het watergebruik kan oplopen tot 200.000 m<sup>3</sup> per jaar). Bij een bedrijfsgrootte van 20 hectare is dit een besparing van 0,5 tot 5 mm waterschijf per jaar.

#### *Gewasverdamping en beregening*

Efficiënter beregenen heeft zowel milieutechnische als bedrijfseconomische voordelen. Efficiënter beregenen vraagt eenmalige investeringen (apparatuur, instrumenten, beregeningsplanner) en in sommige gevallen extra arbeid. Daar tegenover staan minder kosten voor het gebruik van water en/of een hogere opbrengst. De te verwachten winst is sterk afhankelijk van de uitgangssituatie. Bij een gemiddelde beregeningsgift van 125 mm per jaar, een gemiddelde efficiëntie van 70% en een efficiëntieverbetering van 25 tot 50%, ligt de te verwachten winst tussen de 10 en 20 mm waterschijf per jaar.

De aanleg van een neerslagreservoir vergt een eenmalige investering. Daarnaast moet regelmatig aandacht worden besteed aan het onderhoud. Is het neerslagreservoir eenmaal aangelegd, dan zijn de variabele kosten doorgaans niet hoger dan de kosten voor beregening met grond- of oppervlaktewater. Wel neemt door het relatief grote ruimtebeslag van een neerslagreservoir het oppervlakte produktieve grond af. Investeringen zijn alleen rendabel in een intensieve bedrijfsvoering. De aanleg van een neerslagreservoir met een capaciteit van 500 m<sup>3</sup> per hectare (met een effectieve capaciteit van 1000 m<sup>3</sup> per hectare per jaar) levert een waterbesparing op van 100 mm waterschijf per jaar.

Het effect van het overschakelen op waterzuinige gewassen en/of de verschuiving van het groeiseizoen naar natte perioden is moeilijk te bepalen. Uit tabel 4.2 kunnen we afleiden dat het effect potentieel in de orde van grootte van 100 tot 150 mm kan liggen, maar dat het verschil in de praktijk waarschijnlijk ca. 20 tot 50 mm waterschijf per jaar bedraagt. Het gebruik van waterzuinige gewassen kan zowel een positief bedrijfseconomisch als milieutechnisch effect hebben. Het beperken van de gewasverdamping (bijvoorbeeld door niet te beregenen) heeft vaak een negatief bedrijfseconomisch effect. Vaak zijn de mogelijkheden om op de korte termijn over te schakelen op andere gewassen slechts beperkt inpasbaar in de bedrijfsvoering.

#### *Ont- en afwatering*

Door aanpassingen in de ont- en afwatering is een verhoging van de grondwaterstand mogelijk van 10 tot maximaal 40 cm. Dit komt overeen met een stijging van 10 tot 35 mm waterschijf aan het begin van het groeiseizoen (respectievelijk bij klei en veen; omdat de bodem voor het grootste gedeelte bestaat uit vaste deeltjes, is voor een grondwaterstijging van 10 cm afhankelijk van de bodemsoort gemiddeld tussen de 2 mm (klei) en 8 mm (veen) extra water nodig). De kosten voor het verhogen van de ontwateringsdiepte bestaan uit eenmalige kosten voor technische ingrepen en jaarlijks terugkerende kosten als het verhogen van de grondwaterstand leidt tot een lagere productie. Soms heeft verhoging van de grondwaterstand een neutraal of zelfs positief effect op de opbrengst; in veel gevallen leidt een hogere grondwaterstand tot productieverlies.

### **4.4 Maatregelen per bedrijfstak**

In deze paragraaf beschrijven we per bedrijfstak de mogelijkheden om aan de terugdringing van verdroging te werken. In tabel 4.9 vatten we samen wat de mogelijkheden per bedrijfstak zijn.

#### **4.4.1 Akkerbouw**

In de akkerbouw kunnen maatregelen worden genomen op het vlak van aanpassing in de ont- en afwatering, de gewasverdamping en het verminderen van het spoeiwaterverbruik. We behandelen deze punten kort.

### *Ont- en afwatering*

Het risico op natschade in de akkerbouw is vrij gering. Vooral in het voorjaar en in het najaar, als de grondbewerking, het zaaien en het oogsten plaatsvinden, is goede ontwatering vereist.

### *Gewasverdamping*

In de akkerbouw zijn over het algemeen weinig mogelijkheden om het watergebruik door gewas- of locatiekeuze te verminderen. De oorzaak hiervan is dat een agrariër na de keuze van een bepaald bouwplan investeert in machines en gebouwen om die teelt mogelijk te maken. Bij het overschakelen op andere gewassen bestaat de kans dat machines en gebouwen gedeeltelijk niet meer bruikbaar zijn, zodat veel kapitaal verloren gaat. De locatiekeuze voor gewassen afstemmen op de waterbehoefte van het gewas is maar beperkt mogelijk omdat rotatie noodzakelijk is (vanwege ziektedruk). De toenemende teelt van groenbemesters en bodembedekkers leidt tot een hogere verdamping. Omdat de teelt van bodembedekkers voornamelijk plaatsvindt in het najaar, de winter en het vroege voorjaar heeft de verdamping van deze gewassen een geringe invloed op de verdroging. Onderzocht moet worden of er mogelijkheden zijn om 'waterzuinige' rassen te kiezen, om vroege in plaats van late rassen te kiezen (die verdampen minder, maar hebben ook een lagere productie per hectare) en om de groeiperiode te verschuiven naar winter en vroege voorjaar omdat er dan nog geen neerslagtekort is.

Berekening van gewassen in de akkerbouw heeft vaak ook als doel het verhogen of handhaven van de kwaliteit van het produkt, zodat een aanzienlijk hogere prijs kan worden gerealiseerd (met name bij (poot)aardappels). Beperking van het beregend areaal (binnen het bestaande bedrijfsplan) is niet wenselijk. Hooguit kan worden gezocht naar efficiëntere aanwending van beregeningswater. Mogelijk is een neerslagreservoir voor de berekening van pootaardappels rendabel.

### *Spoelwater*

Akkerbouwprodukten (met name suikerbieten) en vollegrondsgroenten worden vanwege de grondtarra soms gespoeld. Meestal vindt dit niet op bedrijfsniveau plaats. Gebeurt dit wel, dan kan op eenvoudige wijze water worden bespaard door zuiniger met spoelwater om te gaan.

## **4.4.2 Vollegrondsgroenteteelt**

In de vollegrondsgroenteteelt kunnen maatregelen worden genomen op het vlak van aanpassing in de ont- en afwatering, de gewasverdamping en het verminderen van het spoelwaterverbruik. We behandelen deze punten kort.

### *Ontwatering*

Het risico op natschade in de vollegrondsgroenteteelt is matig. Een goede ontwatering is nodig. Vooral de teelt van wintergewassen zoals prei, waarbij de percelen ook in de winter voldoende draagkrachtig moeten zijn, stelt hoge eisen aan de ontwatering. Inspelen op natte situaties is vaak niet mogelijk.

### *Gewasverdamping*

In de vollegrondsgroenteteelt zijn evenals in de akkerbouw weinig mogelijkheden om het watergebruik door gewas- of locatiekeuze, of door verschuiving van het groeiseizoen te verminderen. De locatiekeuze voor gewassen afstemmen op de waterbehoefte van het gewas is maar beperkt mogelijk omdat rotatie noodzakelijk is (vanwege ziektedruk).

Berekening is vrijwel altijd rendabel. Op droogtegevoelige gronden is vollegrondsgroenteteelt zonder berekening niet mogelijk. Mogelijkheden tot waterbesparing liggen vooral in efficiëntere aanwending van beregeningswater. In de vollegrondsgroenteteelt wordt al relatief veel gebruik gemaakt van systemen waarmee water nauwkeurig kan worden toegediend (computergestuurde haspelautomaten met sproeiboom; gebruik van tensiometers).

Daarnaast is het aanleggen van een neerslagreservoir naar verwachting een goede optie om het gebruik van grondwater te verminderen. Hoewel dergelijke maatregelen vrij duur zijn, zijn ze vaak economisch rendabel.

#### *Spoelen van produkten*

Er kan op eenvoudige wijze water worden bespaard door zuiniger met spoelwater om te gaan.

### **4.4.3 Bollenteelt**

In de bloembollenteelt kunnen maatregelen worden genomen op het vlak van aanpassing in de ont- en afwatering, de gewasverdamping en het verminderen van het spoelwatergebruik. We behandelen deze punten kort.

#### *Ontwatering*

Bollenteelt op zand is weinig gevoelig voor natschade. Het risico op natschade in de bloembollenteelt op zavel is daarentegen groot. Een goede ontwatering is daar nodig. Verhoging van de grondwaterstand in zandgebieden is wellicht mogelijk. Dit kan ook in het groeiseizoen een positief effect hebben op het vermijden van droogteschade. Inspelen op natte situaties is vaak niet mogelijk.

#### *Gewasverdamping*

In de bollenteelt zijn weinig mogelijkheden om het watergebruik door gewas- of locatiekeuze, of door verschuiving van het groeiseizoen te verminderen. Beregening is vrijwel altijd rendabel. Op droogtegevoelige gronden is bollenteelt zonder beregening niet goed mogelijk. Mogelijkheden tot waterbesparing liggen vooral in efficiëntere aanwending van beregeningswater. Onderzocht moet worden of het aanleggen van een neerslagreservoir een optie is om het gebruik van grondwater te verminderen.

#### *Spoelen van produkten*

Er kan op eenvoudige wijze water worden bespaard door zuiniger met spoelwater om te gaan.

### **4.4.4 Fruitteelt**

In de fruitteelt kunnen maatregelen worden genomen op het vlak van aanpassing in de ont- en afwatering en de gewasverdamping. We behandelen deze punten kort.

#### *Ontwatering*

De fruitteelt stelt hoge eisen aan de ontwatering. Er zijn wellicht mogelijkheden om bij gelijkblijvende ontwateringsdiepte intensiever en minder diep te draineren. Inspelen op natte situaties is nagenoeg onmogelijk. Het verhogen van de grondwaterstand leidt al gauw tot ziektes en kan leiden tot afsterving van de wortels.

#### *Gewasverdamping*

Mogelijkheden voor gewas- en raskeuze zijn vanwege de langjarige teeltcyclus slechts op de lange termijn een optie. Daarbij moeten we opmerken dat onbekend is of er grote verschillen zijn in de gewasverdamping van verschillende rassen en soorten. Beregening is vaak rendabel. Mogelijkheden voor waterbesparing liggen vooral in het efficiënter aanwenden van beregeningswater. Onderzocht moet worden of het aanleggen van een neerslagreservoir economisch rendabel is.

#### 4.4.5 Melkveehouderij

In de melkveehouderij kunnen maatregelen worden genomen op het vlak van aanpassing in de ont- en afwatering, de gewasverdamping en het watergebruik in de stal. We behandelen deze punten kort.

##### *Ontwatering*

Met name op melkveebedrijven die in hun eigen ruwvoerbehoefte voorzien, kan de ontwateringsdiepte in een aantal gevallen worden verhoogd zonder negatieve consequenties voor het bedrijfsresultaat.

##### *Gewasverdamping*

In de (melk)veehouderij is locatie- en gewaskeuze binnen bepaalde grenzen mogelijk. In principe zijn maïs, voerdbiet en GPS zuiniger dan gras, maar niet alle grasland kan worden omgezet in andere voedergewassen want:

- er moet rekening worden gehouden met de samenstelling van het voerrantsoen;
- er moet voldoende grasland beschikbaar blijven voor beweiding;
- de grondsoort of de grondwaterstand laat de teelt van andere gewassen niet altijd toe;
- soms zijn er landschappelijke of planologische bezwaren tegen het scheuren van grasland.

Beregening van grasland is rendabel op zelfvoorzienende melkveebedrijven op droogtegevoelige gronden die zonder beregening moeten overgaan op aankoop van ruwvoer (Noij e.a. 1995). Beregening vindt niet alleen plaats voor de verhoging van de produktie, maar ook om te voorkomen dat de grasmatten afsterft. Op minder droogtegevoelige gronden is beregening veel minder of zelfs niet rendabel. Soms is beregening maar net rendabel. Verhoging van de grondwaterstand kan er dan toe leiden dat beregening niet meer rendabel is. Bij de aanschaf van een nieuwe beregeningsinstallatie verdient het in zulke gevallen aanbeveling kritisch na te gaan of de investering nog wel loont. Het efficiënter benutten van beregeningswater is een goede mogelijkheid voor waterbesparing. Het aanleggen van een neerslagreservoir is vanwege het hoge ruimtebeslag geen relevante oplossing.

##### *Watergebruik stal*

Er zijn goede mogelijkheden om het watergebruik in de stal te verminderen. Dit is vooral mogelijk door verschillende technieken waardoor hergebruik van water mogelijk is. Ook het tegengaan van onnodige verliezen (bijvoorbeeld bij de drinkwatervoorziening) kan tot besparingen leiden. Vanwege de hoge kosten voor mestopslag en -afzet is waterbesparing in de stal al snel rendabel.

#### 4.4.6 Intensieve veehouderij

In de intensieve veehouderij kunnen maatregelen worden genomen op het vlak van het watergebruik in de stal en het watergebruik voor koeling. We laten bij de bespreking van de intensieve veehouderij het bouwland buiten beschouwing. Is op een bedrijf wel bouwland aanwezig (maïs) dan verwijzen we hiervoor naar de akkerbouw.

##### *Watergebruik stal*

Er zijn goede mogelijkheden om het watergebruik in de stal te verminderen, vooral door technieken die hergebruik van water mogelijk maken. Ook het tegengaan van onnodige verliezen (bijvoorbeeld bij de drinkwatervoorziening) leidt tot besparingen. Vanwege de hoge kosten voor mestopslag en -afzet is waterbesparing in de stal al snel rendabel.

##### *Watergebruik voor koeling*

Er zijn goede mogelijkheden om minder koelwater te gebruiken.

#### 4.4.7 Conclusie

In tabel 4.9 geven we per bedrijfstak weer welke maatregelen kunnen worden ingevoerd. We vermelden het aantal maatregelen dat in principe op het bedrijf kan worden doorgevoerd en het aantal kansrijke maatregelen. Ook geven we per bedrijfstak aan hoe de kansrijke maatregelen over de verschillende typen watergebruik zijn verdeeld.

**Tabel 4.9** Overzicht mogelijke en kansrijke maatregelen per bedrijfstak

| bedrijfstak                  | totaal aantal<br>mogelijke<br>maatregelen | kansrijke<br>maatregelen | kansrijke maatregelen per type watergebruik |       |       |      |      |
|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|-------|-------|------|------|
|                              |                                           |                          | ontw                                        | gewas | spoel | stal | koel |
| akkerbouw (incl. maïs)       | 50                                        | 20                       | 10                                          | 8     | 2     | -    | -    |
| vollegrondsgroenteteelt      | 45                                        | 24                       | 7                                           | 11    | 6     | -    | -    |
| bollenteelt                  | 46                                        | 24                       | 8                                           | 9     | 7     | -    | -    |
| fruitteelt                   | 29                                        | 13                       | 5                                           | 8     | -     | -    | -    |
| melkveehouderij (excl. maïs) | 50                                        | 25                       | 11                                          | 5     | -     | 9    | -    |
| intensieve veehouderij       | 11                                        | 10                       | -                                           | -     | -     | 7    | 3    |
| maximaal                     | 70                                        | -                        | 28                                          | 25    | 7     | 9    | 3    |

Toelichting:

ontw: ont- en afwatering

gewas: gewasverdamping

spoel: spoelen van producten

stal: watergebruik in de stal

koel: koelen van grond en stallen

In alle bedrijfstakken kan een agrariër aan de bestrijding van verdroging werken door maatregelen te nemen.

#### Ontwatering

In alle grondgebonden bedrijfstakken zijn mogelijkheden om aanpassingen in de ontwatering door te voeren. Uit tabel 4.9 blijkt dat deze mogelijkheden vooral te vinden zijn in de melkveehouderij en in de akkerbouw. In de intensieve bedrijfstakken is het aantal maatregelen beperkter. Hoe intensiever de bedrijfstak, hoe strenger over het algemeen de eisen die aan de ontwatering worden gesteld. Vooral zelfvoorzienende (melk)veebedrijven hebben mogelijkheden om in te spelen op natte situaties. In de vollegrondsgroente-, de fruit- en de bollenteelt is het nagenoeg niet mogelijk op een hogere grondwaterstand in te spelen.

#### Gewasverdamping

De aanleg van waterzuinige systemen en wateropslag zijn in intensieve bedrijfstakken een goede optie. Dergelijke investeringen zijn vaak economisch rendabel. Er bestaan technische hulpmiddelen om zuiniger te beregenen. Ook is er voldoende kennis voor het opslaan van neerslag in waterreservoirs. Op extensieve, grote bedrijven is wateropslag minder zinvol. Het verdient aanbeveling de (economische en technische) mogelijkheden voor wateropslag op bedrijfs- of regionaal niveau verder te onderzoeken.

### Overig watergebruik

Voor de diverse typen watergebruik in de stal zijn waterbalansen beschikbaar waarmee een agrariër het watergebruik kan evalueren en de meest kosteneffectieve maatregelen kan kiezen. Waterbesparing in de stal is vanwege de hoge kosten voor mestopslag en -afvoer vaak economisch zeer voordelig. De effecten van dergelijke maatregelen op het terugdringen van verdroging zijn echter in vergelijking tot maatregelen gericht op ont- en afwatering en gewasverdamming relatief gering. Het verdient aanbeveling om invoering van deze maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven op veel grotere schaal dan tot nog toe te stimuleren.

In zijn algemeenheid is in intensieve bedrijfstakken (vollegrondsgroenteteelt, fruitteelt, bollenteelt) moeilijk om maatregelen te nemen op het vlak van de ontwatering. Ook op het gebied van de gewaskeuze zijn de mogelijkheden beperkt. In intensieve bedrijfstakken zijn wel mogelijkheden om zuiniger en efficiënter met water om te gaan. Maatregelen hiervoor zijn vaak rendabel. Ook aanleg van een neerslagreservoir voor beregening is in deze bedrijfstakken mogelijk rendabel.

In meer extensieve bedrijfstakken, die meer land hebben en waar de veebezetting en de opbrengst (in guldens per hectare) lager is, zijn juist meer mogelijkheden voor aanpassingen in de ontwatering. Met name op melkveebedrijven die zelf in hun ruwvoerbehoefte voorzien kan de ontwateringsdiepte soms verhoogd worden zonder negatieve consequenties voor het bedrijfsresultaat. In de meer extensieve bedrijfstakken zijn investeringen in efficiëntere methoden van watergebruik naar verwachting minder snel rendabel. De aanleg van een neerslagreservoir is in deze gevallen niet zinvol.

## 4.5 Een plan van aanpak op bedrijfsniveau

We hebben in de vorige paragraaf voor elk type watergebruik globaal aangegeven wat de mogelijkheden zijn om verdroging te bestrijden. In bijlage 5 geven we een uitgebreide lijst met mogelijke maatregelen. Niet iedere maatregel kan of moet echter op elk bedrijf worden toegepast. De te realiseren doelstellingen zijn immers afhankelijk van de situatie in het gebied. In het ene geval is verdrogingsbestrijding gericht op minder grondwateronttrekking in de droge periode, terwijl in een ander geval de aanvulling van het grondwater in de winter een belangrijke doelstelling is. Daarnaast kan, afhankelijk van factoren als grondsoort, bedrijfstak en bedrijfsvoering, per bedrijf verschillen welke maatregelen doelmatig zijn.

In plaats van de middelen (de maatregelen) stellen we daarom de doelen van de aanpak van verdroging centraal. Dat de doelstellingen worden gerealiseerd is belangrijker dan hoe. Zo'n aanpak maakt maatwerk op bedrijfsniveau mogelijk.

In het plan van aanpak op bedrijfsniveau geven we aan welke doelen we op het bedrijf willen realiseren en hoe we die doelen willen bereiken. Het plan van aanpak op bedrijfsniveau sluit aan bij de methodiek van de milieustrategie voor landbouwbedrijven die is uitgewerkt in Buys e.a. (1993). Verdrogingsbestrijding is (in de vorm van de thema's ontwatering en beregening) in de uitwerking van de milieustrategie opgenomen. Het plan van aanpak kan op deze manier op vrij eenvoudig in de milieustrategie voor landbouwbedrijven worden opgenomen. Maar het kan ook zelfstandig worden gebruikt. In §4.5.1 geven we aan hoe een plan van aanpak eruit ziet. In §4.5.2 werken we de milieustrategie voor het milieuthema verdroging uit. Ten slotte geven we aan wat de grenzen zijn van een individueel plan van aanpak (§4.5.3).

### 4.5.1 Plan van aanpak

Een plan van aanpak op bedrijfsniveau bestaat uit de volgende stappen:

1. *In kaart brengen van de huidige situatie*

Dit doen we met de twee geselecteerde indicatoren uit hoofdstuk 3: de waterboekhouding en het verloop van de grondwaterstand.

2. *Vertaling van de gebiedsdoelstellingen naar bedrijfsniveau*

In hoofdstuk 2 en 3 is aangegeven hoe gebiedsdoelen kunnen worden vertaald in bedrijfsdoelen. Dit is nodig om verdroging op bedrijfsniveau aan te kunnen pakken.

3. *Probleemanalyse*

Door de huidige en de gewenste situatie te vergelijken kunnen we afleiden waar aan de bestrijding van verdroging gewerkt moet worden.

4. *Toepassing van de milieustrategie*

Met de milieustrategie kunnen passende maatregelen worden gezocht om de bedrijfsdoelen te halen. In §4.5.2 werken we de milieustrategie verder uit.

5. *Opstellen van een werkplan*

Het werkplan vat samen welke maatregelen mogelijk zijn en onder welke voorwaarden. Bovendien is een fasering aangegeven.

6. *Terugkoppeling*

Een agrariër gaat met het werkplan aan de slag. Na verloop van tijd is het nodig om te kijken of maatregelen hebben geleid tot de gewenste resultaten. Hiervoor moet duidelijk zijn hoe resultaten worden gemeten. Als de doelstellingen niet gerealiseerd zijn, moet worden gekeken waarom de gewenste situatie niet is bereikt en hoe knelpunten zijn weg te nemen. Het werkplan moet dan worden bijgesteld.

Een plan van aanpak op bedrijfsniveau heeft afstemming op de doelstellingen en werkwijze op lokaal en regionaal niveau. In §4.5.3 komen we terug op de afstemming tussen gebiedsdoelen en bedrijfsdoelen.

#### **4.5.2 Milieustrategie voor het thema verdroging**

De milieustrategie is een strategie om de milieubelasting door het agrarisch bedrijf te minimaliseren in de vorm van een stappenplan waarmee een agrariër zijn bedrijfsvoering voor verschillende milieuterreinen systematisch kan evalueren en aanpassen (Buys e.a. 1993). De milieustrategie sluit aan bij milieuzorgsystemen, zoals bedrijfsinterne milieuzorg (BIM).

Het doel is om vanuit de huidige situatie te komen tot een gewenste bedrijfssituatie. Vooraf moet bekend zijn wat de gewenste situatie is. Dit betekent dat gebiedsdoelen moeten zijn vertaald naar bedrijfsniveau. Met de milieustrategie kunnen op ieder bedrijf passende maatregelen worden gezocht om de bedrijfsdoelen te halen.

De milieustrategie bestaat uit de volgende stappen: probleemanalyse, prioriteitstelling, integratie (van de verschillende milieuterreinen), preventie, alternatieve handelwijzen, minst milieubelastende variant, efficiëntie. Een belangrijk onderdeel van de milieustrategie is de afstemming op andere milieuterreinen (integratie). In deze studie gaan we hier niet op in. De afweging welke prioriteit het milieuthema verdroging heeft ten opzichte van de andere milieuthema's is afhankelijk van de situatie op het bedrijf en in het gebied. Hier werken we dan ook alleen het plan van aanpak voor het milieuthema verdroging uit. In de toetsing van de maatregelen reiken we onder het criterium 'afwenteling naar andere milieuterreinen' wel de elementen aan, waarmee een afweging tussen de verschillende milieuterreinen mogelijk is, en waarmee we in de milieustrategie op bedrijfsniveau aan de slag kunnen.

We passen de milieustrategie voor verdroging toe op alle typen watergebruik op het bedrijf. We werken de milieustrategie uit in concrete vragen. Omdat de typen watergebruik wat betreft karakter van elkaar verschillen, onderscheiden we de volgende typen watergebruik:

- waterbeheer voor gewasproductie (ont- en afwatering);
- watergebruik voor gewasproductie (verdamping van bodem en gewas, beregening);
- overig watergebruik.

We geven de concrete vragen weer in tabel 4.10.



Tabel 4.10 Milleustrategie voor verdroging uitgesplitst naar type watergebruik

| Type water-<br>gebruik<br>STAP   | ont- en afwatering<br>gewasproductie                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | watergebruik voor<br>watergebruik                                                                                                                                                                                                                                                        | overige typen                                                                                                                                                 |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 algemene<br>prioriteit         | Welk type watergebruik is het meest belangrijk op het bedrijf? Welk type watergebruik heeft het sterkste verdrogende effect? Waar kan ik met kleine aanpassingen al grote effecten bereiken? Met deze stap vergelijken we de 'winst'-mogelijkheden van alle typen watergebruik.                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                               |
| 1 prioriteit                     | Welke percelen of welke delen van het bedrijf hebben het sterkste verdrogend effect? Waar kan ik met kleine aanpassingen in de waterhuishouding grote effecten bereiken?                                                                                                                                                                | Welke gewassen verdampen het meest (in relatie tot droge-stof-productie)? Welke percelen hebben het kleinste vochtleverend vermogen?                                                                                                                                                     | Welk ander type watergebruik komt het meest voor op mijn bedrijf? Waar is besparingen mogelijk?                                                               |
| 2 integratie                     | Wat is de relatie met andere milieuterreinen? Zijn er positieve en negatieve neveneffecten? Vindt afwenteling plaats? Zijn er combinaties van maatregelen voor de milieuterreinen mogelijk die een meerwaarde opleveren? Wat is de relatie met andere typen watergebruik? Is hergebruik van afvalwater voor andere doeleinden mogelijk? |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                               |
| 3 preventie                      | Wegen de kosten (incl. droogteschade) op tegen de baten om een perceel beter te ontwateren? Kan ik de ontwateringseisen verlagen door aangepast graslandgebruik, andere gewaskeuze of gebruik van aangepast materiaal? Is het nodig alle percelen optimaal te ontwateren?                                                               | Kan ik onnodige verdamping van de bodem tegengaan? Is beregning van een gewas rendabel? Kan ik de teelt van sterk verdampende gewassen beperken? Kan ik de vochtbehoefte van een gewas in de droge periode beperken, bijvoorbeeld door het tijdstip van zaaien en oogsten aan te passen? | Kan ik verspilling van water tegengaan? Is het mogelijk het watergebruik te beperken? (Vaak is dit niet mogelijk of wenselijk zoals bij drinkwater voor vee.) |
| 4 alternatieve<br>handelswijze   | Kunnen percelen zo optimaal mogelijk gebruikt worden bij een beperkte ontwatering? Kan ik mijn percelen op een andere manier ontwateren?                                                                                                                                                                                                | Is het mogelijk op een andere wijze in de vochtbehoefte van het gewas te voorzien? (bijvoorbeeld met een neerslagreservoir).                                                                                                                                                             | Bestaan er alternatieve technieken voor het watergebruik, zoals mechanische koeling of reiniging?                                                             |
| 5 minst belastende<br>uitvoering | Welke wijze van ontwatering heeft de minst ongewenste effecten (plaatselijk onderbemalen, verfijnde inrichting waterhuishouding)?                                                                                                                                                                                                       | Verdient oppervlaktewater voor beregning de voorkeur boven grondwater?                                                                                                                                                                                                                   | Kan ik overgaan op andere waterbronnen zoals hemelwater of oppervlaktewater?                                                                                  |

---

|               |                                                                                           |                                                                                                |                                                 |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 6 efficiëntie | als onder 5                                                                               | Kan ik het waterverlies bij het beregenen beperken? Wanneer is beregening het meest effectief? | Kan ik verliezen bij het watergebruik beperken? |
|               | Als een agrariër wil inspelen op een natte situatie zijn met name stap 3 en 4 belangrijk. |                                                                                                |                                                 |

---

De stappen worden steeds na elkaar gezet. Stap 1 vormt de probleemanalyse voor het betreffende type watergebruik. Stap 2 komt voort uit de noodzaak van een integrale aanpak van de verschillende milieuterreinen. Dan volgen de stappen 3 tot en met 6. Bij voorkeur is het doel na het zetten van stap 3 al bereikt. Pas als na stap 3 het resultaat nog onvoldoende is, of als het niet mogelijk is binnen de bedrijfsvoering een bepaalde type gebruik te voorkomen, wordt de volgende stap gezet. Het streven is om met zo weinig mogelijk stappen te volstaan. Verscheidene aspecten van de bedrijfsvoering bepalen of een maatregel wordt genomen. Vooral de financiële kant van maatregelen, alsmede de benodigde kennis zullen doorslaggevend zijn. In hoofdstuk 5 gaan we hier verder op in.

Deze uitwerking van de milieustrategie voor verdroging en het daarop gebaseerde plan van aanpak zijn nog niet praktijkklaar. Daarom verdient het aanbeveling op kleine schaal te bekijken of het plan van aanpak praktisch haatbaar is en of de geselecteerde en ingevoerde maatregelen tot de gewenste resultaten leiden.

#### 4.5.3 Grenzen van een individueel plan van aanpak

We hebben tot nu toe gekeken naar de terugdringing van verdroging door maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven, waarbij de mogelijkheden van de individuele bedrijven voorop staan. Bij het opstellen van een plan van aanpak op een bedrijf moeten we echter twee belangrijke kanttekeningen maken:

- ruimtelijke afstemming;
- bedrijfsontwikkeling op langere termijn.

In deze paragraaf gaan we hierop in.

##### *Ruimtelijk afstemming*

Verdroging is een probleem met een sterk ruimtelijke dimensie. Dit beperkt de mogelijkheden om met een individueel plan van aanpak te werken. We onderscheiden de volgende beperkingen:

- *Herstel van verdroogde gebieden*  
Een belangrijk spoor in het verdrogingsbeleid is het herstel van verdroogde gebieden door verhoging van de grondwaterstand in en rond die gebieden. Dit heeft consequenties die een individueel plan van aanpak te boven gaan. Op een aantal bedrijven zal rendabele landbouw door de verhoging van de grondwaterstand niet of nauwelijks meer mogelijk zijn. In deze gebieden kunnen de voorwaarden voor landbouwproductie zodanig veranderen dat de bedrijfsvoering ingrijpend moet veranderen of het bedrijf (gedeeltelijk) verplaatst moet worden. Dergelijke ingrijpende wijzigingen in de bedrijfsvoering zijn niet op een zinvolle manier in een individueel plan van aanpak op te nemen.
- *Afstemming op maatregelen van waterschap*  
Maatregelen op het vlak van ont- en afwatering zijn slechts gedeeltelijk de verantwoordelijkheid van de individuele agrariër. Oppervlaktewaterbeheer is doorgaans de verantwoordelijkheid van het waterschap. Maatregelen op bedrijfsniveau moeten dan ook worden afgestemd op maatregelen die door het waterschap worden genomen.

Veel maatregelen met betrekking tot ont- en afwatering zijn ook alleen in samenwerking met het waterschap uit te voeren. Aangezien de maatregelen die door het waterschap genomen kunnen worden, minder of helemaal geen effect hebben als op bedrijfsniveau geen maatregelen worden getroffen, is samenwerking cruciaal.

- *Afstemming op aanpak bij aangrenzende bedrijven*

Verdroging is een regionaal probleem. De land- en tuinbouw kan een zinvolle bijdrage leveren als agrariërs op gebiedsniveau met elkaar samenwerken en afspraken maken. Dit versterkt het effect van de maatregelen. Afstemming is ook wenselijk omdat agrariërs maatregelen van hun buurman om water langer vast te houden kunnen ervaren als wateroverlast.

#### *Bedrijfsontwikkeling op lange termijn*

Een plan van aanpak richt zich op maatregelen op de korte en middellange termijn zonder de opzet van de bedrijfsvoering ingrijpend te veranderen. Op langere termijn kan de aanpak van verdroging echter wel gevolgen hebben op de bedrijfsvoering.

Door hogere grondwaterstanden kan het verbouwen van bepaalde gewassen onmogelijk worden, waardoor de bedrijfsopzet moet veranderen. Overschakeling van vollegrondsgroenteteelt naar grasland voor de melkveehouderij is weinig realistisch. In de praktijk zal het echter kunnen voorkomen dat landbouwgronden alleen nog geschikt zijn voor grasland en niet meer voor vollegrondsgroenteteelt.

Daar staat tegenover dat een agrariër op de langere termijn kan inspelen op veranderende omstandigheden (bijvoorbeeld in de waterhuishouding) zonder dat dit een negatief effect op de bedrijfseconomische rentabiliteit hoeft te hebben. Zo kan een boer of tuinder bepaalde takken afstoten of juist ontwikkelen, kunnen bedrijven geheel of gedeeltelijk verplaatst worden, of kunnen in een gebied bepaalde teelten, die hoge eisen aan de ontwatering stellen, onmogelijk worden gemaakt. Deze dynamiek is moeilijk in een individueel plan van aanpak op te nemen.

Verdroging kan dus niet alleen worden tegengegaan door concrete maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven. De verdrogingsproblematiek kan het bedrijfsniveau overstijgen, zowel in ruimtelijke zin als op de langere termijn. In deze gevallen moeten maatregelen op bedrijfsniveau worden aangevuld met gebiedsgericht beleid. Daarom is het nodig dat het individuele plan van aanpak goed wordt afgestemd op de regionale aanpak van verdroging. Nagegaan moet worden welke problemen door maatregelen op bedrijfsniveau kunnen worden opgelost (stap 1), en welke problemen op gebiedsniveau moeten worden opgelost (stap 2), waarbij het om zowel waterhuishoudkundige ingrepen gaat als om ingrepen op het vlak van landinrichting en herverkaveling. Op deze manier kunnen maatregelen op bedrijfs- en op gebiedsniveau elkaar versterken.



---

## 5 NAAR EEN BEDRIJFSGERICHT BELEID

Hoe kunnen negatieve effecten van het huidige verdrogingsbeleid voor land- en tuinbouwbedrijven worden beperkt en welke aanvullende beleidsmaatregelen zijn zinvol om agrariërs aan te zetten tot een actieve en effectieve bijdrage aan de bestrijding van verdroging?

In de vorige hoofdstukken hebben we beschreven hoe agrariërs inzicht kunnen krijgen in het watergebruik en -beheer op hun bedrijf, welke maatregelen zij kunnen nemen en hoe zij die maatregelen met het plan van aanpak op een systematische wijze kunnen invoeren. In dit hoofdstuk gaan we na welk beleid gewenst is voor een bedrijfsgerichte aanpak van verdroging.

In §5.1 beschrijven we kort wat de uitgangspunten zijn voor goed beleid. Vanuit dit perspectief bekijken we in §5.2 hoe het huidige beleid met betrekking tot landbouw en verdroging is vormgegeven. In §5.3 beschrijven we ten slotte welk beleid gewenst is.

### 5.1 Uitgangspunten voor goed beleid

Beleid kan gericht zijn op regulering en stimulering. Met regulerend beleid bedoelen we ge- en verboden, vergunningen, heffingen en eventueel quota (bijvoorbeeld op watergebruik). Dit is beleid dat voorschrijft wat een agrariër wel of niet mag doen. Het stelt een (strikt) kader waarbinnen de bedrijfsvoering moet plaatsvinden of eisen waaraan een agrariër moet voldoen.

Stimuleringsbeleid daarentegen beoogt agrariërs te bewegen tot vrijwillige aanpassingen in de bedrijfsvoering om de doelen van het beleid te realiseren.

Afhankelijk van het beoogde doel en de aard van de problematiek kan de overheid kiezen voor een meer regulerende of een meer stimulerende invalshoek. Ideaal is een mix tussen beide: stimulering waar mogelijk, regulering waar nodig.

#### *Stimulerend beleid*

Voordelen van stimulerend beleid ten opzichte van beleid dat gericht is op ver- en geboden (eventueel in combinatie met schaderegelingen) zijn:

- stimulerend beleid geeft richting aan gewenste ontwikkelingen, terwijl regulerend beleid beperkingen aan ontwikkelingen oplegt;
- er is ruimte voor differentiatie, waardoor gebieds- en bedrijfsgericht kan worden gewerkt;
- in economisch opzicht kan het vervolginvesteringen uitlokken.

In tegenstelling tot regulerend beleid, dat een algemeen karakter heeft, kan met stimulerend beleid op de situatie en de mogelijkheden van het bedrijf worden ingespeeld. Dit maakt maatwerk mogelijk. Wil stimuleringsbeleid succesvol zijn, dan moet het aan twee randvoorwaarden voldoen, die voortvloeien uit het feit dat stimuleringsbeleid uitgaat van vrijwilligheid:

1. doelstellingen en maatregelen moeten zoveel mogelijk draagvlak hebben bij de agrariërs;
2. de overheid moet zoveel mogelijk vermijden om de bereikte resultaten na verloop van tijd in ge- en verboden vast te leggen. De agrariërs moeten het vertrouwen krijgen dat een eenmaal bereikte toestand niet door regelgeving wordt bevroren waardoor verdere ontwikkeling van het bedrijf naar eigen inzicht onmogelijk wordt.

Een essentieel onderdeel van stimuleringsbeleid is de manier waarop beleid tot stand komt: het beleidsproces. Stimuleringsbeleid gaat uit van communicatie tussen de betrokkenen, waarbij het bereiken van overeenstemming over de doelstellingen en het creëren van draagvlak belangrijke elementen zijn. Stimulerend beleid kent de volgende instrumenten:

- voorlichting;
- het stimuleren van praktijkexperimenten;
- financiële prikkels.

Voor een uitgebreide beschrijving van de vormgeving en achtergrond van stimuleringsbeleid verwijzen we naar Buys e.a. (1993). Inmiddels is de nodige ervaring met stimuleringsbeleid opgedaan. Onder meer het CLM heeft laten zien dat een stimuleringsbeleid succesvol kan zijn bij het verminderen van de belasting van het grondwater met mineralen en bestrijdingsmiddelen die uit de landbouw afkomstig zijn.

### *Regulerend beleid*

Stimulerend beleid is niet altijd genoeg om de gestelde doelen te realiseren doordat niet voldoende agrariërs deelnemen, of doordat de inspanning van de individuele agrariërs niet groot genoeg. Soms laat de aard van de problematiek stimulerend beleid niet toe en zijn meer regulerende maatregelen nodig. In die gevallen is (aanvullend) regulerend beleid nodig. Dat beleid kan de volgende vormen hebben:

- ge- en verboden;
- quota (bijvoorbeeld voor opgepompt grondwater);
- heffingen (bijvoorbeeld op opgepompt grondwater of leidingwater).

Regulerend beleid kan op verschillende manieren worden vormgegeven. Om hiervoor zoveel mogelijk draagvlak onder agrariërs te creëren, moet regulerend beleid aan de volgende voorwaarden voldoen:

- Bij het vormgeven van regulerend beleid is het van belang zoveel mogelijk te werken met doelvoorschriften en zo weinig mogelijk met middelvoorschriften. Op die manier kan de agrariër zelf de meest kosteneffectieve manier bepalen om een gesteld doel te realiseren. Met name beleid dat is vormgegeven volgens quota kan hiervoor worden gebruikt. Ge- en verboden richten zich daarentegen overwegend op middelvoorschriften: het voorschrijven of verbieden van bepaalde handelingen.
- Als gekozen wordt voor heffingen moeten de inkomsten daaruit niet verdwijnen in de algemene voorzieningen. Het verdient de voorkeur het geld te besteden aan stimulering en subsidiëring van maatregelen op agrarische bedrijven. Dit verhoogt de consistentie van het beleid en het draagvlak onder de agrariërs.

Regulerend beleid kan ook stimulerend werken. Regulerende maatregelen kunnen agrariërs prikkelen om bewuster met inputs om te gaan. Met name heffingen en quota, mits vormgegeven volgens bovenstaande principes, kunnen een agrariër aanzetten om het gebruik van inputs opnieuw te evalueren. Het maakt het bijvoorbeeld interessant om in zuinige systemen te investeren.

## **5.2 Huidig beleid**

In deze paragraaf geven we een kort overzicht van het huidige beleid. Voor een uitgebreid overzicht over de wet- en regelgeving met betrekking tot verdroging verwijzen we naar de studie van De Putter e.a. (1995). De instrumenten die overheden kunnen inzetten, zijn over verschillende beleidsterreinen verspreid. Voor verdroging zijn met name relevant:

- ruimtelijke ordening;
- (grond)waterbeleid;
- milieubeleid;
- natuurbeleid.

In §5.2.1 tot en met §5.2.4 beschrijven we voor deze beleidsterreinen de instrumenten die relevant zijn voor landbouw en verdroging. We geven daarbij aan in hoeverre het beleid aangrijpt op individuele bedrijven en of de beleidsinstrumenten een overwegend regulerend of juist stimulerend karakter hebben. Op basis van deze beschrijving geven we in §5.2.5 aan wat de knelpunten in het huidige beleid zijn.

### 5.2.1 Ruimtelijke ordening

In het beleid met betrekking tot de ruimtelijke ordening wordt de ruimtelijke planvorming van nationaal tot gemeentelijk niveau vastgelegd. Voor de landbouw is met name het bestemmingsplan van belang, omdat agrariërs daaraan van rechtswege gebonden zijn.

- *Bestemmingsplan*

In het bestemmingsplan legt de gemeente vast hoe de ruimte in de gemeente wordt gebruikt en welke functies aan een gebied worden toegekend. Het bestemmingsplan wordt afgestemd op andere plannen, zoals het provinciale streekplan, het provinciale plan van aanpak voor de bestrijding van verdroging en het waterhuishoudingsplan. Op grond van de functietoekenning aan een gebied wordt een gewenste grondwatersituatie (GGS) bepaald. Deze GGS stelt grenzen aan de ont- en afwatering van landbouwgronden. In agrarische gebieden met als nevenfunctie natuur is de GGS een compromis tussen de optimale grondwaterstand vanuit het oogpunt van de aanwezige natuur en de ontwateringseisen van de landbouw. In het bestemmingsplan worden ook zaken met betrekking tot landbouw en water vastgelegd die vergunningplichtig zijn. Hoewel het bestemmingsplan dus een regionaal, gebiedsgericht karakter heeft, heeft het regelgeving tot gevolg voor op individuele bedrijven.

### 5.2.2 (Grond)waterbeleid

Het (grond)waterbeleid betreft onder andere het provinciale plan van aanpak voor de bestrijding van verdroging, het waterhuishoudingsplan van de provincie en de peilbesluiten of de streefpeilen van het waterschap. In de ideale situatie zijn deze plannen volledig op elkaar afgestemd. In de praktijk schort het hier vaak aan. De besluiten en doelstellingen die in deze plannen zijn geformuleerd, zijn van grote invloed op de waterhuishouding in land- en tuinbouwgebieden en kunnen als regulerend worden beschouwd. Agrariërs hebben overigens wel enige invloed op de besluitvorming, met name via het waterschap. Het (grond)waterbeleid kent de volgende instrumenten die van belang zijn voor het waterbeheer en -gebruik op het bedrijf.

- *Oppervlaktewaterpeilbeheer*

Bij het vaststellen van het peilbesluit worden belangen van de verschillende sectoren afgewogen. In veenweidegebieden staan de meeste provincies een peilverlaging toe tot een drooglegging van hooguit 60 cm. In het verleden was het peilbesluit vooral gebaseerd op de eisen vanuit de agrarische sector; tegenwoordig spelen in de afweging andere belangen - zoals natuur - een steeds belangrijker rol. Hoewel het peilbesluit niet direct betrekking heeft op individuele bedrijven, kan het grote consequenties hebben voor het waterbeheer op het bedrijf. In die zin grijpt dit beleid direct aan op bedrijfsniveau.

- *Ontwatering van gronden*

Voor het aanleggen of verbeteren van drainage of het uitvoeren van onderbemaling op een perceel moeten provincies en/of waterschappen een vergunning verlenen. Steeds vaker verlenen gemeentes deze vergunning niet. Dit betekent dat de bestaande niet-optimale ontwateringssituatie op een gedeelte van het bedrijf niet verbeterd kan worden.

- *(Gedeeltelijke en/of tijdelijke) beregeningsverboden*

Enkele provincies hebben gedeeltelijke beregeningsverboden ingesteld voor de beregening van grasland uit grondwater, of overweegt dat te doen. Ook overweegt een aantal provincies beregeningsverboden voor andere gewassen dan gras. Provincies kunnen hierbij gebruik maken van algemene regels. De manier waarop beregeningsverboden zijn of worden vormgegeven verschilt per provincie. Provincies kunnen de regels differentiëren naar gebied en in de tijd. Ook waterschappen kunnen (tijdelijke) verboden instellen voor de onttrekking van oppervlaktewater voor beregening. Waterschappen verbieden beregening over het algemeen als het peil bij een representatieve stuw tot beneden een bepaald niveau daalt.

In het kader 'beregeningsverboden' werken we kort uit wat de nadelen en knelpunten kunnen zijn van een dergelijk beleid.

### **Beregeningsverboden**

---

Gedeeltelijke beregeningsverboden hebben de volgende knelpunten:

- het verbieden of sterk terugdringen van beregening kan betekenen dat de mineralenbalans op het bedrijf aanzienlijk verschuift (mineralenbenutting door gewas gaat omlaag, aankoop van ruwvoer is nodig; uit- en afspoeling kan toenemen) (Noij e.a 1995). Hier staat het beleid gericht op beperking van mineralenemissies op gespannen voet met het verdrogingsbeleid;
- veel bedrijven zijn voor hun produktie afhankelijk van beregening. Het (gedeeltelijk) verbieden van beregening lost de afhankelijkheid van bedrijven van beregening niet op. Oplossing van het beregeningsvraagstuk vraagt een aanpak waarin ook de aanpassing van de waterhuishouding en van de bedrijfsstructuur moet worden opgenomen;
- verboden voor een gedeelte van de dag (zoals in Noord-Brabant) zijn weinig effectief; boeren hebben de neiging om de toegestane tijd geheel te benutten wat leidt tot een weinig effectieve beregening: te grote giften. Bovendien is het nuttig effect ('s nachts minder verdampingsverliezen dan overdag) gering. Grote giften zijn bovendien nadelig voor de grondwaterkwaliteit: mineralen spoelen uit. Ten slotte is 's nachts beregenen weinig boer-vriendelijk. Het gaat ten koste van de nachtrust van de boer (en van zijn buren).

Beregeningsverboden kunnen daarom op weinig draagkracht onder agrariërs rekenen.

---

- *Vergunningplicht voor beregening*  
In enkele provincies is beregening vergunningplichtig. In Noord-Brabant zijn alle beregeningsinstallaties vergunningplichtig (vanaf 1997 gelden algemene regels). In de overige provincies is slechts een zeer klein aantal bedrijven vergunningplichtig, meestal als de onttrekking meer dan 100.000 m<sup>3</sup> per jaar bedraagt.
- *Provinciale grondwaterheffing en wet belasting op milieugrondslag*  
Er bestaan twee heffingsregelingen voor de onttrekking van grondwater, een provinciale en een nationale. Er zijn maar enkele bedrijven die de heffing voor beregening moeten betalen. De nationale belasting moet wel door een aantal bedrijven worden betaald dat grondwater onttrekt voor andere doeleinden (spoelwater, koelwater). De hoogte van de provinciale heffing verschilt per provincie en schommelt rond de f 0,02 per m<sup>3</sup>. De inkomsten worden gebruikt om het provinciale grondwaterbeleid te bekostigen. Voor de (nationale) belasting op milieugrondslag op het onttrekken van grondwater worden drinkwaterbedrijven aangeslagen voor f 0,34 per m<sup>3</sup>, en de overige onttrekkers voor f 0,17 m<sup>3</sup>. De inkomsten worden gebruikt om de verminderde inkomsten uit de belasting op arbeid te compenseren.

De hierboven beschreven instrumenten en regelingen hebben een regulerende invloed op het watergebruik en -beheer op het bedrijf, hoewel niet alle regelingen expliciet op bedrijfsniveau zijn gericht. De regelingen beperken de mogelijkheden voor de agrariër om creatief naar oplossingen te zoeken. De provinciale grondwaterheffing kan in theorie een instrument zijn dat agrariërs stimuleert om zuinig met water om te gaan. In de praktijk betalen slechts een paar agrarische bedrijven de heffing.

Naast bovengenoemde regelingen zijn anti-verdrogingsprojecten een belangrijk spoor in het waterbeleid. We besteden hier iets meer aandacht aan.

De projecten worden meestal uitgevoerd door waterschappen. In het kader van de GEBEVE-regeling (Gebiedsgerichte Bestrijding van Verdroging) financiert het rijk 50% van de projectkosten. De overige kosten worden betaald door de overige betrokkenen, vaak het waterschap.



Door het herstel van verdroogde natuurgebieden kan de grondwaterstand in de omliggende landbouwgebieden stijgen. Op de laagst gelegen percelen kan dit leiden tot te natte omstandigheden, waardoor de landbouwproductie schade ondervindt (vernattingschade). Op hoger gelegen percelen kan dit juist leiden tot een vermindering van de droogteschade. Op grond van globale modelberekeningen wordt verwacht dat op nationale schaal de toename van de totale natschade groter is dan de afname van de totale droogteschade (Beugelink & Claessen 1995). Lokaal kan deze verhouding echter precies omgekeerd liggen. De afname van de droogteschade kan niet met de toename van de natschade worden verrekend omdat beide effecten over het algemeen niet op hetzelfde perceel dan wel bedrijf optreden. Het huidige beleid is erop gericht vernattingschade zoveel mogelijk te voorkomen volgens de volgende prioriteiten:

1. *Scheiding*

De te herstellen natuur en de omliggende gebieden zodanig van elkaar scheiden dat de grondwaterstand in beide gebieden min of meer onafhankelijk van elkaar te reguleren is.

2. *Inrichting*

Voorkomen dat de grondwaterstand in het landbouwgebied stijgt door technische aanpassingen op bedrijfsniveau (aanpassing detailontwatering, onderbemaling) of op regionaal niveau (door waterschappen). De kosten van deze maatregelen kunnen in de projectkosten worden opgenomen. In sommige gevallen is een aanpassing om verdroging te bestrijden strijdig met cultuurhistorische waarden. In de lijst van maatregelen hebben we veel technische maatregelen opgenomen waarmee een agrariër schade door vernatting kan voorkomen.

3. *Schadevergoeding*

Als vernatting niet door technische maatregelen is te voorkomen, ontstaat op het perceel blijvende schade. Tegenwoordig kan deze schade door gedeerde productie eenmalig worden vergoed (door schade op te nemen als projectkosten, zodat het voor 50% uit de GEBEVE-regeling kan worden betaald). Tot voor kort was onduidelijk bij wie de mogelijk hoge schadeclaims vanuit de landbouw terecht zouden komen. Uit angst dat gemeentes of waterschappen deze claims zouden moeten betalen werd de uitvoering van anti-verdrogingsprojecten sterk vertraagd (De Putter e.a 1995).

De GEBEVE-regeling heeft betrekking op de inrichtingskosten (in brede zin) van een herstelproject van een verdroogd gebied. Het stimuleert met name overheden om verdrogingsprojecten ter hand te nemen. In die zin kan de GEBEVE-regeling als stimulerend beleid worden opgevat. Agrariërs worden door deze regeling echter niet gestimuleerd om aan de bestrijding van verdroging op bedrijfsniveau te werken. Wel kunnen zij sinds kort via de regeling een eenmalige vergoeding voor vernattingschade ontvangen.

### 5.2.3 Milieubeleid

Het milieubeleid kent twee categorieën relevante instrumenten voor landbouw en verdroging:

- *Milieubeschermingsgebieden*

In het provinciale stimuleringsbeleid voor milieubeschermingsgebieden kan het milieuthema 'verdroging' worden opgenomen. Daardoor kunnen voorlichting, bedrijfsbegeleiding en eenmalige financiële prikkels worden ingezet om agrariërs te stimuleren aan de terugdringing van verdroging te werken. Dit beleid grijpt aan op het individuele bedrijf en stimuleert de agrariër. In de praktijk gebeurt dit echter slechts op beperkte schaal.

- *Nationale en provinciale subsidieregelingen*

Subsidieregelingen kunnen agrariërs stimuleren om aan de terugdringing van verdroging te werken. Bij de aanschaf van waterzuinige melksystemen kan een agrariër bijvoorbeeld gebruik maken van de Vamil-regeling (regeling Vervroegde Afschrijving Milieu-investeringen) en provinciale subsidies. Dergelijke regelingen verschillen vaak per provincie. Per bedrijf moet worden bekeken welke subsidiemogelijkheden bestaan.

#### 5.2.4 Natuurbeleid

In het natuurbeleid is met name het instrument van de Relatienota van belang:

- *Relatienota*  
De beheersovereenkomst bevat standaard de bepaling dat de agrarisch ondernemer geen maatregelen mag treffen of werken mag uitvoeren die leiden tot een verlaging van de (grond)waterstand. De regeling kent momenteel echter geen vergoeding voor het verhogen van de grondwaterstand op het bedrijf.

#### 5.2.5 Knelpunten in het huidige beleid

Het huidige beleid met betrekking tot verdroging loopt dus via verschillende beleidssporen. Beleid komt op verschillende bestuurlijke niveaus tot stand en grijpt op verschillende manieren op individuele bedrijven aan. Daarnaast formuleert de (rijks)overheid ook beleid voor andere (milieu)thema's. Dit heeft gevolgen voor de afstemming van het beleid. Beleidsmaatregelen gericht op het ene thema kunnen conflicteren met beleidsmaatregelen voor een ander thema. Daarnaast kan ook stapeling van beleid optreden. Dit leidt tot knelpunten.

Op grond van bovenstaande beschrijving van het huidige beleid en op grond van de discussies in de werkgroep van agrariërs signaleren we de volgende knelpunten in het huidige beleid:

- weinig ruimte voor creativiteit van de agrariër;
- onduidelijk en tegenstrijdig beleid;
- stapeling van beleid;
- weinig betrokkenheid van agrariërs bij het beleidsproces.

We werken deze punten hieronder verder uit.

##### *Weinig ruimte voor creativiteit van de agrariër*

In de praktijk is er nauwelijks beleid dat agrariërs stimuleert om op het eigen bedrijf aan de bestrijding van verdroging te werken. Het beleid heeft een overwegend regulerend karakter. Dit komt met name tot uiting in:

- *Inrichtingsmaatregelen en peilbesluiten*  
In het bestemmingsplan wordt vastgelegd welke functies aan welke gebieden worden toegekend. Onder andere op grond hiervan bepaalt het waterschap de gewenste grondwatersituatie voor dat gebied. Hoewel agrariërs via het waterschap wel inspraak hebben in deze beslissing worden zij over het algemeen geconfronteerd met de gevolgen van dergelijke beslissingen. In het kader van herstelprojecten van verdroogde natuurgebieden kunnen agrariërs te maken krijgen met vernattingsschade, waarvoor zij een schadevergoeding kunnen ontvangen.
- *Vergunningen en ge- en verboden*  
Voorbeelden zijn beregeningsverboden die voorschrijven wat een agrariër wel en niet mag doen op zijn bedrijf, en die over het algemeen weinig ruimte laten voor maatwerk.

##### *Onduidelijk en tegenstrijdig beleid*

Verdrogingsbeleid kan op gespannen voet staan met ander beleid. We geven enkele voorbeelden. In deze gevallen moet worden gekozen welke doelstelling de meeste prioriteit heeft.

- *Invulling grondwaterheffing leidt tot slaan eigen grondwaterput*  
Een ongewenst neveneffect van de (nationale) wet Belasting op milieugrondslag is dat steeds meer agrariërs een eigen grondwaterput slaan. Drinkwaterbedrijven berekenen de heffing van 34 cent namelijk door aan de consument. Agrariërs worden hierdoor geconfronteerd met hogere kosten voor leidingwater. Nu (met leidingwatergebruik) zijn variabele kosten (prijs per m<sup>3</sup>) nog de grootste kostenpost; bij een eigen bron zijn vaste lasten de grootste kostenpost en is de prijs per m<sup>3</sup> relatief zeer gering. Hierdoor vervalt economische prikkel tot efficiënt watergebruik.

- *Terugdringing beregening versus mineralenbenutting*  
Het verbieden of sterk terugdringen van beregening kan betekenen dat de mineralenbalans op het bedrijf aanzienlijk verschuift (mineralenbenutting door gewas gaat omlaag, aankoop van ruwvoer is nodig; uit- en afspoeling kan toenemen) (Noij e.a 1995). Hier staat het beleid gericht op beperking van mineralenemissies op gespannen voet met het verdrogingsbeleid.
- *Schadevergoeding en mestbeleid*  
Bij de bepaling van de hoogte van de schadevergoeding voor vernattingsschade in het kader van de GEBEVE-regeling willen agrariërs de schade over het algemeen niet voor een periode van 5 tot 10 jaar in één keer verrekenen, zoals nu wordt voorgesteld. Agrariërs geven de voorkeur aan een jaarlijkse verrekening omdat nog onduidelijk is wat het effect is van vernatting op de mogelijkheden mest op vernatte percelen aan te wenden. Door vernatting daalt de produktie, zodat minder mest kan worden aangewend. Dat betekent dat meer mest moet worden afgevoerd, zodat de kosten stijgen. Deze schade wordt nog niet meegerekend in de bepaling van de vernattingsschade.
- *Zuivering afvalwater op eigen bedrijf versus verplichte aansluiting op riolering*  
Agrariërs overwegen vaak over te gaan op zuivering van het water op het eigen bedrijf. Dit kan wenselijk zijn vanuit het oogpunt van integraal waterbeheer op bedrijfsniveau. Ze wachten echter vaak met de aanschaf van zuiveringsinstallaties omdat de angst bestaat dat de gemeente alsnog beslist riolering aan te leggen en agrariërs verplicht tot aansluiting op de riolering. Daarnaast zijn zuiveringsschappen vaak terughoudend met het verlenen van een vergunning voor het lozen van gezuiverd afvalwater op het oppervlaktewater omdat controle van de waterkwaliteit moeilijk is. Het verdient daarom aanbeveling snel duidelijkheid te verschaffen welke gebieden worden vrijgesteld van een verplichting tot aansluiting op het riool. Ook zou nader moeten worden onderzocht wat de kwaliteit van het op het bedrijf gezuiverde water over het algemeen is, en hoe deze gecontroleerd kan worden.
- *Waterige fractie mest*  
De waterige fractie uit mest mag alleen worden gebruikt volgens het Besluit gebruik dierlijke mest (Bgdm). Eventueel gebruik als beregeningswater is momenteel nog niet mogelijk, hoewel de kwaliteit van de waterige fractie dat wel toelaat (Aspert e.a. 1995). Het verdient aanbeveling te onderzoeken of aanpassing van het beleid mogelijk is.

#### *Stapelend beleid / te weinig draagvlak voor ander beleid*

Agrariërs worden geconfronteerd met veel beleidsmaatregelen die steeds weer (financiële) inspanningen vergen. Hierdoor kan de bereidheid om deel te nemen aan nieuw beleid sterk afnemen. Dit geldt in nog sterkere mate als nieuw beleid op gespannen voet staat met al bestaand beleid (zie hierboven). In de werkgroep van agrariërs leefde sterk het idee dat bij gelijktijdige invoering van een streng waterkwaliteitsbeleid en een -kwantiteitsbeleid economisch rendabele land- en tuinbouw in veel gevallen niet meer mogelijk is.

Daarnaast kan te weinig draagvlak voor ander beleid het draagvlak voor verdrogingsbeleid verkleinen. Onder agrariërs kan dan namelijk een negatieve houding ten opzichte van de overheid ontstaan. Hierdoor kan ook op andere beleidsterreinen (zoals het verdrogingsbeleid) een gebrek aan draagvlak ontstaan, ook al zijn de doelstellingen van dat beleid reëel, vragen de maatregelen weinig inspanning en worden de kosten vergoed.

#### *Weinig betrokkenheid van agrariërs bij het beleidsproces*

Agrariërs worden over het algemeen niet actief betrokken bij het uitvoeren van anti-verdrogingsprojecten. Over het algemeen wordt nauwelijks gekeken naar mogelijkheden voor verdrogingsbestrijding door maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven. Veelal worden agrariërs geconfronteerd met plannen en maatregelen die overheden invoeren. Daarnaast worden agrariërs geconfronteerd met ge- en verboden. Dergelijk beleid stimuleert agrariërs niet of nauwelijks om creatief naar oplossingen te zoeken voor de bestrijding van verdroging, en heeft meestal tot gevolg dat het draagvlak voor het beleid onder agrariërs gering is.

### 5.3 Alternatieven voor beleid

Hoe kan de overheid ervoor zorgen dat de gesignaleerde knelpunten in het beleid worden opgelost? Hoe kunnen negatieve effecten van het huidige verdrogingsbeleid voor land- en tuinbouwbedrijven worden beperkt, en welke aanvullende beleidsmaatregelen zijn zinvol om agrariërs te stimuleren tot een actieve en effectieve bijdrage aan de bestrijding van verdroging?

In deze paragraaf geven we antwoord op deze vragen. We baseren ons daarbij op de uitgangspunten voor goed beleid, die we in §5.1 hebben geformuleerd. Het belangrijkste uitgangspunt is: stimulering waar mogelijk, regulering waar nodig. Een belangrijk onderdeel van stimulerend beleid is het beleidsproces. In dit proces moeten regulerend en stimulerend beleid op elkaar worden afgestemd.

In deze paragraaf gaan we eerst in op het beleidsproces (§5.3.1). Daarna besteden we aandacht aan concrete mogelijkheden voor beleid. Eerst gaan we in op het regulerend beleid (§5.3.2), daarna bespreken we de mogelijkheden voor stimulerend beleid (§5.3.3). Ten slotte gaan we in op flankerend beleid (§5.3.4) en overige maatregelen (§5.3.5) waarmee de overheid kan bijdragen aan de totstandkoming van een aanpak van verdroging op bedrijfsniveau.

#### 5.3.1 Beleidsproces

Op provinciaal en regionaal niveau worden veel plannen gemaakt om verdroging op een gebiedsgerichte manier aan te pakken. Daarbij zijn verschillende overheden en belanghebbenden betrokken. In §5.2.5 hebben we knelpunten in het huidige beleid gesignaleerd. We hebben onder andere geconstateerd dat agrariërs worden geconfronteerd met maatregelen, zonder dat zij daar invloed op kunnen uitoefenen en zonder dat expliciet rekening is gehouden met de mogelijkheden om verdroging terug te dringen door maatregelen op het bedrijf.

De vraag is hoe maatregelen op bedrijfsniveau beter kunnen worden afgestemd op maatregelen op gebiedsniveau. In deze paragraaf geven we aan hoe het beleidsproces eruit moet zien zodat het verdrogingsbeleid op gebiedsniveau beter aansluit op de mogelijkheden op land- en tuinbouwbedrijven.

- *Communicatie*

Goede communicatie tussen agrariërs, overheid en andere betrokkenen (drinkwaterbedrijven, recreatie, terreinbeheerders) is nodig. In het waterbeheer hebben ingrepen van de een directe gevolgen voor de ander. Samenwerking en het samen bepalen van de doelstellingen op gebiedsniveau zijn daarom van groot belang. Er moet voldoende tijd worden uitgetrokken om contacten te leggen en te onderhouden. Om draagvlak te verkrijgen moet de landbouw zoveel mogelijk worden betrokken bij de uitwerking en invoering van het beleid. De kanalen van land- en tuinbouworganisaties kunnen worden benut om ingang bij agrariërs te vinden. Om de noodzaak van het beleid in te zien moeten agrariërs de problematiek accepteren. De acceptatie kan vergroot worden door aan te geven dat verdroging en droogteschade met elkaar samenhangende effecten zijn. Dit betekent overigens niet dat agrariërs alles klakkeloos moeten slikken. Discussie moet mogelijk zijn, en ook vanuit de overheid en natuur- en milieuorganisaties moet oog zijn voor de problematiek van het waterbeheer voor de land- en tuinbouw.

Een andere mogelijkheid is om aan te sluiten bij bestaande initiatieven van agrariërs. Te denken valt aan regionale samenwerkingsverbanden met natuur- en milieuorganisaties of met milieucoöperaties of natuurverenigingen die tot doel hebben een bepaalde natuur- en milieukwaliteit in een regio te realiseren. Vanwege de gewenste regionale en bedrijfsgerichte aanpak van verdroging bieden dergelijke regionale initiatieven goede aanknopingspunten. Uit een inventarisatie van het CLM onder vijf natuur- en milieucoöperaties blijkt dat verdroging wel als thema wordt genoemd, maar dat het thema in de praktijk nog niet concreet is uitgewerkt.

- *Vaststellen van heldere doelen en normen op gebiedsniveau*

De doelen voor de bestrijding van verdroging moeten helder, meetbaar en goed onderbouwd zijn.

Iedereen moet weten waar hij aan toe is. Er moet consensus zijn over de manier waarop wordt bepaald of het doel gehaald is, en hoe ver men eventueel nog van het doel verwijderd is. Op gebiedsniveau kunnen hiervoor maatregelen worden voorgesteld. Ook kan de ruimtelijke invulling van de verdrogingsbestrijding worden uitgewerkt.

- *Afstemming van het individuele plan van aanpak op het gebiedsgerichte beleid*

De afstemming bestaat uit twee stappen:

1. Vertaling in duidelijke doelstellingen, milieuprestatie-indicatoren en prioriteiten per bedrijf.

Het beleid moet hanteerbaar zijn voor de agrariër. Daartoe moeten gebiedsdoelstellingen en -normen worden vertaald naar bedrijfsniveau. Dit kan met indicatoren zoals (posten op) de waterboekhouding en (mogelijk) het verloop van de grondwaterstand op het bedrijf. Ook kunnen doelstellingen worden vertaald in afspraken over waterbeheer op het bedrijf (maatregelen). Het is belangrijk dat er consensus is over de indicatoren (hoe meet je de voortgang?) Als dit niet het geval is, kunnen er onduidelijkheden ontstaan waardoor het draagvlak voor en de bereidheid tot het nemen van maatregelen sterk kan verminderen. Afspraken moeten duidelijk zijn vastgelegd zodat ze achteraf zijn te controleren. Ook moeten er prioriteiten worden gesteld omdat niet tegelijkertijd aan alle onderdelen evenveel aandacht kan worden besteed. Het beleid moet zoveel mogelijk gericht zijn op het verwezenlijken van de doelen, en zo min mogelijk op het voorschrijven van maatregelen. De agrariër kan dan zelf bepalen hoe hij de doelen realiseert.

Het is belangrijk om duidelijk voor ogen te hebben welke partijen afspraken maken. Agrariërs kunnen afspraken maken met de overheid, maar ook direct met terreinbeheerders en/of drinkwaterbedrijven. Momenteel maken drinkwaterbedrijven op de Veluwe afspraken met bosbeheerders en twijfelt de overheid of zij hierbij moet ingrijpen.

2. Aanvullende maatregelen op gebiedsniveau

Als de eerste stap op gebiedsniveau niet tot voldoende resultaat leidt, kan worden gekeken naar andere mogelijkheden. Sommige teelten stellen hoge eisen aan de ontwatering van het gebied. Bestrijding van verdroging betekent in sommige gevallen dat de grondwaterstand zoveel zou moeten stijgen dat het betreffende gewas niet meer verbouwd kan worden. De teler zal moeten overgaan op gewassen die wel (of beter) bestand zijn tegen hoge grondwaterstanden. Dit is niet altijd mogelijk. Soms moeten andere instrumenten worden ingezet, zoals de uitruil van grond. Verschillende provincies gaan na in hoeverre het landinrichtingsinstrument kan worden ingezet bij de bestrijding van verdroging. Een vraag hierbij is of bepaalde bedrijfstakken dan nog wel in een bepaald gebied kunnen blijven bestaan. Als een enkel bedrijf in een gebied niet kan blijven bestaan, is verplaatsing of verkoop van het bedrijf mogelijk en wenselijk. Als echter een bedrijfstak met een hoge ruimtelijke concentratie uit een gebied geheel zou moeten verdwijnen, moet worden overwogen of de regionale doelstelling niet moet worden bijgesteld.

In de afstemming tussen het individuele plan van aanpak voor de bestrijding van verdroging en het gebiedsgerichte beleid moet de overheid het bestaande (en eventueel nieuw te vormen) regulerende beleid afstemmen op het stimulerende beleid dat zij kan inzetten. We komen hier in §5.3.2 op terug.

- *Evaluatie en terugkoppeling*

Regelmatig moet op bedrijfs- en op gebiedsniveau worden nagegaan of de doelen zijn gehaald en welke knelpunten zich voordoen. Als de doelen niet worden gehaald, moet het plan van aanpak worden bijgesteld (en niet de doelen).

Afstemming op andere beleidsterreinen is essentieel, omdat een gebrek aan afstemming kan leiden tot een belangrijke afname van het draagvlak. In §5.2.5 hebben we aangegeven waar de belangrijkste problemen in de afstemming tussen het huidige verdrogingsbeleid en de overige beleidsterreinen liggen.

Een aantal tegenstrijdigheden is niet te voorkomen; in deze gevallen moet op lokaal niveau een afweging worden gemaakt tussen de verschillende overheidsdoelstellingen en moet worden aangegeven waar de prioriteiten liggen. Een aanpak zoals hierboven beschreven maakt een dergelijke afstemming tussen de beleidsterreinen goed mogelijk. We gaan hier verder niet meer op in.

Ten slotte is het belangrijk in het beleidsproces rekening te houden met ontwikkelingen op de langere termijn. Verdrogingsbestrijding is meer dan het op korte termijn invoeren van maatregelen op het bedrijf. Op langere termijn kan een agrariër inspelen op veranderende omstandigheden (bijvoorbeeld in de waterhuishouding) zonder dat dit per definitie een negatief effect op de bedrijfseconomische rentabiliteit hoeft te hebben. Omgekeerd is het zinvol om in het verdrogingsbeleid rekening te houden met ontwikkelingen in de land- en tuinbouw, die de realisering van dit beleid kunnen ondersteunen dan wel bemoeilijken. Deze ontwikkelingen worden sterk bepaald door het markt- en structuurbeleid van de overheid. We onderscheiden de volgende twee, samenhangende ontwikkelingen. Bij beide ontwikkelingen geven we aan wat de gevolgen daarvan kunnen zijn voor het verdrogingsbeleid.

- *Toename van de intensiteit van de bedrijfsvoering*  
De intensiteit van het grond- en kapitaalgebruik in de land- en tuinbouw neemt nog steeds toe (zie bijvoorbeeld De Groot e.a. 1994). Dit betekent dat de eisen aan de productieomstandigheden (zoals ontwatering, vochtvoorziening, egalisatie etc.) steeds hoger worden, zodat het (toegenomen) financiële risico kan worden ingedekt. Een intensieve bedrijfsvoering stelt over het algemeen hoge eisen aan de ontwatering. Deze ontwikkeling staat op gespannen voet met het streven naar minder strenge ontwateringsnormen. Aan de andere kant is het in intensieve teelten economisch eerder rendabel om te investeren in systemen die zuinig omgaan met water en in neerslagreservoirs.
- *Vraag naar grond*  
Om aan de tegenomen milieu-eisen te voldoen is met name in de melkveehouderij de behoefte aan voldoende grond groot, bijvoorbeeld om mest uit te rijden. Hierdoor blijft de grondprijs hoog (zie bijvoorbeeld Noij e.a. 1995). Bij invoering van beregeningsverboden, maar ook bij het sub-optimaal ontwateren van percelen loopt de productie terug waardoor meer grond nodig is om dezelfde melkproductie te halen en om aan de milieu-eisen te kunnen voldoen. Hierdoor neemt de vraag naar grond toe. Bij vernatting is verkoop van het betreffende perceel of gebied dan ook niet altijd wenselijk. In de akker- en tuinbouw is verkoop van vernatte percelen niet gewenst omdat hierdoor de vruchtwisseling krappert waardoor de ziektedruk toeneemt (en daarmee het gebruik van bestrijdingsmiddelen).

Beide ontwikkelingen hangen nauw met elkaar samen. Een hoge grondprijs noopt tot een intensief gebruik van de grond, c.q. een maximale benutting van de grond. Vernattings- en droogteschade tikt daarom relatief fors aan. In het kader van de Watersysteemverkenningen is het CLM betrokken bij de doelgroepstudie landbouw. In die studie wordt dieper ingegaan op de ontwikkelingen in de landbouw op de langere termijn en op de gevolgen die dat heeft voor het te voeren waterbeleid. We gaan hier in deze studie niet verder op in.

### 5.3.2 Regulerend beleid

In §5.2 hebben we aangegeven dat het huidige beleid met betrekking tot landbouw en water een overwegend regulerend karakter heeft. In het beleid met betrekking tot het waterbeheer is altijd een zekere mate van regulering nodig. In het waterbeheer in het landelijk gebied spelen vele belangen en zijn veel belanghebbenden betrokken. Om overstromingen of (drink)watertekort te voorkomen, is regulering nodig. Zo is het bijvoorbeeld belangrijk dat een agrariër zich houdt aan zijn onderhoudsplicht van watergangen. Doet hij dat niet, dan kan dat tot wateroverlast voor anderen leiden. Peilbesluiten moeten worden gehandhaafd; inrichtingsmaatregelen kunnen niet voor een afzonderlijk bedrijf worden genomen. Dit heeft consequenties voor de mogelijkheden op bedrijfsniveau.

Toch zijn aanpassingen in het regulerend beleid mogelijk. Het huidige regulerende beleid werkt bijna uitsluitend met middelvoorschriften. Ook de betrokkenheid van agrariërs bij de invulling van het beleid is vaak minimaal. Draagvlak ontbreekt dan ook vaak. Het huidige regulerende beleid kan op de volgende punten worden aangepast:

- *Doelvoorschriften*  
De overheid kan meer gaan werken met doelvoorschriften in plaats van middelvoorschriften (zoals beregeningsverboden). Op die manier kan een agrariër zelf bepalen wat de meest kosteneffectieve manier is om binnen zijn bedrijfsvoering het gestelde doel te realiseren. De overheid maakt afspraken met de land- en tuinbouw over het te realiseren doel, de manier waarop dat wordt vastgesteld, en de termijn waarop het doel moet zijn gerealiseerd. Ook kunnen afspraken worden gemaakt over aanvullende maatregelen als de doelstelling niet wordt gehaald. Doelvoorschriften kunnen de vorm hebben van een reductiepercentage op de onttrokken hoeveelheid grond- of oppervlaktewater, of een quotum voor de hoeveelheid te winnen grondwater. Het invoeren van een grondwaterquotum of een reductiepercentage is niet direct in de praktijk uitvoerbaar. Vragen die vooraf moeten worden beantwoord zijn onder andere: hoe wordt de onttrokken hoeveelheid water gemeten; wordt een quotum of reductiepercentage per gebied of per bedrijf bepaald; op welke grondslag wordt een quotum of reductiepercentage aan individuele bedrijven toegekend; hoe wordt de onttrokken hoeveelheid water gecontroleerd? Het verdient aanbeveling te onderzoeken of en onder welke voorwaarden waterquota en/of reductiepercentages kunnen worden ingezet in het waterbeleid.
- *Heffingen*  
Heffingen kunnen efficiënt watergebruik stimuleren omdat de (gestegen) kosten van het watergebruik de agrariër aanzetten tot een evaluatie van het watergebruik. Voor voldoende draagvlak onder agrariërs is het van cruciaal belang dat de inkomsten uit die heffingen worden ingezet in de agrarische sector. De inkomsten kunnen worden gebruikt voor de financiering van stimulerend beleid. De provinciale grondwaterheffing is in principe een geschikt instrument om een dergelijk beleid vorm te geven (zie §5.3.3).
- *Afstemming tussen regulerend en stimulerend beleid*  
Regulerend en stimulerend beleid moet goed op elkaar worden afgestemd. In §5.1 gaven we al aan dat de overheid moet vermijden om na verloop van tijd bereikte resultaten vast te leggen met ge- en verboden. Dat verkleint het draagvlak onder agrariërs. Ook het gebruik van inkomsten uit heffingen voor de financiering van stimulerend beleid verhoogt de samenhang van het beleid. In het kader 'beregenningsplanner' illustreren we hoe stimulerend en regulerend beleid op elkaar kan worden afgestemd. Omgekeerd kan regulerend (generiek) beleid (tijdelijk en/of in een bepaalde regio) buiten werking worden gesteld om met alternatieve benaderingen te experimenteren. Een voorbeeld hiervan is het project Beregenen Op Maat (BOM) van de provincie Noord-Brabant, waarbij een ontheffing wordt verleend voor de gedeeltelijke beregeningsverboden voor bedrijven die de beregenningsplanner in de praktijk testen.
- *Beleidsproces*  
Vaak is de betrokkenheid van agrariërs bij de vormgeving van het beleid minimaal. Door te werken met doelvoorschriften en door afspraken te maken met agrariërs kan het draagvlak voor het beleid worden vergroot.

## Beregeningsplanner

---

Een voorbeeld van afstemming tussen stimulerend en regulerend beleid is het voorstel dat het CLM heeft gedaan voor de invulling van de doelstelling om de onttrokken hoeveelheid grondwater voor beregening terug te dringen.

Provincies willen het gebruik van grondwater voor beregening zoveel mogelijk terugdringen. Enkele provincies doen dit door het instellen van gedeeltelijke beregeningsverboden. Dit leidt tot veel bezwaren bij agrariërs. Bovendien staat het beleid op gespannen voet met het milieubeleid ten aanzien van het gebruik van mineralen. Het draagvlak voor dit beleid is dan ook gering (zie ook het kader 'beregenningsverboden').

Het CLM staat een andere aanpak voor, waarbij stimulerend en regulerend beleid goed op elkaar worden afgestemd (Buys & Boland 1996; Boland e.a. 1996). Uitgangspunt in dit voorstel is dat het beleid ten aanzien van beregening niet los kan staan van het overige beleid om verdroging te verminderen. Een aanpak van de verdrogingsproblemen is ook in het belang van agrariërs: de afhankelijkheid van beregening zal erdoor afnemen.

Een goed beregeningsbeleid begint bij heldere en controleerbare afspraken tussen overheid en agrariërs over doelen. Doelen kunnen worden uitgewerkt in een reductiepercentage: binnen een afgesproken termijn moet het grondwatergebruik met een percentage worden verminderd. Zo'n percentage kan het best gedifferentieerd worden per gebied. Zo kan rekening worden gehouden met de regionale verdrogingsproblematiek. Bij deze benadering is het nodig dat boeren hun grondwatergebruik registreren.

Aanvullend op de reductiedoelstelling kan ook een heffing op de hoeveelheid onttrokken water worden opgelegd. Grondwater is een schaars goed; een prijs is gerechtvaardigd. Het is belangrijk voor het draagvlak onder agrariërs dat dit geld terugvloeit naar de agrarische sector en wordt gebruikt om het verdrogingsbeleid te bekostigen. Te denken valt aan het subsidiëren van de aanschaf van de beregeningsplanner of van maatregelen op het bedrijf, die leiden tot de terugdringing van verdroging, zoals het aanleggen van een neerslagreservoir.

Agrariërs bepalen zelf hoe zij tot de reductie van het grondwatergebruik willen komen. De eerste stap is het zo efficiënt mogelijk beregenen. Het CLM heeft daartoe een beregeningsplanner ontwikkeld. Daarmee kan een agrariër het optimale moment van beregenen en de juiste giftgrootte nauwkeurig bepalen. Hierdoor bespaart hij water en geld.

Of door efficiënter beregenen al voldoende reductie in het grondwaterverbruik optreedt, verschilt van bedrijf tot bedrijf. Als de bereikte reductie onvoldoende is, zullen agrariërs hun bedrijfsvoering verder moeten bijstellen, bijvoorbeeld door scherpere prioriteiten te stellen ten aanzien van de te beregenen percelen. Provincies zullen zeker in de beginfase agrariërs moeten ondersteunen en stimuleren hun beregeningspraktijk te verbeteren. Dit kan door toepassing van de beregeningsplanner te bevorderen.

---





Door efficiënt te beregenen kan een agrariër het watergebruik op het bedrijf terugdringen.

### 5.3.3 Stimulerend beleid

Als een agrariër in zijn bedrijfsvoering wil inspelen op de terugdringing van verdroging zal hij zijn bedrijfsvoering moeten aanpassen. Hij moet maatregelen nemen. Dat vraagt kennis, ervaring en geld voor investeringen.

In deze paragraaf werken we verschillende opties voor stimuleringsbeleid uit. Voor de achtergrond van de gepresenteerde voorstellen verwijzen we naar Buys e.a. (1993), waarin het stimuleringsbeleid uitgebreid wordt besproken. In deze paragraaf behandelen we achtereenvolgens voorlichting, het opzetten van praktijkexperimenten, en financiële prikkels.

#### *Voorlichting*

De bedrijfsvoering aanpassen betekent vaak dat deze ingewikkelder wordt en dat een agrariër nieuwe technieken moet gebruiken. Om de gewenste aanpassingen door te voeren moet een agrariër dus kennis opdoen. Hiervoor is voorlichting nodig. Voorlichting kan variëren van zeer algemeen tot zeer bedrijfsspecifiek. Bij maatregelen op het bedrijf gericht op het terugdringen van verdroging is een bedrijfsgerichte voorlichting gewenst.

Dit kan onder andere in de vorm van (begeleiding bij) het opstellen van een plan van aanpak op bedrijfsniveau. Het verdient aanbeveling ook voorlichting te geven die gericht is op maatregelen, zoals een bedrijfseconomisch advies bij aanschaf en/of vervanging van een beregeningsinstallatie. In bedrijfstakken waar de rentabiliteit van beregening niet erg groot is, kunnen kleine veranderingen in de bedrijfsvoering of in de economische randvoorwaarden betekenen dat beregening niet of nauwelijks meer rendabel is.

Meer algemene vormen van voorlichting zijn het opzetten van studiegroepen, het uitgeven van brochures, handboeken en videomateriaal. Ten slotte kunnen demonstratieprojecten worden opgezet, waar excursies worden gehouden en praktijkproeven worden genomen.

### *Praktijkproeven*

Door op praktijkbedrijven, proefboerderijen of op regionaal niveau ervaring op te doen met het plan van aanpak, met maatregelen en eventueel met een systeem voor heffingen en premies, kunnen we in de praktijk uitproberen wat de mogelijkheden zijn van bedrijfsgerichte bestrijding van verdroging, welke maatregelen in de praktijk wel en welke niet (kosten)effectief zijn, hoe ver we komen met de bestrijding van verdroging en waar eventuele knelpunten liggen. Praktijkproeven kunnen een inspiratiebron zijn voor anderen.

Om op waterschaps- en bedrijfsniveau te experimenteren met het tegengaan van verdroging (hoger peil, verhoogde drainagebasis, aangepaste gewas- en raskeuze) verdient het aanbeveling een financiële garantstelling in het leven te roepen die de grootste financiële risico's voor experimenten wegneemt. Deze garantstelling hoeft schade niet voor 100% te dekken en hoeft slechts voor een beperkte periode te gelden. Een dergelijke garantstelling nodigt agrariërs uit om te experimenteren met het terugdringen van verdroging.

### *(Financiële) prikkels*

We onderscheiden vier mogelijkheden:

- beheersvergoeding;
- (incidentele) subsidies op investeringen;
- stimuleringspremie;
- resultaatbeloning.

We werken deze opties uit en geven daarbij aan welke mogelijkheden voor toepassing in de praktijk we verwachten. Ook gaan we kort in op de mogelijke financiering van dergelijke prikkels.

### Beheersvergoeding

Een beheersvergoeding is een vergoeding van de kosten die een agrariër maakt voor maatregelen gericht op het terugdringen van verdroging. Analooq aan de beheersvergoeding in het kader van de Relatienota, kan de rijks- of provinciale overheid gebieden aanwijzen, waarbinnen bedrijven in aanmerking komen voor een dergelijke regeling. Op de mogelijkheden om gebruik te maken van de beheersovereenkomsten in het kader van de Relatienota komen we in §5.3.5 terug.

### Incidentele subsidies op investeringen

Incidentele prikkels zijn zeer geschikt om agrariërs aan te zetten om bepaalde investeringen te doen. Incidentele prikkels zijn vooral geschikt bij de introductie van maatregelen die vanwege de (hoge) investeringskosten niet rendabel zijn voor een individuele agrariër, maar die een neutraal of positief bedrijfseconomisch effect hebben en een groot positief effect op de bestrijding van verdroging. Eenmalige investeringen zijn bijvoorbeeld het aanleggen van waterzuinige systemen (zuivering en hergebruik afvalwater), het aanleggen van een neerslagreservoir of de aanschaf van de beregeningsplanner.

### Stimuleringspremie

Een stimuleringspremie is een (financiële) vergoeding voor het uitvoeren van bepaalde maatregelen om verdroging tegen te gaan. Voorwaarde is dat de premie hoger is dan de eventuele extra kosten als gevolg van de maatregelen. Een stimuleringspremie is een geschikt instrument als er sprake is van slechte acceptatie onder agrariërs. In het kader van verdrogingsbestrijding kan worden gedacht aan een deelnamepremie (die de agrariër ontvangt voor deelname aan een vernattingsproject waarbij hij naar verwachting te maken krijgt met vernattingssschade). De premie kan de drempel voor deelname aan zo'n project wegnemen. Een probleem is dat vernatting structureel is, terwijl de overheid dat niet kan garanderen voor een stimuleringspremie.

### Resultaatbeloning

Bij resultaatbeloning wordt een agrariër betaald voor een bereikt resultaat. Hoe beter hij presteert, hoe meer hij ontvangt. Voor agrarisch natuurbeheer en voor het mineralenbeheer in grondwaterbeschermingsgebieden is het instrument resultaatbeloning al uitgewerkt. Toepassing op het terrein van verdroging lijkt vooralsnog slechts beperkt mogelijk omdat een algemene, overkoepelende milieuprestatie-indicator voor verdroging niet kan worden ontworpen. Wel kan voor goed te meten sub-doelstellingen resultaatbeloning worden ingevoerd, zoals een beloning voor het terugdringen van de onttrokken hoeveelheid grondwater of van het watergebruik voor het spoelen van producten.

Resultaatbeloning kan op twee andere manieren worden vormgegeven:

- *Natuurproductie*  
Door middel van resultaatbeloning voor natuurproductie kan betaald worden voor het verhogen van de grondwaterstand op het bedrijf. Natte situaties op het bedrijf zijn immers vaak ook positief voor de natuur op het bedrijf. In dat geval ligt de nadruk op natuurbeheer. Een agrariër zal zo'n vorm van resultaatbeloning alleen accepteren als de inkomsten hiervan hoger zijn dan de schadevergoeding voor vernattingssschade.
- *(Drink)waterproductie*  
Door infiltratie van neerslag op agrarische bedrijven wordt het grondwater aangevuld. Door water langer vast te houden en door een hogere grondwaterstand te handhaven kunnen land- en tuinbouwbedrijven meer water naar het grondwater laten infiltreren. Dit geldt met name voor infiltratiegebieden op de hogere zandgronden. Drinkwaterbedrijven zijn gebaat bij een hogere toevoer van water naar het grondwater omdat daarmee de hoeveelheid grondwater die zij kunnen winnen toeneemt of omdat de schade die door winning ontstaat afneemt. Op regionaal niveau moet onderzocht worden wat de mogelijkheden zijn voor de betaling van drinkwaterproductie. Een combinatie met een vermindering van de belasting van het grondwater met mineralen en bestrijdingsmiddelen is hier wenselijk. Het is daarbij redelijk om de kosten daarvoor (gedeeltelijk) door te berekenen aan de consument: ook de consument is gebaat bij een duurzame productie van goed en genoeg drinkwater. Een dergelijke benadering is te zien in wateraanvoerprojecten in de waterschappen de Aa en Salland. In deze projecten speelt het belang van de landbouw, van de natuur en van drinkwaterwinning een rol. De drinkwaterbedrijven dragen financieel bij.  
In Zuidoost-Drenthe wordt een plan ontwikkeld om water op te slaan in zogenaamde rabattenbossen. Deze rabattenbossen worden gevormd door percelen voor meerjarige braak te clusteren tot aaneengesloten gebieden. Water uit deze bossen kan in droge perioden aan glastuinders worden geleverd.  
Infiltratie in de winterperiode van gebiedseigen water voor drinkwatervoorziening kan voor de landbouw overigens ook winst opleveren omdat de grondwaterstand in de droge periode minder snel daalt. Hiervoor is overleg tussen de betrokkenen en inzicht in elkaars positie belangrijk.  
Omdat de precieze toelevering van neerslag aan het grondwater niet nauwkeurig is vast te stellen, is resultaatbeloning per bedrijf in de genoemde gevallen niet mogelijk. Onderzocht moet worden of deze benadering op regionale schaal wel mogelijk is.

### *Wijze van vergoeding*

Prikkels kunnen op verschillende manieren worden vergoed. De meest gebruikelijke manier om subsidies of premies uit te betalen is in geld. Daarnaast onderscheiden we de volgende twee alternatieven:

- *In natura*  
Gederfde produktie of gemaakte kosten kunnen niet alleen in geld, maar ook in natura worden vergoed, zoals extra grond of extra melkquotum. Voorwaarde is dat binnen het gebied extra grond aanwezig is en dat de locatie daarvan gunstig is. Het voordeel van een dergelijke aanpak boven financiële prikkels is dat een bedrijf direct een economische stimulans krijgt.
- *Compensatie door soepeler regelgeving*  
Voor het inspelen op een natte situatie of het investeren in waterbesparende maatregelen op het bedrijf kan besloten worden om op andere milieuterreinen minder streng op te treden of minder hoge eisen te stellen. Dit kan zowel binnen als buiten het verdrogingsbeleid plaatsvinden. Binnen het verdrogingsbeleid kan de overheid bijvoorbeeld beregening wel toestaan, maar daarvoor 'in ruil' het langer vasthouden van water in het voorjaar vragen. Buiten het verdrogingsbeleid kan de overheid bijvoorbeeld soepel omgaan met de Ecologische Richtlijn. Zo mogen in het WCL-gebied Winterswijk veehouderijbedrijven uitbreiden, maar ter compensatie vraagt de gemeente van de agrariërs om extra aandacht en ruimte aan natuur te schenken. Op deze manier wordt de bedrijfsontwikkeling op langere termijn gewaarborgd, terwijl toch milieuwinst wordt gehaald. Dergelijke afspraken worden vastgelegd en er wordt in overleg een bedrijfsnatuurplan opgesteld. Belangrijk is ervoor te waken dat geen onaanvaardbare afwenteling plaatsvindt naar andere milieuterreinen.

### *Financiering*

De verantwoordelijkheid voor de financiering van stimuleringsbeleid ligt bij de overheid. Er zijn verschillende mogelijkheden:

- *Provinciale grondwaterheffing*  
Uit de inkomsten van de provinciale grondwaterheffing financiert de provincie gedeeltelijk haar verdrogingsbeleid. De provincie Gelderland financiert hiermee bijvoorbeeld de introductie van de beregeningsplanner. De land- en tuinbouw is voor het grootste deel (nog) vrijgesteld van deze heffing. Als de heffing ook voor land- en tuinbouwbedrijven gaat gelden, worden de inkomsten hoger. Voor voldoende draagvlak onder agrariërs is het van essentieel belang dat de inkomsten in de sector worden gebruikt, bijvoorbeeld voor de financiering van verdrogingsmaatregelen op land- en tuinbouwbedrijven. Voorwaarde voor een heffing voor land- en tuinbouwbedrijven is dat de grondwateronttrekking wordt geregistreerd en kan worden gecontroleerd. Het verdient aanbeveling te onderzoeken of en onder welke voorwaarde de provinciale grondwaterheffing ook voor agrarische bedrijven kan worden ingezet.
- *Milieubeschermingsgebieden*  
Gelden uit het stimuleringsbeleid voor milieubeschermingsgebieden kunnen worden ingezet voor de financiering van anti-verdrogingsmaatregelen die agrariërs doorvoeren. Het verdient aanbeveling deze regeling meer dan tot nog toe te benutten. Deze financieringsvorm is alleen mogelijk in milieubeschermingsgebieden.
- *Overige milieusubsidies*  
De bestaande Vamil-regeling en provinciale subsidies kunnen worden gebruikt om investeringen in waterzuinige systemen (gedeeltelijk) te bekostigen.
- *GEBEVE-regeling*  
Met de GEBEVE-regeling kan 50% van de voorzienbare vernattingsschade op een bedrijf door het rijk worden gefinancierd. Ook kunnen hiermee technische maatregelen worden gefinancierd die de vernatting van het perceel tegengaan, zoals de aanleg van drainage. Onbekend is of deze regeling voorziet in de financiering van incidentele financiële prikkels die agrariërs aanzetten tot waterbesparing, zoals de investering in waterzuinige systemen of de opslag van water.

Het verdient aanbeveling om te onderzoeken of incidentele financiële prikkels voor agrariërs in het kader van de GEBEVE-regeling voor 50% door het rijk kunnen worden gefinancierd. Dit is alleen mogelijk in gebieden waarin een project loopt voor gebiedsgerichte bestrijding van verdroging. Een alternatief is dat groepen van bedrijven binnen een waterhuishoudkundig systeem een aanvraag indienen.

#### 5.3.4 Flankerend beleid

Het verdrogingsbeleid van de overheid kan een negatief effect op land- en tuinbouwbedrijven hebben. Door verhoging van de grondwaterstand in natuurgebieden kan de landbouw in aangrenzende gebieden te maken krijgen met vernattingsschade. Hiervoor is flankerend beleid nodig dat het verdrogingsbeleid faciliteert en ondersteunt. Er zijn verschillende mogelijkheden om de negatieve effecten van verdrogingsbestrijding op land- en tuinbouwbedrijven tegen te gaan. Naast de genoemde technische maatregelen om vernattingsschade op percelen te voorkomen, onderscheiden we de volgende mogelijke vormen van schadevergoeding.

##### *Aankoop / verplaatsing (gedeelte van) bedrijf*

In plaats van een financiële schadevergoeding kan een vernat perceel of bedrijf worden verkocht. Dit doet zich over het algemeen alleen voor als er binnen een anti-verdrogingproject voldoende geld is om percelen aan te kopen en/of het bedrijf uit te kopen. Landinrichtingsprojecten kennen mogelijkheden om vernatte gebieden financieel of met grond te compenseren. Evenals bij de directe financiële schadevergoeding is het belangrijk dat er overeenstemming wordt bereikt over de hoogte van de opgetreden vernattingsschade. We onderscheiden drie opties:

- *Verkoop van perceel*  
Het is mogelijk het perceel aan een terreinbeherende organisatie te verkopen. Hiervoor is een status van het gebied als reservaatgebied of natuurontwikkelingsgebied vereist. Bij vernatting is verkoop van een perceel of gebied niet altijd wenselijk. Vanwege andere milieueisen is het tegenwoordig wenselijk zoveel mogelijk grond bij het bedrijf te houden. Een mogelijkheid is de grond te verkopen en vervolgens weer terug te pachten.
- *(Gedeeltelijke) verplaatsing van het bedrijf*  
De agrariër krijgt voor de vernatte percelen elders grond toegewezen. Voorwaarde hiervoor is dat deze grond beschikbaar is. Op deze manier kan de agrariër onder optimale omstandigheden blijven produceren. In het kader van een landinrichtingsproject kan een vernattingprobleem meestal worden opgelost door herverkaveling van gronden of door te compenseren met extra grond. Wat er nog aan problemen in de vorm van nadeel voor een grondgebruiker resteert, wordt bij de afsluiting van het project verrekend bij het opstellen van de zogenaamde 'lijst van geldelijke regelingen' (De Putter e.a. 1995).
- *Compensatie in de vorm van extra grond*  
Voor de produktiederving ontvangt de agrariër geen geld maar een compensatie in de vorm van extra grond. Bij een geschatte totale opbrengstderving van 5% op een bedrijf van 20 ha kan een 'vergoeding' worden uitgekeerd van 1 hectare. Voorwaarde hiervoor is dat deze grond beschikbaar is.

##### *Verlichten van waterschapslasten*

Door verlaging of verlening van ontheffing van de waterschapslasten voor (een gedeelte van) het bedrijf kan de agrariër een tegemoetkoming voor de gedeelde productie ontvangen. Nadeel hiervan is dat een verlaging of ontheffing een juridisch en bestuurlijk complexe zaak is en dat de waterschapslasten per hectare vaak gering zijn vergeleken met de vernattingsschade op een perceel. Dit is dan ook waarschijnlijk geen geschikt instrument om de vernattingsschade op bevredigende wijze te compenseren. Wel kan een verlaging van de lasten (eventueel in combinatie met andere maatregelen) het draagvlak voor het beleid onder agrariërs vergroten.

#### *Directe financiële schadevergoeding*

In het kader van de GEBEVE-regeling is het in principe mogelijk dat het rijk 50% van de vernattingsschade op landbouwbedrijven eenmalig financiert. Vanwege de onduidelijkheid over schadevergoedingen ontstond vertraging in de uitvoer van anti-verdrogingsprojecten. Deze regeling biedt hiervoor een oplossing (zie De Putter e.a. 1995). Op bestuurlijk niveau wordt nog onderzocht hoe de regeling precies ingevuld kan worden. Een belangrijk probleem is dat overeenstemming tussen agrariërs en het waterschap moet worden bereikt over de manier waarop de hoogte van de verwachte schade wordt bepaald.

De regeling heeft niet onze voorkeur omdat het agrariërs niet stimuleert tot creatieve oplossingen voor de verdrogingsproblematiek. Ook zullen agrariërs vaak de voorkeur geven aan andere regelingen, zoals hierboven geformuleerd, omdat die de voortzetting van het bedrijf beter garanderen. Wel is de regeling een goede laatste mogelijkheid om vernattingsschade te compenseren. Agrariërs hebben in het geval van aantoonbare vernattingsschade recht op een dergelijke schadevergoeding.

### **5.3.5 Overige maatregelen**

#### *Agro-milieukeur en streekeigen produkten*

Bevordering van de bestrijding van verdroging op bedrijfsniveau kan in principe ook via de markt. Het CLM is betrokken bij de ontwikkeling van een agro-milieukeur voor verschillende produkten. Verdroging is (nog) geen criterium waarop produkten worden getoetst. Op het moment is immers geen milieuprestatie-indicator beschikbaar, waarmee kan worden vastgesteld in welke mate een bedrijf bijdraagt aan (het terugdringen van) verdroging. Er is dus (nog) geen algehele toetsing van een produkt op het criterium verdroging mogelijk, maar er zijn wel mogelijkheden om voor bepaalde typen watergebruik subindicatoren te gebruiken, zoals het watergebruik voor het spoelen van produkten. Hiervoor kunnen vrij eenvoudig normen worden opgesteld. In bedrijfstakken als vollegrondsgroenteteelt, bollenteelt, glastuinbouw en champignonenteelt kan naar verwachting het watergebruik voor het spoelen van produkten en het koelen van grond dan ook worden opgenomen in de eisen voor de agro-milieukeur.

In toenemende mate komen er streekeigen (kwaliteits)produkten op de markt. De produktiereglementen voor deze produkten bevatten vaak milieuvoorschriften. Onderzocht zou moeten worden of voorschriften ten aanzien van watergebruik- en beheer hieraan kunnen worden toegevoegd. Vanwege het regionale karakter van verdrogingsbestrijding lijkt een dergelijke benadering perspectiefrijk.

#### *Relatienota*

Een standaardvoorwaarde in de beheersovereenkomst is de bepaling dat de agrarisch ondernemer geen maatregelen mag treffen of werken mag uitvoeren die leiden tot een verlaging van de (grond)waterstand. Deze regeling kent momenteel echter geen vergoeding voor het verhogen van de grondwaterstand op het bedrijf. De belangrijkste oorzaak daarvan is dat de vergoeding een tijdelijk karakter heeft terwijl vernattingsschade permanent is.

Het verdient aanbeveling te onderzoeken of en onder welke voorwaarden het mogelijk is de beheersovereenkomst in te zetten in het beleid ter stimulering van verdrogingsbestrijding op bedrijfsniveau.

Toepassing van de uitgebreide variant van de beheersovereenkomst in het verdrogingsbeleid kent belangrijke beperkingen:

- provincies hebben de beheersgebieden grotendeels al aangewezen, zodat alleen van het nieuwe pakket gebruik gemaakt kan worden in gebieden waar al sprake is van beheersovereenkomsten;
- beheersovereenkomsten zijn in eerste instantie gericht op natuur- en landschapsbeheer.

Een pakket gericht op het verhogen van de grondwaterstand op een bedrijf moet dan ook in eerste instantie gekoppeld zijn aan een dergelijke doelstelling. In sommige gevallen is een duidelijke relatie aan te geven (beekdalen, veenweidegebied); in andere gevallen is die relatie veel minder direct (infiltratiegebieden, hoge zandgronden).

---

## 6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In de voorgaande hoofdstukken hebben we gekeken naar de mogelijkheden om verdroging door maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven terug te dringen. We hebben onderzocht welke maatregelen kansrijk zijn, hoe maatregelen op een systematisch manier kunnen worden ingevoerd op het bedrijf en hoe de overheid agrariërs kan stimuleren met het terugdringen van verdroging aan de slag te gaan. In dit hoofdstuk formuleren we conclusies en aanbevelingen. De aanbevelingen geven we cursief weer. We doen ook een voorstel voor een vervolgproject.

### 6.1 Conclusies en aanbevelingen

#### Algemeen

- 1 Water van goede kwaliteit is in steeds grotere delen van de wereld een schaars goed. Dit geldt ook voor Nederland. Zuinig en bewust omspringen met water is dus noodzaak. Voor een agrariër kan dat lonend zijn omdat hij minder kosten voor het watergebruik hoeft te maken.
- 2 Land- en tuinbouwbedrijven hebben op twee manieren te maken met water: via het waterbeheer (ont- en afwatering en wateraanvoer) en via het watergebruik (gewasverdamping, gebruik voor het reinigen van de melkinstallatie en de stal, drinkwatervoorziening voor het vee, gebruik voor het spoelen van produkten en voor het koelen van gebouwen en grond). Door aanpassingen in ont- en afwatering en door toegenomen watergebruik dragen land- en tuinbouwbedrijven bij aan verdroging. De mate waarin agrarische bedrijven aan verdroging bijdragen verschilt van gebied tot gebied. Ook andere sectoren, zoals industrie en drinkwaterbedrijven, dragen bij aan verdroging.
- 3 Land- en tuinbouwbedrijven kunnen bijdragen aan de terugdringing van verdroging door maatregelen te nemen die gericht zijn op efficiënt watergebruik en op aanpassing van de ont- en afwatering.

#### Milieuprestatie-indicatoren

##### Algemeen

- 4 Een milieuprestatie-indicator is een indicator die aangeeft hoe een agrariër op een bepaald milieuthema scoort. Voor het meten van een score heeft de agrariër een meetlat nodig.  
Er is geen overkoepelende milieuprestatie-indicator voor agrarische bedrijven op het milieuthema verdroging. Wel kan een agrariër twee (typen) indicatoren naast elkaar gebruiken om inzicht te krijgen in het waterbeheer: de waterboekhouding en de grond- of oppervlaktewaterstand op zijn bedrijf. Met de waterboekhouding registreert een agrariër de waterstromen op zijn bedrijf. De grond- of oppervlaktewaterstand kan hij direct meten.  
Afhankelijk van de Ausgangssituatie en het doel van de verdrogingsbestrijding, kan een agrariër een of beide indicatoren kiezen. Een integratie van de beide typen indicatoren in een overkoepelende indicator is niet mogelijk.

##### De waterboekhouding

- 5 Het saldo op de waterboekhouding is geen milieuprestatie-indicator waarmee een agrariër alle aspecten van verdroging op het bedrijf in kaart kan brengen. Wel geeft de boekhouding aangrijpingspunten om de grootte van het waterverbruik op het bedrijf te laten zien; daarmee is de boekhouding in principe een indicator voor een deelaspect van verdroging.

- Met de waterboekhouding kan het effect van een aantal maatregelen ter bestrijding van verdroging worden gekwantificeerd. De effecten van andere maatregelen (zoals het opzetten van het peil) komen niet tot uitdrukking in de waterboekhouding.
- 6 De indicator 'saldo op de waterboekhouding' is niet erg nauwkeurig. Een agrariër kan namelijk niet alle posten op de waterboekhouding precies bepalen. Dit geldt met name voor de aan- en afvoer van water via het grondwater. Op deze posten heeft de agrariër weinig tot geen directe invloed. Eventueel kunnen deze posten buiten beschouwing worden gelaten.  
Dit geldt niet voor de posten ont- en afwatering en gewasverdamping. Ook deze posten kan de agrariër moeilijk bepalen. Op de grootte van deze posten heeft hij echter wel invloed. Vanwege de relatief grote onnauwkeurigheid bij het bepalen van de post 'gewasverdamping' en vanwege het grote belang van deze post (circa 95% van het totale watergebruik), kunnen we niet veel waarde aan de som van het watergebruik toekennen. Daardoor is ook de indicator 'saldo op de waterboekhouding' niet erg nauwkeurig.
  - 7 De overige posten op de boekhouding kan een agrariër wel nauwkeurig bepalen en kan hij ook beïnvloeden. Het saldo van deze posten op de waterboekhouding (eventueel inclusief een benadering voor gewasverdamping) is een geschikte indicator voor een deel van het verdrogingsprobleem: het watergebruik. Ook de afzonderlijke posten op de waterboekhouding zijn als deelindicator voor het desbetreffende watergebruik toe te passen.
  - 8 De waterboekhouding geeft inzicht in de grootte van de posten ten opzichte van elkaar en is daardoor een hulpmiddel bij het evalueren en aanpassen van het waterbeheer op het bedrijf.
  - 9 Door de omvang van de posten op de waterboekhouding te vergelijken met streefwaarden voor deze posten wordt duidelijk waar besparing mogelijk is. Dit helpt het watergebruik op het bedrijf te verbeteren.
  - 10 *Voor het verminderen van de kleine posten op de waterboekhouding (reinigen melkmachine, water in mest) verdient het de voorkeur reeds ontwikkelde, aparte waterbalansen te gebruiken. Bij deze posten, waaraan ook meestal een afvalwaterprobleem is verbonden, heeft waterbesparing vaak financiële voordelen. Ondanks het relatief geringe effect op de waterboekhouding, is waterbesparing in deze gevallen daarom toch interessant.*
  - 11 Een technisch probleem bij het berekenen van het saldo op de waterboekhouding is de meteorologische variatie tussen jaren en plaatsen: de 'meteorologische ruis'. Hierdoor kunnen de saldi op de waterboekhouding tussen jaren en bedrijven niet direct worden vergeleken. De saldi moeten worden gecorrigeerd voor weerjaar en/of plaats. Dit probleem doet zich vooral voor bij de post gewasverdamping.  
*Het verdient aanbeveling te onderzoeken hoe de meteorologische ruis het beste kan worden verrekend.*
  - 12 In plaats van werkelijke (gemeten) waarden voor de posten op de waterboekhouding, kan een agrariër gebruik maken van begrote waarden. Daarmee is het mogelijk een waterbegroting op te stellen. De verwachte waarden kan hij bepalen aan de hand van de waarden van voorafgaande jaren, op grond van gemiddelden of met behulp van berekeningen uit standaardwaarden. De waterbegroting is een geschikt instrument om verschillende varianten uit te rekenen. Met gegevens over gewasverdamping van verschillende rassen en gewassen kan een agrariër globaal bepalen welk effect een ander gewas of ras heeft op het saldo van de waterboekhouding. Ook het effect van de locatiekeuze op de totale gewasverdamping (waar teel ik welk gewas?) kan hij hiermee globaal begroten.

#### Het verloop van de grond- of oppervlaktewaterstand

- 13 Door de grond- of oppervlaktewaterstand regelmatig te meten krijgt een agrariër inzicht in het verloop van de (grond)waterstand gedurende het seizoen. Het verloop van de (grond)waterstand is geen milieuprestatie-indicator die alle aspecten van verdroging op het bedrijf in kaart brengt. Maatregelen gericht op het terugdringen van het watergebruik komen niet of slechts ten dele tot uitdrukking in de indicator. Wel is het verloop van de (grond)waterstand in principe een indicator voor de ontwateringssituatie op het bedrijf.



- 14 De indicator 'verloop van de (grond)waterstand' kent twee technische problemen, die de bruikbaarheid als milieuprestatie-indicator voor een individueel bedrijf beperken:
- Vanwege de soms grote verschillen tussen weerjaren (en de daarmee samenhangende natuurlijke variatie in de (grond)waterstand) moeten de gemeten waarden voor het weerjaar worden gecorrigeerd. Er zijn in theorie verschillende methoden om te corrigeren.  
*Het verdient aanbeveling te onderzoeken hoe de correctie voor de meteorologische ruis moet worden uitgevoerd.*
  - Omdat grondwaterstand en slootpeil doorgaans niet alleen afhankelijk zijn van het waterbeheer op één bedrijf, is het moeilijk het verloop van de (grond)waterstand als indicator te gebruiken.  
Wel kan het verloop van de grondwaterstand de agrariër nuttige informatie leveren over de vochtvoorziening van het gewas.

### Vervolgonderzoek

- 15 *Het verdient aanbeveling vervolgonderzoek te verrichten naar indicatoren voor het watergebruik en -beheer op bedrijfsniveau. Voor beide typen indicatoren moeten we in de praktijk onderzoeken of ze het watergebruik en -beheer op het bedrijf inzichtelijk maken en ondersteunen, en wat hun meerwaarde is voor het terugdringen van verdroging.*
- 16 *Voor de indicator 'saldo op de waterboekhouding' moeten de volgende vragen onderzocht worden:*
- *hoe kunnen we de meteorologische ruis zoveel mogelijk elimineren? Vormt het werken met een waterbegroting hiervoor een oplossing?*
  - *is de waterboekhouding praktisch hanteerbaar op het bedrijf?*
- 17 *Voor de indicator 'verloop van de (grond)waterstand' vormt de meteorologische ruis het belangrijkste probleem. Meting van de grondwaterstand is vrij eenvoudig in de bedrijfsvoering op te nemen. Nader onderzoek is met name gewenst naar de manier waarop we het beste met de meteorologische ruis kunnen omgaan.*

### **Maatregelen**

#### Algemeen

- 18 In totaal hebben we 70 maatregelen geselecteerd. Voor ieder type watergebruik zijn voldoende maatregelen voorhanden om zuiniger en bewuster met water om te gaan. Voor iedere bedrijfstak zijn kansrijke maatregelen beschikbaar. Of een maatregel werkelijk op een bedrijf toepasbaar is, hangt af van de aard van de verdrogingsproblematiek en de huidige bedrijfsvoering. De meeste maatregelen zijn al gebruikelijk; voor sommige maatregelen is nader onderzoek gewenst.  
*Het aantal geselecteerde maatregelen is dermate groot dat het aanbeveling verdient ze op te nemen in een database zodat op eenvoudige wijze met verschillende zoek sleutels (bedrijfstak, bodemsoort, type watergebruik, waterbron) naar maatregelen kan worden gezocht.*
- 19 Over het algemeen geldt dat het in intensieve bedrijfstakken (vollegrondsgroenteteelt, fruitteelt) zeer moeilijk is om maatregelen te nemen op het vlak van de ontwatering en gewaskeuze. In deze bedrijfstakken liggen de belangrijkste mogelijkheden op het vlak van wateropslag en investeringen in maatregelen voor efficiënt watergebruik. Dergelijke maatregelen zijn vaak economisch rendabel.  
In de meer extensieve bedrijfstakken (met name melkveebedrijven die zelf in hun ruwvoerbehoefte voorzien) zijn juist meer mogelijkheden voor aanpassingen in de ontwatering. Investerings in efficiënte methoden voor watergebruik en de aanleg van een neerslagreservoir zijn naar verwachting minder snel rendabel.

### Ont- en afwatering

- 20 Enkele gebieden zijn nog volgens de oude inzichten ontwaterd. Hier bestaan mogelijkheden om de grondwaterstand zonder schade aan landbouwgewassen te verhogen. Hier kan de droogteschade mogelijk afnemen zodat het netto bedrijfsresultaat door een verhoging van de grondwaterstand positief kan uitvallen. In het kader van het project Waternood onderzoeken LBL en waterschappen de mogelijkheden om meer maatwerk te leveren bij de ontwatering van landbouwgronden. Het project komt tot de conclusie dat onderschrijding van de ontwateringsdiepte in bepaalde perioden geen of nauwelijks schade oplevert. De ontwateringsnormen kunnen daarom worden genuanceerd naar kritische periode in het jaar. Dit schept ruimte om in minder kritische perioden via peilbeheer en maatregelen op het bedrijf water langer vast te houden.

*Het verdient aanbeveling bij het uitvoeren van maatregelen voor het tegengaan van verdroging de huidige ontwateringsdiepte en de drooglegging kritisch te evalueren. Bij voorkeur voert het waterschap deze herbeoordeling samen met de agrariërs uit, eventueel in overleg met andere betrokkenen.*

*Voor alle typen gewassen verdient het aanbeveling te onderzoeken in hoeverre onderschrijding van de ontwateringsdiepte leidt tot schade en welke perioden hierbij het meest kritisch zijn.*

- 21 Er bestaan goede mogelijkheden om op bedrijfsniveau maatregelen te kiezen die het mogelijk maken de ontwateringsdiepte te beperken en/of water langer vast te houden. Deze maatregelen zijn vaak vrij kostbaar, maar kunnen gedeeltelijk in het kader van anti-verdrogingsprojecten worden gefinancierd. Vaak gaat het om eenmalige ingrepen.
- 22 Mogelijkheden om bij een gelijkblijvende bedrijfsvoering in te spelen op natte situaties zijn er met name voor zelfvoorzienende, extensieve (melk)veebedrijven. Hoe intensiever de bedrijfsvoering (mechanisatiegraad, gewaskeuze), hoe moeilijker het is om bij een rendabel blijvende bedrijfsvoering in te spelen op natte situaties. Een verhoging van de grondwaterstand betekent voor intensieve bedrijven (fruitteelt, vollegrondsgroenteteelt, bollenteelt) een ingrijpende verandering in de bedrijfsvoering en overschakeling op andere gewassen. Overschakelen op andere gewassen is binnen de bestaande bedrijfsvoering doorgaans moeilijk te realiseren.
- 23 Een eenvoudige manier om de toevoer van water naar het grondwater te vergroten is de afstroming van verhard oppervlak tegen te gaan en het water te laten infiltreren. Dit geldt in het bijzonder voor gebieden met een concentratie van bedrijven met veel verhard oppervlak, zoals glastuinbouwgebieden.

### Gewasverdamping en berekening

- 24 In theorie is het mogelijk de gewasverdamping in de droge, kritische periode terug te dringen. Dit kan door gewassen te kiezen die efficiënt met water omgaan of door het groeiseizoen te verschuiven naar periodes met een neerslagoverschot (voorjaar, najaar). Ook is het in principe mogelijk de gewasverdamping met bemesting te sturen. In de praktijk kent het beperken van de gewasverdamping grenzen omdat de gewasproductie direct gerelateerd is aan de gewasverdamping. Ook de keuze voor alternatieve gewassen is binnen de bestaande bedrijfsvoering slechts beperkt mogelijk.
- 25 Er is nog weinig kennis over de effecten van de teelt van water efficiënte voedergewassen op het totale watergebruik. Een gezamenlijk onderzoek van het AB-DLO, het PAGV, het PR en het SC-DLO zal hier gedeeltelijk in voorzien.
- Het verdient aanbeveling de uitkomsten van dat onderzoek geschikt te maken voor gebruik in de voorlichting en in de praktijk.*
- 26 Er is nog weinig bruikbare kennis om praktijkadviezen te kunnen geven voor sturing in de gewasverdamping. In de veredeling is tot nu toe weinig aandacht besteed aan watergebruik. Ook de kennis over sturing van gewasverdamping door bemesting is nog niet geschikt voor praktijkadviezen. Ten slotte is onduidelijk wat de praktische mogelijkheden zijn om door verschuiving van het groeiseizoen naar periodes met een neerslagoverschot de gewasverdamping in de droge periode te verminderen.

*Het verdient aanbeveling onderzoek te doen naar:*

- *de mogelijkheden voor veredeling van rassen die efficiënt met water omgaan;*
- *de mogelijkheden van sturing van de gewasverdamping door bemesting;*
- *de mogelijkheden van sturing van de gewasverdamping door verschuiving van de groeiperiode.*

- 27 In kapitaalintensieve bedrijfstakken is het gebruik van efficiënte systemen en de aanleg van neerslagreservoirs een goede mogelijkheid om zuiniger met grond- en oppervlaktewater om te gaan. Deze investeringen zijn vaak economisch rendabel. Er bestaan technische hulpmiddelen om zuiniger te beregenen; ook is er voldoende kennis voor de opslag van neerslag in waterreservoirs. Op extensieve, grote bedrijven zijn er minder mogelijkheden voor de opslag van water omdat het ruimtebeslag van een voldoende groot neerslagreservoir vaak te groot is of omdat de investering economisch naar verwachting niet rendabel is.

*Het verdient aanbeveling de (economische en technische) mogelijkheden voor wateropslag op bedrijfs- of regionaal niveau verder te onderzoeken.*

#### Overige typen watergebruik

- 28 Voor het watergebruik in de stal zijn waterbalansen beschikbaar waarmee de agrariër het watergebruik kan evalueren en waarmee hij de meest kosteneffectieve maatregelen kan kiezen. Waterbesparing in de stal is vanwege de hoge kosten voor mestopslag en -afvoer vaak economisch zeer voordelig. De effecten van dergelijke maatregelen op het terugdringen van verdroging zijn echter in vergelijking met maatregelen gericht op ont- en afwatering en gewasverdamping relatief gering.

*Het verdient aanbeveling te stimuleren dat deze maatregelen op veel grotere schaal dan tot nog toe op land- en tuinbouwbedrijven worden ingevoerd.*

#### **Plan van aanpak op bedrijfsniveau**

- 29 Om op bedrijfsniveau op een effectieve manier aan de terugdringing van verdroging te werken is een strategie nodig, waarmee een agrariër de meest geëigende (combinaties) van maatregelen kan kiezen. Hij kan hiervoor gebruik maken van de milieustrategie<sup>8</sup>. Door de milieustrategie te doorlopen kan een agrariër een plan van aanpak opstellen voor de bestrijding van verdroging op bedrijfsniveau.

Het plan van aanpak voor verdrogingsbestrijding op bedrijfsniveau biedt in theorie goede mogelijkheden om op een systematische manier aan de terugdringing van verdroging te werken. Het plan van aanpak sluit aan op de methodiek van de bedrijfsinterne milieuzorg (BIM). Door de methodiek van de milieustrategie te gebruiken kan het milieuthema 'verdroging' op eenvoudige wijze worden geïntegreerd in de milieustrategie.

- 30 De gepresenteerde opzet van het plan van aanpak voor het milieuthema verdroging is nog niet praktijkklaar.

*Het verdient aanbeveling om in een beperkt praktijkonderzoek na te gaan of het plan van aanpak praktisch hanteerbaar is en of de geselecteerde maatregelen leiden tot de gewenste resultaten.*

- 31 Verdroging kan niet alleen worden tegengegaan door maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven. Het verdrogingsprobleem kan het bedrijfsniveau overstijgen, zowel in ruimtelijke zin als in tijd. In deze gevallen moeten maatregelen op bedrijfsniveau worden aangevuld met gebiedsgericht beleid.

<sup>8</sup> De milieustrategie is een strategie gericht op het minimaliseren van de milieubelasting door het agrarische bedrijf aan de hand van een stappenplan waarmee een agrariër zijn bedrijfsvoering systematisch kan evalueren en aanpassen voor een of meer milieuteunreinen.

*Het verdient aanbeveling het individuele plan van aanpak af te stemmen op de regionale aanpak van verdroging. Nagegaan moet worden welke problemen door maatregelen op bedrijfsniveau kunnen worden opgelost (stap 1) en welke problemen op gebiedsniveau moeten worden opgelost (stap 2), waarbij het gaat om zowel waterhuishoudkundige ingrepen als om ingrepen op het vlak van landinrichting en herverkaveling. Op deze manier kunnen maatregelen op bedrijfs- en op gebiedsniveau elkaar versterken.*

### Huidig beleid

- 32 In het huidige verdrogingsbeleid ligt de nadruk sterk op ge- en verboden. Daarnaast hebben beslissingen over de inrichting van een gebied (zoals het peilbesluit of de functietoekenning) vaak een regulerende invloed op het waterbeheer op het bedrijf. In herstelprojecten van verdroogde natuurgebieden kunnen agrariërs te maken krijgen met vernattingsschade, waarvoor zij een schadevergoeding kunnen ontvangen.
- 33 Er is nog weinig beleid dat agrariërs stimuleert om op bedrijfsniveau maatregelen tegen verdroging te nemen. Het betreft de landelijke Vamil-regeling en enkele provinciale subsidieregelingen voor de aanschaf van waterzuinige systemen, zoals voor het spoelen van melkinstallaties. Daarnaast kan een agrariër in het kader van het stimuleringsbeleid in milieubeschermingsgebieden een vergoeding ontvangen om aan de bestrijding van verdroging te werken. Van deze regeling wordt nog weinig gebruik gemaakt. Het basispakket in de Relatienota biedt daarnaast de mogelijkheid om een vergoeding te betalen als de grondwaterstand op het bedrijf niet verder wordt verlaagd. De regeling biedt geen mogelijkheden om een vergoeding te krijgen voor het verhogen van de grondwaterstand.
- 34 De afstemming van verschillende soorten beleid laat te wensen over. Enkele beleidsmaatregelen staan met elkaar op gespannen voet. Dat verkleint het draagvlak voor het beleid onder agrariërs. Ook stapeling van beleid en onduidelijk beleid verkleinen het draagvlak onder agrariërs.
- Het verdient aanbeveling de gesignaleerde knelpunten zo snel mogelijk op te lossen.*
- 35 Over het algemeen worden agrariërs niet actief bij de terugdringing van verdroging betrokken. Waterschappen en provincies hebben vaak weinig oog voor maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven. Veelal worden agrariërs geconfronteerd met plannen en maatregelen die door overheden worden ingevoerd. Dergelijk beleid stimuleert agrariërs weinig om creatief naar oplossingen te zoeken voor de bestrijding van verdroging. Gevolg is dat het draagvlak voor het beleid onder agrariërs zeer gering is.

### Gewenst beleid

#### Algemeen

- 36 *Het is belangrijk dat de overheid kiest voor een meer stimulerende aanpak voor het terugdringen van verdroging door maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven. Regulerende instrumenten blijven echter nodig.*
- Evenwicht tussen stimulerend en regulerend beleid is nodig. Het verdient de voorkeur eerst te bekijken wat de mogelijkheden zijn voor stimulerend beleid alvorens regulerend beleid vorm te geven.*

#### Regulerend beleid

- 37 *Aanvullend regulerend beleid dient bij voorkeur met doelvoorschriften te werken en zo weinig mogelijk met middelvoorschriften. Dit maakt maatwerk op het bedrijf mogelijk. De overheid kan overwegen bestaande middelvoorschriften te veranderen in doelvoorschriften. Doelvoorschriften kunnen de vorm hebben van een reductiepercentage op de onttrokken hoeveelheid grond- of oppervlaktewater, of een quotum voor de hoeveelheid te winnen grondwater. Het invoeren van een grondwaterquotum of een reductiepercentage is nog niet in de praktijk uitvoerbaar.*

We bevelen aan om te onderzoeken of de invoering van een reductiedoelstelling of een waterquotum mogelijk en wenselijk is en onder welke voorwaarden een dergelijk instrument kan worden ingezet.

- 38 *Als in het kader van regulerend beleid heffingen worden opgelegd, verdient het de voorkeur de inkomsten terug te sluizen naar het terrein van verdroging en te gebruiken voor stimuleringsbeleid. Dat vergroot de samenhang in het beleid en voorkomt dat agrariërs het idee krijgen dat de sector wordt uitgeknepen. Hierdoor wordt het draagvlak voor het beleid vergroot. De provinciale grondwaterheffing is hiervoor in principe te gebruiken.*

*Het verdient aanbeveling te onderzoeken of en onder welke voorwaarden de provinciale grondwaterheffing ook voor agrarische bedrijven kan worden ingezet, waarbij de inkomsten worden teruggesluisd naar de sector.*

#### Stimulerend beleid

- 39 *Bij de vorming van het beleid is goede communicatie tussen agrariërs, het waterschap, de provincie, drinkwaterbedrijven en terreinbeherende organisaties van groot belang. Hierbij is het vaststellen van heldere doelen en normen op gebiedsniveau belangrijk. Ook de afstemming tussen maatregelen op bedrijfsniveau en maatregelen op gebiedsniveau is van belang.*

- 40 *Het invoeren van maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven ter bestrijding van verdroging vraagt veel kennis. Een krachtige manier om agrariërs te stimuleren om aan de bestrijding van verdroging te werken is voorlichting.*

*Het is essentieel dat agrariërs voldoende en bedrijfsgerichte voorlichting ontvangen.*

- 41 *Het uitvoeren van praktijkproeven is een goede manier om ervaring op te doen met de bestrijding van verdroging op land- en tuinbouwbedrijven. Om op waterschaps- en bedrijfsniveau te experimenteren met het tegengaan van verdroging (hoger peil, verhoogde drainagebasis, aangepaste gewas- en raskeuze) verdient het aanbeveling een financiële garantstelling in het leven te roepen, die de grootste financiële risico's voor experimenten wegneemt. Een dergelijke garantstelling nodigt agrariërs uit om te experimenteren met het terugdringen van verdroging.*

*Onderzocht moet worden hoe deze garantstelling het beste kan worden vormgegeven.*

- 42 *(Financiële) prikkels kunnen een krachtig stimulans zijn. Incidentele financiële prikkels kunnen investeringen in waterzuinige systemen mogelijk maken. Op landelijk niveau bestaat hiervoor de Vamil-regeling. Op provinciaal niveau zijn er diverse subsidieregelingen.*

*Het verdient aanbeveling om te onderzoeken of incidentele financiële prikkels voor agrariërs in het kader van de GEBEVE-regeling voor 50% door het rijk kunnen worden gefinancierd.*

- 43 *Structurele (financiële) prikkels maken het agrariërs mogelijk op natte situaties in te spelen. Een structurele (financiële) prikkel kan de vorm hebben van een premie voor deelname aan een anti-verdrogingsproject. De premie moet dan hoger zijn dan de kosten om aan het anti-verdrogingsproject deel te nemen. De enige financiële bron voor structurele prikkels is momenteel de provinciale grondwaterheffing.*

*Het verdient aanbeveling te onderzoeken welke andere mogelijkheden de overheid heeft om structureel een vergoeding te betalen voor het inspelen op natte situaties. Met name verdient het aanbeveling te onderzoeken of en onder welke voorwaarden het mogelijk is de beheersovereenkomst in het kader van de Relatienota in te zetten in het beleid ter stimulering van verdrogingsbestrijding op bedrijfsniveau.*

- 44 *Een mogelijkheid om verdrogingsbestrijding te belonen is resultaatbeloning. Bij resultaatbeloning valt te denken aan betaling voor natuurproductie en (drink)waterproductie (toelevering van water aan het grondwater). Voor resultaatbeloning is de beschikbaarheid van een betrouwbare, integrale milieuprestatie-indicator een voorwaarde. Op dit moment is een dergelijke indicator nog niet beschikbaar. Wel zijn er mogelijkheden om voor bepaalde typen watergebruik subindicatoren te gebruiken, zoals het watergebruik voor het spoelen van producten. Hiervoor kunnen vrij eenvoudig normen worden opgesteld.*

*Het verdient aanbeveling te onderzoeken wat de praktische mogelijkheden zijn voor resultaatbeloning.*

- 45 *Prikkels hoeven niet altijd financieel van aard te zijn. Het is ook mogelijk kosten te vergoeden of premies te betalen in natura (zoals het verstrekken van extra grond of melkquota), of te compenseren in de vorm van soepeler regelgeving, zowel op het terrein van verdroging als op andere milieuterreinen. Ook het opnemen van het criterium 'verdroging' in de voorwaarden voor de agro-milieukeur (AMK), of in de voorwaarden voor streekeigen (kwaliteits)produkten is een mogelijkheid. Vanwege het regionale karakter van verdrogingsbestrijding lijkt deze laatste benadering perspectiefvol.*
- Het verdient aanbeveling om te onderzoeken of voorschriften voor waterverbruik en -beheer kunnen worden toegevoegd aan de voorwaarden voor streekeigen (kwaliteits)produkten of voor de agro-milieukeur.*

## 6.2 Voorstel voor vervolgactiviteiten

In §6.1 hebben we aangegeven dat vervolgactiviteiten gewenst zijn. Nu werken we de hoofdlijnen van deze activiteiten uit. We onderscheiden:

- vervolgonderzoek in de vorm van praktijkexperimenten;
- voorlichting.

We werken beide activiteiten hieronder verder uit.

### Vervolgonderzoek

Centraal in het onderzoek staat de vraag wat de praktische mogelijkheden zijn voor de ontwikkelde ideeën. Het is daarom nodig een of meer praktijkexperimenten uit te voeren. Belangrijke aandachtspunten in deze experimenten zijn:

- aanpak op bedrijfsniveau;
- beleid.

Omdat de aanpak van verdroging vooral op gebiedsniveau plaatsvindt, is het wenselijk de praktijktest op gebiedsniveau uit te voeren. We lichten dit toe.

#### Aanpak op bedrijfsniveau

In het vervolgonderzoek staat toetsing van de in deze studie ontwikkelde ideeën in de praktijk centraal. Dat kan in de vorm van proef- en demonstratieprojecten op voorbeeldbedrijven. Voor de toetsing van indicatoren, het plan van aanpak en de daaruit voortvloeiende maatregelen is het mogelijk op bedrijven verspreid door het land te werken. Voor de integratie tussen het regionale en het individuele plan van aanpak is echter een regionale benadering gewenst.

#### *Milieuprestatie-indicatoren, maatregelen en plan van aanpak*

Voor de uitwerking en toetsing van milieuprestatie-indicatoren en het individuele plan van aanpak staan we een gefaseerde werkwijze voor, die ook succesvol is gebleken bij de introductie van de mineralenboekhouding en de milieumeetlat voor bestrijdingsmiddelen. We starten met een kleine, gemotiveerde groep agrariërs die al aan de bestrijding van verdroging werkt. Op deze wijze vindt de eerste toetsing plaats. Vervolgens kunnen we de toepassing opschalen. Met de opgedane ervaring kunnen we indicatoren en het plan van aanpak definitief vaststellen, waarna bredere introductie in de praktijk kan plaatsvinden.

Na deze opschaling kunnen we de ontwikkelde methodiek op een grotere groep bedrijven testen (gespreid over regio's, bedrijfstakken en geo-hydrologische situaties). In dit gedeelte van het onderzoek staan de volgende aandachtspunten centraal.

Voor de milieuprestatie-indicatoren :

- De indicatoren in de huidige vorm zijn nog niet praktijkklaar. Hoe kunnen we de gepresenteerde indicatoren praktijkklaar maken zodat een agrariër er op zijn bedrijf mee kan werken?

- Bieden de indicatoren voldoende inzicht en houvast voor de aanpak van verdroging op bedrijfsniveau? Wat is de meerwaarde van de indicatoren bij het terugdringen van verdroging door maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven?
- Zijn de ontwikkelde indicatoren hanteerbaar voor agrariërs?
- Hoeveel arbeid vergt het gebruik van de indicatoren?
- Welke kennis hebben agrariërs nodig en is deze voldoende en in goede vorm beschikbaar?

Voor de maatregelen:

- Zijn de geselecteerde maatregelen bruikbaar en effectief?
- Ontbreken er maatregelen op de lijst?

Voor het individuele plan van aanpak:

- Biedt de systematiek van het plan van aanpak voldoende houvast bij de aanpak van verdroging?
- Welke kennis en ondersteuning hebben agrariërs nodig om met het plan te kunnen werken?
- Waar liggen de grenzen van het individuele plan van aanpak?

### Verkenning beleidsmatige toepassing

De verkenning van beleidsmatige toepassingsmogelijkheden voeren we uit aan de hand van de resultaten van de praktijktoets. We bekijken wat de mogelijkheden zijn en sporen beperkingen en randvoorwaarden op. In dit gedeelte van het onderzoek staan de volgende vragen centraal:

- Voor welke beleidsmatige toepassing (resultaatbeloning, koppeling aan een keurmerk) zijn de indicatoren en het plan van aanpak geschikt?
- Zijn de voorgestelde beleidsmaatregelen werkbaar en effectief?

### Gebiedsgerichte aanpak

Voor het toetsen van de afstemming tussen het regionale en individuele plan van aanpak en om de beleidsmatige toepassing van het plan van aanpak te onderzoeken bevelen we aan om een regionaal praktijkexperiment op te zetten. Voorwaarde is dat voldoende agrariërs in dit gebied vrijwillig willen deelnemen aan het praktijkexperiment van het individuele plan van aanpak.

Bij een regionale aanpak is samenwerking met andere betrokkenen noodzakelijk. We denken hierbij aan:

- waterschappen en zuiveringsschappen;
- drinkwaterbedrijven;
- natuur- en milieucoöperaties;
- terreinbeherende instanties;
- overheden die op gebiedsniveau betrokken zijn bij het waterbeleid (provincies en gemeenten).

### **Voorlichting**

Veel agrariërs en beleidsmakers hebben momenteel nog weinig kennis van de mogelijkheden om op bedrijfsniveau te werken aan de terugdringing van verdroging. Dit komt doordat verdroging een relatief nieuw milieuterein is en doordat verdrogingsbestrijding met maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven nog nauwelijks is opgepakt.

Het is dus hard nodig om meer bekendheid te geven aan de bijdrage die land- en tuinbouwbedrijven kunnen leveren aan het bestrijden van verdroging. Er moet veel nadruk worden gelegd op voorlichting. Voorlichting moet op verschillende groepen worden gericht en verschillende instanties kunnen bijdragen aan de verspreiding (en verdere ontwikkeling) van praktijkkennis. We onderscheiden de volgende groepen:

- *Agrariërs*  
Agrariërs nemen op hun bedrijf al dan niet maatregelen. Daarom moeten zij inzicht krijgen in de mogelijkheden van het terugdringen van verdroging op hun bedrijf.

Zij vormen dan ook de eerste doelgroep van voorlichting. Daarnaast kunnen agrariërs, en met name de voorlopers, ideeën aanleveren voor creatieve maatregelen ter bestrijding van verdroging.

- *Waterschappen*

Zij moeten samen met agrariërs het verdrogingsbeleid op gebiedsniveau vormgeven. Daarom moeten medewerkers van waterschappen inzicht krijgen in de mogelijkheden voor maatregelen op land- en tuinbouwbedrijven. Mogelijk kunnen waterschappen in de toekomst ook voorlichting geven aan agrariërs.

- *De Landbouwvoorlichting (DLV)*

DLV geeft voorlichting aan agrariërs. Het is belangrijk dat de DLV goed op de hoogte is van de mogelijkheden om aan de bestrijding van verdroging te werken. Overdracht van kennis kan plaatsvinden door samen te werken in projecten. In een later stadium zullen met name de DLV en andere voorlichtende organisaties praktijkinformatie verstrekken aan agrariërs.

- *Overige betrokkenen*

Ook overige betrokkenen dienen op de hoogte te zijn van de mogelijkheden van verdrogingsbestrijding door land- en tuinbouwbedrijven. Het betreft in eerste instantie beleidsmedewerkers van de provincies. Maar ook voor terreinbeheerders en leden van natuur- en milieuorganisaties kan de informatie zinvol zijn, omdat het inzicht geeft in de mogelijkheden op land- en tuinbouwbedrijven. In sommige gevallen is vruchtbare samenwerking mogelijk tussen agrariërs enerzijds en de natuur- en milieubeweging anderzijds.

Voorlichting kan plaatsvinden op verschillende manieren. De keuze van de voorlichtingsmethode hangt af van de doelgroep en de boodschap. We onderscheiden de volgende methoden:

- Door artikelen te (laten) schrijven in zowel vaktijdschriften als de algemene pers kan de aandacht worden gevestigd op de mogelijkheden voor verdrogingsbestrijding op land- en tuinbouwbedrijven. Dat motiveert betrokkenen om aan de slag te gaan;
- Er kunnen brochures, handboeken, video's etc. uitgegeven worden.  
Door de lijst met maatregelen in te voeren in een database-programma kan het gebruik aanzienlijk worden vereenvoudigd.
- Door excursies naar praktijkexperimenten kunnen betrokkenen in de praktijk zien wat de mogelijkheden (en moeilijkheden) zijn van verdrogingsbestrijding. Dit kan het enthousiasme om zelf aan de slag te gaan vergroten.

### **Prioriteiten**

In de vervolgactiviteiten ligt de nadruk eerst op het opzetten van praktijkexperimenten. Op dit moment is er nog maar weinig praktijkervaring opgedaan met de inpassing van maatregelen op agrarische bedrijven ter bestrijding van verdroging. Wel is het mogelijk om op grond van de resultaten van dit onderzoek en op basis van verslaggeving over de voortgang van de praktijkexperimenten, agrariërs en anderen via de pers en door excursies te informeren en te motiveren om zelf aan de slag te gaan.

Voor het maken van voorlichtingsmateriaal voor agrariërs is het nu nog te vroeg.



## BRONNEN

- Aalbers, F. 1995. *Mestvolume en mestkwaliteit. Resultaten van onderzoek, gehouden onder de controlebedrijven van de droge-stofactie 1991-1993*. Regionale Mestbank Oost, Deventer.
- Aarts, H.F.M. & C. Grashoff 1993. 'Voederproductie op droogtegevoelige gronden bij beregeningsverboden' In: Keulen, H. van & F.W.T. Penning de Vries. *Watervoorziening en gewasproductie*, pag. 83-100. Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO-DLO), Wageningen.
- Alblas, J. 1996. Medewerker Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad. Mondelinge mededeling.
- Arnold, G.E. 1990. *Beleidsanalyse landbouw; eindverslag van de werkgroep landbouw ten behoeve van de beleidsanalyse 3e nota Waterhuishouding*. Dienst Binnenwateren / Rijksinstituut voor Integraal Waterbeheer en Zuivering Afvalwater, Lelystad.
- Arnold, G.E. & A.J.J. Vergroesen 1989. 'Hydrologische effecten van beregening uit grondwater: de hydrologische effecten van beregening in de provincie Noord-Brabant berekend met het model DEMGEN'. In: *H<sub>2</sub>O*, jg. 22, nr. 16, p. 489-492.
- Aspert, J. van, S. Bokma, W. Brunnekreef, P.B.C. Gruithuijzen, C.A. Janssen, B.G.M. Kuipers, P.W.C.M. Schepers, N. Verdoes, R.O.J.E. Visser, H.A.J.M. van den Akker & J.J.M. Schellekens 1995. *Effluent uit mestbewerking op boerderij-niveau. Oplossingen voor de knelpunten in de regelgeving voor aanwending van effluent uit mestbewerkingssysteem op boerderij-niveau*. Rosmalen.
- Avoird, J.L. van der 1996. Vollegrondsgroenteteler te Molenschot. Mondelinge mededeling.
- Bakel, P.J.T. van, A. Oldenkamp, J. van der Plicht & N. Zuurdeeg 1994. *Effluentboeren. Een voorbeeldplan Vierde Nota*. Informatie Kennis Centrum-NBLF, Wageningen / Zuiveringsschap Oostelijk Gelderland, Doetinchem / Waterschap IJsselland - Baakse Beek, Ruurlo / TAUW Civiel en Bouw, Deventer.
- Bakel, P.J.T. van, A.J. de Braal, C.D. Gelgof, B.J. Marsman, L.M. Remesal van Merode & J. Luijendijk 1995. *Verstedelijking en verdroging*. Tauw Civiel en Bouw, Deventer.
- Bakel, P.J.T. van 1996. Medewerker Staring Centrum DLO, Wageningen. Schriftelijke mededeling.
- Benutting neerslagoverschotten voor landbouwdoeleinden in Zuidwest Zeeland*. 1994. Heidemij Advies, Werkgroep Benutting Neerslagoverschotten, Arnhem.
- Beugelink, G.P. 1996. Medewerker Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven. Schriftelijke mededeling.
- Beugelink, G.P. & F.A.M. Claessen 1995. *Operationalisering van de 25%-doelstelling verdroging; maatregelen, kosten en effecten*. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven / RIZA, Lelystad.

- Boer, I. de, A.G.M. Keizer, H.C.J. Swarts, H.M.E. Thijs & J.A. Voorendag 1991. *Landelijke gegevens waterhuishouding en verkaveling voor landinrichting*. Mededelingen Landinrichtingsdienst, Utrecht.
- Boerekamp, J.A.M., J.J. Aalenhuis & C.J.A.M. de Koning 1995. *Model water en energieverbruik melkwinning*. Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad.
- Boerekamp, J.A.M. 1996. Medewerker Praktijkonderzoek voor Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad. Mondelinge mededeling.
- Boland, D. & J.C. Buys 1996. 'Beregeningsverbod helpt niet tegen verdroging'. In: *Agrarisch Dagblad*, 29 mei 1996.
- Boland, D., H. Bleumink & J.C. Buys 1996. *Naar een berekeningplanner voor agrariërs II. Toetsing in de praktijk*. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.
- Bosma, A.H. & D.A. Liefstink 1990. 'Beregeningssystemen voor grasland'. In: *Landbouwmechanisatie*, jg. 41, nr. 5.
- Bouwman, J.M.M. 1994. *Problematiek, normen en knelpunten bij ontwerpen waterbeheersingsplannen (discussienota waterbeheersing)*. Landinrichtingsdienst, afdeling Hydrologie en Bodem, Utrecht.
- Bouwman, J.M.M. 1996. Medewerker Landinrichting en Beheer Landbouwgronden (LBL-Centraal), afdeling Hydrologie en Bodem, Utrecht. Mondelinge mededeling.
- Braat, L.C., A.R. van Amstel, A.C. Garritsen, C.R. van Gool, N. Gremmen, C.L.G. Groen, H.L.M. Rolf, J. Runhaar & J. Wiertz 1989. *Verdroging van natuur en landschap in Nederland*. Instituut voor Milieuvraagstukken, Amsterdam / Centrum voor Milieustudies Leiden (CML) / DGV-TNO, Zeist / RIN / ministerie van Verkeer en Waterstaat, Lelystad.
- Breunis, P. & M. Wierda 1995. *Glastuinbouw KAN, met goed, genoeg en goedkoop water*. Internationale Agrarische Hogeschool Larenstein, Stimulering Tuinbouw Over-Betuwe en Liemers, Waterleidingbedrijf Midden Gelderland, Velp.
- Buijze, S.T. & E.E. Biewinga 1995. *Boeren op goed grondwater - Normen voor landbouw vanuit grondwaterbescherming*. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.
- Buys, J.C., E.B. Oosterveld & L.T.A. Joosten 1993. *Naar een integraal stimuleringsbeleid voor de landbouw in bodembeschermingsgebieden*. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.
- Circulaire agrarische afvalwaterlozing*. 1995. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.
- Cultuurtechnisch Vademecum*. 1992. Vereniging voor Landinrichting, Utrecht.
- Dijk, J., C. Ploeger & M.W. Hoogeveen 1994. *Grondwateronttrekking door de land- en tuinbouw*. Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), Den Haag.

- Dolman, A.J. 1996. Senior onderzoeker Staring Centrum - DLO, afdeling Agrohdrologie. Mondelinge mededeling.
- Drent, J. 1976. *Verwerking van proceswater van de aardappelmeelindustrie in de landbouw*. Instituut voor Cultuurtechniek Wageningen (ICW), Wageningen.
- Elema, R.K. & M.L. Joosse 1993. 'Eenderde van het hardfruitareaal is te beregenen'. In: *Fruitteelt*, jg. 83, nr. 44, p. 16-17.
- Emmen nul* 1994. De bruine en gele koers voor het buitengebied van de gemeente Emmen. Voorbeeldplan landelijk gebied Vierde Nota nr. 10. Rijksplanologische Dienst, Den Haag.
- Evaluatie Peilbeleid 92/93*. 1993. Brief d.d. 15 januari van Waterschap IJsselland- Baakse Beek aan ingelanden.
- Evaluatienota Water*. 1994. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.
- Feddes, R.A. 1995. 'Verdamping en neerslag'. In: *Cursusmap 'Omgaan met de waterbalans'*, Post Hoger Landbouwkundig Onderwijs, Wageningen.
- Gabriëls, P.C.J. & P. Kabat 1990. 'Berekening op grasland. Tijdstip voor aanvang van berekening en verhoging rendement'. In: *Landbouwmechanisatie*, jg. 41, nr. 5, p. 24-26.
- Galiën, J. van der 1995. Medewerker De Landbouwvoorlichting - pluimveehouderij, Raalte. Mondelinge mededeling.
- Geven, C. 1996. 'Bodembedekking levert alleen maar winst op'. In: *Groenten + Fruit / Vollegrondsgroenten*, jg. nr. 19.
- Gremmen, M.H.M. 1996. Fruitteler te Horssen. Mondelinge mededeling.
- Grondwateronttrekking voor berekening. Een onderzoek naar de grondwateronttrekking ten behoeve van berekening op 47 melkveehouderijen in Noord-Brabant 1994-1995*. 1994. Stuurgroep Landbouw en Milieu, Tilburg.
- Groot, de N.S.P, C.P.C.M. van der Hamsvoort & H. Rutten 1994. *Drie toekomstbeelden voor de Nederlandse agribusiness 1990 - 2015*. Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), Den Haag.
- Haan, M.H.A. de & N.W.M. Ogink (red.) 1994. *Naar veehouderij en milieu in balans; 10 jaar FOMA onderzoek. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 19 (Rundvee)*. Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen.
- Hartog, L.A. den & J.A.M. Voermans (red.) 1994. *Naar veehouderij en milieu in balans; 10 jaar FOMA onderzoek. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 19 (Varkens)*. Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen.
- Haverkort, A.J. 1994. 'Verbetering van droogtetolerantie; aardappelrassen verschillen in gevoeligheid'. In: *Gewas*, jg. 1, nr. 5.

- Haverkort, A.J. & J. Goudriaan 1993. Fysiologische aanpassingen aan droogte: perspectieven voor verbetering van droogtetolerantie. In: Keulen, H. van & F.W.T. Penning de Vries. *Watervoorziening en gewasproductie*, p. 49-66. Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO-DLO), Wageningen.
- Hengel, E. van der 1996. Medewerker Toelatingscommissie emissie-arme stallen. Mondelinge mededeling.
- Hidding, H. 1996. Akkerbouwer te Orvelte. Schriftelijke mededeling.
- Hoefman, R. 1993. 'Spoelwater: Vaker, slimmer en beter gebruiken'. In: *Boerderij*, jg. 79, nr. 20, p. 8-10 VE.
- Hoitink, H. 1996. 'Hemelwater via het dak in de drinkbak; regenwater drukt kosten koeien'. In: *Oogst*, jg. 9, nr. 17, p. 24-25.
- Hooftman, J. 1996. 'Kwekers kiezen voor ruime wateropslag; vorm van opslag afstemmen op bedrijfssituatie'. In: *De Boomkwekerij*, jg. 17, nr. 16, p. 12-15.
- Hoogeveen, J.G.M. 1996. Bollenteler te Wassenaar. Mondelinge mededeling.
- Hovinga, M. 1996. 'Gezuiverd afvalwater als drinkwater voor vee; vraagtekens over kwaliteit bewerkt spoelwater'. In: *Oogst*, jrg. 9, nr. 17, p. 14-15.
- Huinink, J.T.M. 1996. Medewerker Informatie en Kennis Centrum - Landbouw, Ede. Mondelinge mededeling.
- Jaarverslag CLM 1995. 1996* Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.
- Jong, J.A. de 1985. *De teelt van aardappel*. Drachten.
- Kramer, C.F.G., J. Alblas, J. Huinink, B. Meeldijk & H. Soorsma 1994. *Beregeningsbeperkingen en gewenst onderzoek voor de akkerbouw en groenteteelt in de vollegrond*. Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad.
- Landbouw en Verdroging - Landbouwkundige consequenties van maatregelen tegen verdroging*. 1993. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, werkgroep Landbouw en Verdroging, Den Haag.
- Landbouw en water - Achtergronddocument bij de gelijknamige themaconferentie van 9-5-1995 te Woudschoten*. 1995. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.
- Landbouwcijfers 1994. 1995*. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag.
- Lourens, J. 1996. Medewerker Waterschap De Schipbeek, Markelo. *Uitgangspunten voor de berekening verondieping waterlopen*. Schriftelijke mededeling.
- Meeldijk, B.P. & P.C. Meeuwissen 1992. *Technieken voor beperking van afvalwaterstromen in de akker- en tuinbouw*. Informatie en Kennis Centrum - Akker- en Tuinbouw, Ede.
- Middelkoop, N., E.E. Biewinga & G.A. Pak 1993. *Milieugraadmeters voor land- en tuinbouw - Vermesting en verzuring*. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.

- Mulder, M. & K.J. Poppe (red.). 1993. *Landbouw, Milieu en Economie. Proeve van een periodieke rapportage voor monitoring*. Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), Den Haag.
- Munnik, R., de. 1995. 'Milieu vraagt om ander gras - grassenveredeling verlegt aandachtsgebied'. In: *Suiker Unie* 1995, nr. 6, p. 10-11.
- Neerslag en verdamping. Regionale verschillen binnen Nederland* (in voorbereiding). Informatie Kennis Centrum - Landbouw, Ede.
- Neijeboer, I. 1993. Droge mest = winst; hoger gehalte droge stof verbetert mestkwaliteit. In: *Boerderij*, jg. 78, nr. 12, pag. 8-11 VA.
- Noij, G.J., L. Beijer, J. Zijlstra, A. van den Ham, F. Verstraten & H. Liefjijn 1995. *Duurzamere veehouderij op droge grond*. IKC Landbouw, Ede.
- Overzichtskaat verdroogde gebieden* 1994. RIZA, Lelystad.
- Pellenbarg, N.P. & G.P. Beugelink. 1991. 'Verdroging'. In: *Nationale Milieuverkenning* 2, 1990-2010, p. 379-393. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven.
- Plate, C.L. 1990. 'Akkeronkruiden sterk bedreigd'. In: *Maandstatistiek van de landbouw*, jg. 38, nr. 6, p. 29-34.
- Putter, P.J. de, J. van der Vlies & J.M. Verschuren 1995. *Vernattingsschade als gevolg van verdrogingsbestrijding: een bestuurlijk-juridische analyse*. KPMG-Milieu, Den Haag.
- Roelofs, J.G.M. & R. Torenbeek 1989. 'Aanvoer van gebiedsvreemd water: oplossing of probleem?' In: Leuven, S.E.W. & F.J.J. Bles. *Verdroging in Nederland; oorzaken omvang en oplossingen*. Stichting Natuur en Milieu. Utrecht.
- Roos, R. & V. Vintges (red.) 1991. *Het milieu van de natuur. Herkennen van verzuring, vermesting en verdroging in de natuur*. Stichting Natuur en Milieu, Utrecht.
- Scherpenzeel, J. 1995. *Evaluatierapport Waterbalans*. Bureau Ecologie en Landbouw, Wageningen.
- Scherpenzeel, J. 1996. Medewerker Bureau Ecologie en Landbouw, Wageningen. Mondelinge mededeling.
- Siefers, H.J. 1996. Medewerker Waterschap de Aa, Den Bosch. Mondelinge mededeling.
- Sleurink, D. 1996. 'Slootwater gaat in de ban'. In: *Oogst*, jg. 9, nr. 17, p. 22-25.
- Sluijs, P. van der & T. van Egmond. 1976. *De grondwatertrappen op de bodemkaart van Nederland (Schaal 1:50.000)*. Stichting voor bodemkartering, Wageningen.
- Soorsma, H.E. 1996. Medewerker Informatie Kennis Centrum - Landbouw, Ede. Mondelinge mededeling.
- Spoelen van Bloembollen*. 1992. De Landbouwvoorlichting, Hoorn.

- Spoelwaterproblematiek in de akker- en tuinbouw - omvang en mogelijke oplossingen*. 1991. Informatie Kennis Centrum - Akker- en Tuinbouw, Projectgroep Spoelwater, Ede.
- Stallen, J. 1995. 'Rouwet komt afvalwater tekort'. In: *Groenten + Fruit / Vollegrondsgroenten*, 1995, nr. 13, p. 6-7.
- Stoop, J. & G. Pak 1995. 'Riooloverstorten in agrarisch gebied: een onderschat probleem'. In: *Het Waterschap*, jg. 80, nr. 16, p. 638-640.
- Terwan, P. 1992. *Boeren met natuur*. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.
- Velde, M. te 1995. 'Water vernevelen beperkt hittede schade vleeskuikens - Henk Haanstra zorgt voor verkoeling in zijn stallen'. In: *Oogst*, jg. 8, nr. 37, p. 48-49.
- Velde, M. te. 1996. 'Waterverbruik varkens en zeugen kan omlaag - huisvestingssysteem beïnvloedt waterverbruik'. In: *Oogst*, jg. 9, nr. 17, p. 22-23.
- Velde, G. van de 1991. 'Productietoename en verdamping van landbouwgewassen'. In: *Waterwinning en verdroging*. KIWA, Nieuwegein.
- Vellinga, T.R.V. 1996. Medewerker Praktijkonderzoek voor Rundvee, Schapen en Paarden. Lelystad. Mondelinge mededeling.
- Verslagen van Onderzoek 1994 - Keuze en teelt van voedergewassen op droogtegevoelige grond*. 1995. Agrobiologisch Onderzoek, Wageningen / Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad. / Praktijkonderzoek voor Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad. / Staring Centrum, Wageningen.
- Verstraten, F. 1995. 'Gewaskeuze op droogtegevoelige grond'. In: *RSP-bulletin*, 1995, nr. 1, p. 35-42.
- Weijden, W.J. van der 1987. *Zes jaar Tinteler - Tussenbalans van een melkveebedrijf met verbrede doelstelling*. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.
- Welink, M. 1996. 'Per zeug één kuub minder mest'. In: *Boerderij*, jg. 81, nr. 30, p. 36-37.
- Westers, H. 1996. Akkerbouwer te Hornhuizen. Mondelinge mededeling.
- Wouters, A.P., A.H.J. van der Putten & J.H.A.M. Steenvoorden 1992. 'Invloed van beregening op de produktie en stikstofhuishouding van grasland'. In: *Gebundelde verslagen van de Nederlandse vereniging voor weiden en voederbouw*, 1992, nr. 33, p. 60-83.
- Zuurdeeg, N., B.W. Zuurdeeg, D.J. de Jong, Y.M.A. Coenegracht & G.E. Koopmans. 1990. 'Boomvloeiwieden en moerasbos; reiniging en opslag van landbouwwater; bestrijding van verdroging in zandgebieden'. In: *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* 1990, p. 276-282.



## BIJLAGE 1 Verklaring van enkele veel gebruikte begrippen

In deze bijlage geven we de verklaring voor enkele veel gebruikte begrippen. Een aantal begrippen behandelen we gelijktijdig om hun samenhang duidelijk weer te kunnen geven.

### *Verdroging*

In de Evaluatienota Water (1994) wordt verdroging als volgt gedefinieerd. "Een gebied wordt als verdroogd aangemerkt als aan dat gebied een natuurfunctie is toegekend en de grondwaterstand in het gebied onvoldoende hoog is danwel de kwel onvoldoende sterk om bescherming van de karakteristieke grondwaterafhankelijke ecologische waarden waarop de functietoekenning is gebaseerd, in dat gebied te garanderen. Een gebied met een natuurfunctie wordt ook als verdroogd aangemerkt als ter compensatie van een te lage grondwaterstand water met een voor die natuurfunctie onvoldoende kwaliteit moet worden aangevoerd."

Het begrip verdroging heeft alleen betrekking op gebieden waaraan een natuurfunctie is toegekend. Dit betekent dat landbouwgebieden met als nevenfunctie natuur ook verdroogd kunnen zijn.

### *Droogteschade*

Droogteschade is de verminderde fysieke gewasopbrengst en/of oogstproduktkwaliteit als gevolg van verminderde gewasverdamping veroorzaakt door een tekort aan opneembaar vocht, danwel de kosten die voortvloeien uit maatregelen (berekening) om dit tegen te gaan (Landbouw en Verdroging 1993). Droogteschade kan het gevolg zijn van een structurele grondwaterstands daling ten behoeve van de ontwatering van landbouwgronden (om wateroverlast in het voorjaar te verminderen). Als gevolg van het verdrogingsbeleid van de overheid kan droogteschade in een aantal gevallen niet meer bestreden worden, met name waar het gaat om het (gedeeltelijk) verbieden van beregening. Behalve door maatregelen ten behoeve van verdrogingsbestrijding kan ook droogteschade ontstaan door (grond)waterwinning ten behoeve van bijvoorbeeld drinkwaterbereiding. Door aan de bestrijding van verdroging te werken kan in een aantal gevallen ook de droogteschade op landbouwgronden afnemen.

### *Natschade en vernattingsschade*

Als gevolg van (tijdelijke) wateroverlast kan in de landbouw schade aan het gewas ontstaan (lagere productie, slechte kwaliteit). Deze schade kan niet alleen worden veroorzaakt door een (tijdelijk) te hoge grondwaterstand, maar ook door een slechte verticale doorlatendheid van de bodem.

In veel gebieden heeft men de schade door wateroverlast in het verleden zo veel mogelijk willen beperken door het ont- en afwateringssysteem te verbeteren. Hierdoor is de grondwaterstand op veel plaatsen gedaald. Dit is een van de oorzaken van verdroging van natuurgebieden (en van droogteschade aan landbouwgewassen in droge periodes).

Voor het herstel van verdroogde natuurgebieden is het nodig het waterbeheer aan te passen, bijvoorbeeld door het slootpeil te verhogen. Hierdoor kan op landbouwgronden soms schade door wateroverlast ontstaan. Deze schade noemen we vernattingsschade (schade als gevolg van vernattingsprojecten). Vernattingsschade heeft alleen betrekking op landbouwgronden.

Schade door wateroverlast kan daarnaast ontstaan door een slechte ont- en afwatering of door een extreem natte periode. Dergelijke schade noemen we natschade. De Werkgroep Landbouw en Verdroging (Landbouw en Verdroging 1993) omschrijft deze schade als volgt: "Natschade is de verminderde fysieke gewasopbrengst en/of oogstproduktkwaliteit of de noodzakelijke aanpassingen in de bedrijfsvoering als gevolg van een (tijdelijk) te hoge grondwaterstand of suboptimale ontwatering, danwel de kosten die voortvloeien uit maatregelen (drainage, extra arbeid) om dit tegen te gaan".



#### *Ontwatering en afwatering*

Ontwatering is het afvoeren van overtollig water uit percelen over en door de grond, en eventueel door drainbuisen en greppels, naar een stelsel van grotere waterlopen. Afwatering is het afvoeren van overtollig water uit een gebied via een stelsel van open waterlopen naar een lozingspunt van het afwateringsgebied (Cultuurtechnisch Vademecum 1992). De ontwatering is een van de belangrijke schakels van de waterbeheersing omdat daarmee de grondwaterstand op het perceel het meest direct kan worden beïnvloed. Een goede ontwatering is alleen mogelijk als een goede afwatering is gewaarborgd. Ontwatering is met name de verantwoordelijkheid van de grondgebruiker; de afwatering is de verantwoordelijkheid van de oppervlaktewaterbeheerder.

#### *Ontwateringsbasis en drooglegging*

Ontwateringsbasis is het niveau waartoe de grondwaterstand kan dalen onder invloed van ontwateringsmiddelen. Hiermee wordt op niet-gedraineerde gronden het slootpeil bedoeld, en op gedraineerde gronden de draindiepte (Landbouw en Verdroging 1993). Drooglegging is het hoogteverschil tussen de waterspiegel in de waterloop en de gemiddelde maaiveldhoogte van de aanliggende gronden (Bouwmans 1994).

## BIJLAGE 2 Eisen van verschillende vegetatietypen aan het waterbeheer

In deze bijlage geven we globaal aan welke eisen waterafhankelijke vegetatietypen aan de waterhuishouding stellen, en op welke manier in het waterbeheer rekening kan worden gehouden met de vegetatietypen om verdroging zo veel mogelijk tegen te gaan. We onderscheiden grofweg drie groepen van waterafhankelijke ecosystemen:

- meren, plassen, sloten, vaarten en laagveenmoerassen;
- beken en beekdalen;
- vennen en hoogvenen.

Hiermee hebben we de meest gangbare (verdrogingsgevoelige) ecosystemen te pakken. Duinen laten we hier buiten beschouwing. We bespreken de drie typen hieronder. We baseren ons daarbij voornamelijk op Roos & Vintges (1991).

### *Meren, plassen, sloten, vaarten en laagveenmoerassen*

De overwegend aquatische vegetaties in meren, plassen, sloten, vaarten en laagveenmoerassen zijn twee processen van belang met betrekking tot verdroging:

- droogvallen/watertekort: Door een verlaagde grondwaterstand kan er 's zomers watertekort ontstaan en kunnen oppervlaktewateren droogvallen. Sommige vegetaties (laagveenmoerassen) zijn bestand tegen kortstondig droogvallen in de zomerperiode (eind juli tot eind september). Te lang droogvallen leidt echter tot verzuring en eutrofiëring;
- wateraanvoer: Ter compensatie van een te lage waterstand wordt vaak Rijn- of Maaswater ingelaten. Rijn- en Maaswater is verontreinigd met zware metalen, bestrijdingsmiddelen en meststoffen. Hierdoor treedt vermessing en verontreiniging van het oppervlaktewater in de waterlopen op (Roelofs & Torenbeek 1989).

In laagveenmoerassen kan daarnaast door verlaging van de grondwaterstand de kwelstroom afnemen en/of de invloed van (zuur) regenwater toenemen, wat van groot belang is voor de waterkwaliteit.

Verdroging speelt in deze systemen met name 's zomers. Bescherming danwel herstel van deze vegetatietypen is mogelijk door water aan het begin van het groeiseizoen langer vast te houden, door een hogere (grond)waterstand na te streven en door (grond)watergebruik in het groeiseizoen zo veel mogelijk tegen te gaan.

### *Beken en beekdalen*

Voor de natuur in beken en beekdalen is diepe en ondiepe kwel erg belangrijk. Daarnaast is ook een hoge (grond)waterstand in het voorjaar van belang. Verminderde kwel leidt tot een vochttekort in de bovenste bodemlaag, waardoor planten en dieren verdwijnen die afhankelijk zijn van hoge grondwaterstand of natte omstandigheden. Door een verlaagde grondwaterstand treedt mineralisatie op. Ook de kwaliteit van het bodemwater verandert door de veranderende verhouding tussen grond-, regen- en oppervlaktewater.

Met betrekking tot verdroging zijn de volgende processen van belang:

- door beekpeilverlaging wordt de (grond)waterstand verlaagd;
- door verbeterde ont- en afwatering op hogere gronden neemt de grondwaterdruk af, waardoor zowel de diepe als ondiepe kwelstromen afnemen;
- afname van de kwelstromen wordt nog versterkt doordat op de lagere gronden door verbeterde ont- en afwatering kwelstromen worden afgevangen.

#### *Vennen en hoogvenen*

Van de natte heiden en hoogvenen is 90% verdroogd, terwijl de schraalgraslanden voor ongeveer 50% zijn verdroogd. Gemiddeld hebben deze gebieden 's zomers een grondwaterstand tussen de 20 cm en 1 meter onder maaiveld. Voor hoogveengebieden is verdroging desastreus. Als gevolg hiervan treden fysische en chemische veranderingen op waardoor het veen wordt afgebroken. Bij vennen zorgt verdroging vooral voor versterking van de effecten van vermesting en verzuring.

Hoogvenen en vennen liggen vaak hoger dan de omliggende landbouwgronden, boven stagnerende lagen waardoor schijngrondwaterstanden ontstaan. Verbeterde af- en ontwatering van landbouwgronden leidt tot lekkage door de stagnerende bodemlagen, met verdroging als gevolg. Verdroging kan worden tegengegaan door de stagnerende lagen te herstellen en/of de grondwaterstand eronder te verhogen. Een hoge grondwaterstand in vennen en hoogvenen is het gehele jaar gewenst.

## **BIJLAGE 3 Overzicht watergebruik in de land- en tuinbouw**

In deze bijlage geven we per type watergebruik een beschrijving van het betreffende type watergebruik. Voor ieder type watergebruik geven antwoord op de volgende vragen:

- waarvoor wordt het water gebruikt?
- in welke bedrijfstakken komt het watergebruik voor?
- wat is de globale omvang van het watergebruik?

De volgende typen watergebruik komen aan de orde:

- watergebruik en -beheer voor gewasproductie;
- watergebruik in de stal;
- spoelen van produkten;
- koelen van gebouwen, grond en mest.

### **1 Watergebruik en -beheer voor gewasproductie**

We onderscheiden de volgende onderdelen:

- ontwateringseisen voor land- en tuinbouwgewassen;
- gebruik van grond- en bodemwater voor gewasverdamping;
- onttrekking van grond- en oppervlaktewater voor beregening van landbouwgewassen;
- aanvoer van gebiedsvreemd water voor watervoorziening voor de landbouw;
- afstroming verhard oppervlak;
- verdamping via de bodem.

We bespreken deze verschillende soorten van watergebruik en -beheer kort.

#### **1.1 Ontwateringseisen voor land- en tuinbouwgewassen**

De ontwatering is een belangrijke schakel in de waterbeheersing, omdat daarmee de grondwaterstand op het perceel het meest direct kan worden beïnvloed. Door manipulatie van de grondwaterstand kan invloed worden uitgeoefend op het vochtgehalte van de bouwvoor. Het vochtgehalte van de bouwvoor is van essentieel belang voor zowel het tegengaan van schade door wateroverlast als door droogte.

In het kader van ruilverkavelingen is met name in de jaren '50, '60 en '70 de ontwatering van landbouwgronden voortvarend ter hand genomen. Door verbeterde ontwatering van landbouwgronden is de grondwaterstand in deze gebieden gedaald. De gemiddelde daling van de grondwaterstand is in de periode 1950 - 1988 in ruilverkavelingsgebieden ongeveer 35 cm, terwijl de gemiddelde daling in heel Nederland ongeveer 25 cm bedraagt. Duidelijk is dus de verbeterde ontwatering voor de landbouw heeft geleid tot verdroging.

Circa 75% van het landbouwareaal (buiten landinrichtingsprojecten in voorbereiding of uitbreiding) kent geen wateroverlast. Van het aandeel landbouwgronden dat te maken heeft met wateroverlast, is ongeveer 70% rendabel te ontwateren. Door planologische beperkingen en bestaand beleid ter bestrijding van verdroging, zal naar alle waarschijnlijkheid het areaal te natte cultuurgrond dat daadwerkelijk nog ontwaterd zal gaan worden, beperkt zijn (De Boer e.a. 1991, geciteerd in Landbouw en Verdroging 1993).

Voor het ontwerp van een ont- en afwateringssysteem in land- en tuinbouwgebieden zijn in het verleden normen opgesteld. Voor het karakteriseren van de ontwateringstoestand wordt de zogenaamde ontwerpgrondwaterstand gebruikt: een grondwaterstand die veeljarig gemiddeld slechts 1 maal per jaar wordt onderschreden. Samen met een richtlijn voor de ontwateringsbasis vormt de ontwerpgrondwaterstand de ontwateringsnorm. De ontwateringsnorm varieert zowel met de bodemgebruiksvorm als de bodem zelf (Huinink 1996). Bij het opstellen van de ontwateringsnorm moet een afweging worden gemaakt tussen natschade door wateroverlast en droogteschade door watertekort. In het verleden lag de nadruk in deze afweging sterk op het tegengaan van schade door wateroverlast. Redenen hiervoor waren:

- te natte omstandigheden in het voorjaar zijn van meer invloed op de bedrijfsvoering dan droogteschade gedurende het groeiseizoen;
- droogteschade kan grotendeels door beregening worden ondervangen.

Sinds eind jaren 80 is hierin een kentering opgetreden, onder andere als gevolg van de verdrogingsproblematiek en de (gedeeltelijke) beregeningsverboden. De aanbevolen ontwateringsbasis is sindsdien minder diep dan voorheen. Deze huidige normen vormen bij het huidige inzicht het optimale compromis tussen zo min mogelijk wateroverlast in voor- en najaar en zo min mogelijk droogteschade in de zomer. Bij het vaststellen van dit optimum is er vanuit gegaan dat er geen beregening plaatsvindt (Landbouw en Verdroging 1993).

In een aantal gevallen, zoals in de klei-akkerbouwgebieden en in het Friese veenweidegebied, is nog de oude invalshoek gekozen; omdat de ontwatering te ver is doorgevoerd, is de droogteschade hier groter dan nodig. Een grondwaterstandsstijging in deze gebieden is volgens de huidige inzichten landbouwkundig gezien positief (Landbouw en Verdroging 1993), omdat het bijdraagt aan de terugdringing van droogteschade, terwijl de natschade niet of relatief minder toeneemt. Een aanpassing van de ontwateringsdiepte draagt in deze gevallen ook bij aan het terugdringen van verdroging. Het is onbekend om welke gebieden het gaat.

Bij het bepalen van de optimale ontwateringsbasis gebruikt men voor de akker- en tuinbouw tegenwoordig de waarden uit tabel B.1. Voor grasland bedraagt de optimale ontwateringsbasis circa 80 cm beneden maaiveld (Landbouw en Verdroging 1993).

**Tabel B.1** Optimale ontwateringsbasis voor akker- en tuinbouw

|                         | bovengrond |              |              |              |      |
|-------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|------|
|                         | moerig     | zand en löss | lichte zavel | zwarte zavel | klei |
| <b>ondergrond</b>       |            |              |              |              |      |
| moerig (veen)           | 95         | 95           | 100          | 95           | 90   |
| leemarm zand            | 85         | 85           | 80           | 80           | 80   |
| zwak lemig zand         | 90         | 90           | 105          | 90           | 90   |
| sterk lemig zand / löss | 100        | 100          | 110          | 100          | 100  |
| lichte zavel            | 100        | 100          | 120          | 110          | 110  |
| zwarte zavel            | 100        | 100          | 115          | 105          | 115  |
| klei                    | 100        | 100          | 110          | 105          | 120  |

bron: Landbouw en Verdroging 1993

## 1.2 Watergebruik voor gewasverdamping

De verdamping van landbouwgewassen is de laatste 30 jaar toegenomen. Dit is het gevolg van de gestegen produktiviteit in de landbouw. Van de Velde (1991) geeft een globale schatting van de toename van de verdamping uit cultuurgrond in de periode 1950-1988 (tabel B.2).

**Tabel B.2** Verdamping uit cultuurgrond en winning van grondwater voor de openbare drinkwatervoorziening in 1950 en 1988 in miljoenen m<sup>3</sup>

| jaar                                 | 1950  | 1988  | toename                        |       |
|--------------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|
|                                      |       |       | 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> | %     |
| verdamping uit cultuurgrond          | 6.283 | 6.918 | + 635                          | + 10  |
| winning grondwater voor leidingwater | 164   | 756   | + 592                          | + 360 |

bron: Van de Velde (1991)

In deze cijfers is de toename van het watergebruik als gevolg van de toegenomen gewasverdamping door kunstmatige beregening al gedeeltelijk opgenomen. Door de verbeterde watervoorziening als gevolg van beregening, kan een gewas meer verdampen. De verliezen die bij beregening optreden (door verwaaiing en directe verdamping) zijn echter niet in deze cijfers opgenomen. Ter vergelijking geeft Van de Velde ook de toename in de grondwateronttrekking ten behoeve van drinkwatervoorziening.

De verdamping is niet voor alle gewassen gelijk. Ook tussen rassen kan de verdamping verschillen. Bij het bepalen van de totale verdamping bij de teelt van een gewas spelen de volgende factoren een rol:

- waterbenuttingsefficiëntie. Sommige gewassen en rassen gaan zuiniger met water om dan andere gewassen: met minder water produceren ze een zelfde hoeveelheid droge stof. Tabel B.3 geeft cijfers voor het waterverbruik en de waterefficiëntie voor een aantal ruwvoedergewassen voor een melkveebedrijf op droogtegevoelige zandgronden (naar Aarts & Grashoff 1993). Het waterverbruik in de tabel is het waterverbruik op jaarbasis, dus inclusief de verdamping in de winterperiode. Het waterverbruik voor maïs is de werkelijke verdamping; het waterverbruik voor de overige gewassen is de potentiële verdamping. De waarden zijn dus niet goed met elkaar te vergelijken (Huinink 1996). De Werkgroep Landbouw en Verdroging (Landbouw en Verdroging 1993) verwacht dat de verbouw van gewassen met een hogere waterbenuttingsefficiëntie niet zozeer zal leiden tot een lager waterverbruik, maar veeleer tot een hogere produktie bij het gebruik van dezelfde hoeveelheid water;
- lengte van de groeiperiode. Hoe langer een gewas op het land staat, hoe meer het gewas in principe kan verdampen. Haverkort (1994) stelt dat verschillen in waterbenuttingsefficiënties per gewas geringer zijn dan verschillen in totaal waterverbruik door verschillen in groeiduur. Zo verbruiken vroege aardappels minder water dan late aardappels. De opbrengst (in kg droge stof) van vroege aardappels is echter ook lager dan die van late aardappels;
- verdamping van de bodem. Niet alleen planten verdampen water, ook vanuit de bodem treedt verdamping op. In tabel B.4 is aangegeven hoe groot de verdamping van kale grond ongeveer is. Bij akkerbouwgewassen is de verdamping vanuit de kale grond aan het begin van het groeiseizoen relatief hoog.

Om een goede beeld te krijgen van de werkelijke verdamping van een gewas, en om de verdamping van het gewas te vergelijken met andere gewassen, is het belangrijk dat ook de verdamping van de kale grond in de berekening wordt betrokken;

- beschikbaarheid van water (en andere inputs) voor de plant. In de berekening van de potentiële verdamping van een gewas gaat men ervan uit dat de plant wordt geteeld onder optimale condities (bemesting, ontwatering, watervoorziening). In de praktijk zijn de condities niet altijd optimaal, zodat de gewasproductie lager is. Hierdoor is de gewasverdamping ook lager. In tabel B.4 zijn voor verschillende gewassen de potentiële en de werkelijke verdamping in de periode april tot en met oktober weergegeven. De gepresenteerde cijfers zijn niet gebaseerd op meting van de verdamping in het veld, maar op berekeningen. De werkelijke verdamping is bepaald op grond van cijfers voor de veeljarig gemiddelde opbrengst (in kg/ha) van de verschillende gewassen voor een aantal regio's in Nederland. In de berekening van de verdampingscijfers is men ervan uitgegaan dat er een rechtlijnig verband bestaat tussen de gewasverdamping en de opbrengst: hoe meer een gewas produceert hoe hoger de verdamping is. In de cijfers is de verdamping van de kale grond niet opgenomen (Huinink 1996). Uit de tabel blijkt dat de werkelijke verdamping sterk afwijkt van de potentiële verdamping; dit wordt volgens Huinink (1996) vooral veroorzaakt door wateroverlast aan het begin van het groeiseizoen, en in mindere mate door watertekort tijdens droge periodes later in het groeiseizoen. In de gepresenteerde cijfers zijn overigens alle overige factoren meegenomen die tot een lagere opbrengst leiden dan de potentiële opbrengst (zoals bedrijfsvoering, verliezen door ziektes, onkruid etc.). Uit de cijfers blijkt ten slotte dat het verschil in werkelijke verdamping tussen verschillende gewassen kleiner is dan het verschil bij de potentiële verdamping.

**Tabel B.3      Waterverbruik (in mm) en waterverbruik per kg droge stof voor verschillende gewassen**

| gewas             | waterverbruik<br>totaal (mm) | transpiratie-<br>coëfficiënt<br>l water/kg ds |
|-------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|
| Engels raaigras   | 540                          | 250                                           |
| Maïs              | 370                          | 200                                           |
| GPS (graan)*      | 470                          | 225                                           |
| Luzerne           | 650                          | 300                                           |
| Voederbiet + blad | 510                          | 200                                           |

\* GPS: Gehele Plant Silage: een graangewas gebruikt als ruwvoedergewas dat in het deegrijpe stadium als totale plant wordt gehakseld en ingekuuld. Door de inzaai in het najaar profiteert het ruimer beschikbaar bodemvocht in najaar en vroege voorjaar.

bron: Verstraten (1995)

**Tabel B.4**      **Potentiële en werkelijke verdamping (in mm) voor verschillende gewassen en verschillende bodemsoorten van 1 april tot 1 oktober**

|                   | potentieel | veeljarig                                                  | gemiddeld  | werkelijk   |
|-------------------|------------|------------------------------------------------------------|------------|-------------|
| gewas             | (De Bilt)  | klei- en lössgronden                                       | dalgronden | zandgronden |
| gras              | 437        | 240                                                        | 210        | 200         |
| granen            | 330        | 254                                                        | 215        | 228         |
| maïs              | 414        | 227                                                        | 219        | 232         |
| aardappelen       | 344        | 241                                                        | 217        | 248         |
| suikerbieten      | 375        | 293                                                        | 240        | 274         |
| peulvruchten      | 258        | 217                                                        | 232        | 232         |
| zaaiui            |            |                                                            |            |             |
| prei              | 263        | 202                                                        | 192        | 192         |
| bol/knolgewassen  |            |                                                            |            |             |
| pit/steenvruchten | 628        | 502                                                        | 452        | 452         |
| kale grond        | 222        | (braak is in de praktijk als gras)                         |            |             |
| open water        | 562        | (tot maximaal 655 mm, afhankelijk van diepte en oppervlak) |            |             |

bron: Neerslag en verdamping 1996

Vanuit het oogpunt van de bestrijding van verdroging is het gewenst zo veel mogelijk te streven naar vermindering van de verdamping. Dit is mogelijk door:

- keuze van waterefficiënte gewassen of rassen;
- tegengaan van de verdamping van de bodem;
- het terugdringen van de verdamping van een gewas (bijvoorbeeld door minder te beregenen en/of door voor een lager produktieniveau te kiezen; dit is in veel gevallen niet wenselijk).

Vanuit het oogpunt van het verminderen van droogteschade aan landbouwgewassen is het gewenst gewassen te kiezen die weinig droogtegevoelig zijn. De droogtegevoeligheid van een gewas is afhankelijk van de volgende factoren:

- waterbenuttingsefficiëntie. Als de waterbenuttingsefficiëntie van een gewas of ras hoog is kan het met minder water evenveel droge stof produceren als een gewas dat minder efficiënt omspringt met water.
- diepe wortels. Hoe dieper een gewas wortelt, hoe meer water het aan de bodem kan onttrekken, en hoe minder gevoelig een plant is voor droogte. Een diep wortelende gewassen, zoals luzerne, is in staat water diep uit de ondergrond te onttrekken. Hiermee voorkomt een agrariër dat hij (veel) moet beregenen. Het nadeel is dat de totale gewasverdamping toeneemt, en daarmee het verdrogend effect.
- weinig gevoelig voor tijdelijk watertekort. Er bestaan gewassen en rassen die een tijdelijk watertekort beter kunnen opvangen dan andere, doordat zij bijvoorbeeld in droge perioden aanspraak maken op reserves die zij in het wortelstelsel hebben opgeslagen (gierst is zo'n droogteresistent gewas). Hoewel deze gewassen niet afsterven is de produktie in droge perioden zeer gering. Onder optimale omstandigheden produceren deze gewassen over het algemeen minder dan meer droogtegevoelige gewassen en rassen.



### 1.3 Onttrekking van grond- en oppervlaktewater voor de beregening van landbouwgewassen

In perioden van droogte, als de nalevering van bodemvocht uit het bodemprofiel aan het gewas te gering is om opbrengstdepressies te voorkomen, is aanvullende watervoorziening nodig. Daar waar oppervlaktewater aanwezig is, wordt veelal gebruik gemaakt van beregening uit oppervlaktewater. Wanneer oppervlaktewater ontbreekt, wordt beregend uit grondwater. In een klein aantal gevallen (met name in de (glas)tuinbouw) wordt ook leidingwater gebruikt.

Door onttrekking van oppervlaktewater voor beregening moet extra oppervlaktewater worden aangevoerd. In een aantal gevallen is dit vanwege de kwaliteit van het aangevoerde water vanuit het oogpunt van verdroging niet gewenst.

Door onttrekking van grondwater voor beregening daalt de grondwaterstand in een gebied. De gemiddelde extra daling van de grondwaterstand ten gevolge van grondwateronttrekking voor beregening in het zomerseizoen is geschat op 0 tot 2 cm (Landbouw en Verdroging 1993). Lokaal kunnen afhankelijk van het weerjaar, de grootte van de totale onttrekking en de hydrologische situatie echter grondwaterstands dalingen optreden van meer dan een meter. Deze daling is tot in het voorjaar van het daaropvolgende jaar merkbaar (Arnold & Vergroesen 1989). Grondwateronttrekking voor beregening kan daarmee tot verdroging leiden. Vanuit dit oogpunt is het gewenst de beregening uit grondwater zo veel mogelijk te beperken.

Schattingen over de totale hoeveelheid water die voor beregening wordt gebruikt, lopen sterk uiteen. Dijk e.a. (1994) becijferen op grond van een enquête onder deelnemers aan het LEI-boekhoudnet dat in een 1%-droog jaar (extreem droog) 195 miljoen m<sup>3</sup> grondwater wordt onttrokken ten behoeve van beregening in de landbouw. Dat is beduidend minder dan eerdere ramingen van met name Arnold (1990) die 540 miljoen m<sup>3</sup> berekende voor een extreem droog jaar en 150-200 miljoen m<sup>3</sup> in een droog jaar.

Dijk e.a. (1994) komen voor het jaar 1992 op grond van een enquête onder deelnemers aan het LEI-boekhoudnet tot lagere cijfers. In tabel B.5 is het beregende oppervlakte en de wateronttrekking aan grond- en oppervlaktewater voor het jaar 1992 per gewas weergegeven. Hierbij is beregening in de (glas)tuinbouw niet meegenomen, circa 13% van het totale beregende areaal in de land- en tuinbouw.

Ook moeten we opmerken dat de grootte van de onttrekking in 95% van de gevallen door de agrariër is geschat op basis van de gemiddelde giftgrootte per gewas (in mm) vermenigvuldigd met het beregende areaal, of op basis van de geregistreerde pompcapaciteit vermenigvuldigd met het aantal draaiuren. De geregistreerde pompcapaciteit blijkt echter vaak veel hoger te liggen dan de werkelijke pompcapaciteit (Grondwateronttrekking voor beregening 1994), zodat de in de tabel gepresenteerde wateronttrekking mogelijk aan de hoge kant is.

**Tabel B.5 Wateronttrekking voor beregening voor verschillende gewassen in Nederland in 1992 (in milj. m<sup>3</sup>)**

| Gewas         | Oppervlakte beregend (ha) | Oppervlakte beregend met grondwater (ha) | Wateronttrekking beregening (milj. m <sup>3</sup> ) |              |               |
|---------------|---------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------|---------------|
|               |                           |                                          | grond water                                         | opp. water   | totaal        |
| Gras          | 172.332                   | 115.248                                  | 94,74                                               | 31,43        | 126,17        |
| Maïs          | 11.107                    | 9.074                                    | 5,58                                                | 1,43         | 7,01          |
| Uien          | 2.417                     | 1.413                                    | 0,28                                                | 0,23         | 0,50          |
| Aardappelen   | 45.002                    | 17.651                                   | 18,02                                               | 12,22        | 30,24         |
| Suikerbieten  | 12.545                    | 7.710                                    | 6,70                                                | 1,90         | 8,60          |
| Overige       | 23.341                    | 9.009                                    | 6,06                                                | 5,70         | 11,76         |
| <b>Totaal</b> | <b>266.745</b>            | <b>160.105</b>                           | <b>131.38</b>                                       | <b>52.91</b> | <b>184.28</b> |

Bron: Dijk e.a. 1994

Volgens Dijk e.a. (1994) is de omvang van het beregende areaal in de periode van 1989 tot 1992 constant geweest, en ten opzichte van eerdere jaren vrij groot. Het onderzoek schat dat in zeer droge jaren meer dan 300.000 ha cultuurgrond wordt beregend, waarvan meer dan de helft grasland is, waarbij 285 miljoen m<sup>3</sup> water onttrokken wordt, waarvan 70% uit grondwater. Voor een gemiddeld jaar wordt de totale wateronttrekking geschat op ongeveer 100 miljoen m<sup>3</sup>.

Meer dan 23.000 landbouwbedrijven beschikken over een eigen regeninstallatie. Van die bedrijven ligt de helft in de provincies Gelderland en Noord-Brabant. De provincies Gelderland, Noord-Brabant en Limburg onttrekken samen tussen 80 en 90% van de totale hoeveelheid onttrokken grondwater.

Er beregenen meer grote dan kleine bedrijven. In 1992 lag het percentage bedrijven met beregening kleiner dan 100 sbe (standaard bedrijfseenheid) op 15%; op bedrijven groter dan 500 sbe lag dit percentage drie keer zo hoog: 45%.

De rentabiliteit van de beregening van met name grasland is omstreden. Uit recent onderzoek (Noij e.a. 1995) blijkt echter dat de beregening van grasland op droogtegevoelige zandgronden wel rendabel kan zijn. Uit dat onderzoek komt ook naar voren dat beregening van grasland een positieve invloed kan hebben op de benutting van mineralen en op het verminderen van de uit- en afspoeling van mineralen naar grond- en oppervlaktewater.

In de akkerbouw wordt beregening niet alleen toegepast om het vochttekort van het gewas op te heffen, maar ook om de kwaliteit van de produkt te verhogen. Aardappels worden beregend om schurft tegen te gaan. De beregening van akkerbouwgewassen wordt over het algemeen als rendabel beschouwd. Dit geldt in nog sterkere mate voor tuinbouwgewassen.

Ruin 11.000 ha hardfruit (30% van totaal oppervlak hardfruit) heeft een vaste beregeningsinstallatie, waarmee de teler nachtvorstschade in het voorjaar kan voorkomen (naar Elema & Joosse 1993). Gemiddeld over 5 jaar wordt er per jaar ongeveer 11 miljoen m<sup>3</sup> water aan oppervlakte- en grondwater onttrokken voor de bestrijding van nachtvorst (Gremmen 1996). Omdat het gehele areaal tegelijk beregend moet worden is de onttrekking relatief hoog. Beregening voor de bestrijding van nachtvorst vindt dan ook vooral plaats in gebieden waar voldoende water aanwezig is: in gebieden met oppervlaktewater.

#### **1.4 Aanvoer van gebiedsvreemd water voor watervoorziening voor de landbouw**

Wateraanvoer vindt plaats om klink tegen te gaan, om het systeem door te spoelen en voor aanvullende watervoorziening van landbouwgewassen via aanvulling van het grondwater of via sub-infiltratie of beregening.

Door een toenemend waterverbruik (zowel in de landbouw als daarbuiten) in combinatie met uitgebreide ruilverkaveling is vanaf de jaren 50 een daling van de grondwaterstand opgetreden. Ter compensatie moet steeds vaker en steeds meer gebiedsvreemd water worden ingelaten. Ook het areaal waar periodiek of permanent gebiedsvreemd water moet worden ingelaten, neemt toe en beslaat ongeveer 60% van Nederland (Roelofs & Torenbeek 1989). Het aandeel Rijn-, maar vooral Maaswater in de regionale watersystemen neemt nog steeds toe. In sommige gevallen bestaat het gevaar dat het ingelaten water het gebiedseigen water vrijwel geheel verdringt (Pellenbarg & Beugelink 1991).

Uit een landelijke inventarisatie blijkt dat in de meeste polders en in gebieden langs de grote waterwegen de mogelijkheden voor wateraanvoer al benut worden (De Boer e.a. 1991). In de hogere delen van Nederland kan wateraanvoer alleen met grote inspanningen worden verbeterd of aangelegd. Voor minder dan 10% van het landbouwareaal (buiten landinrichtingsprojecten in voorbereiding of uitbreiding) zijn in principe nog rendabele wateraanvoerplannen te ontwikkelen (De Boer e.a. 1991).

Uit studies van het Staring Centrum naar de rentabiliteit van wateraanvoerplannen in noord Limburg en in midden en oostelijk Noord-Brabant blijkt dat wateraanvoer naar gebieden die hiervoor al ingericht zijn altijd rendabel zijn.

Tevens is het vrijwel nooit rendabel water aan te voeren naar gebieden die daarvoor nog moeten worden ingericht, tenzij het om de watervoorziening van intensieve, hoogsalderende gewassen gaat zoals vollegrondsgroenten (Landbouw en Verdroging 1993).

### 1.5 Afstroming verhard oppervlak

Op verhard oppervlak kan geen neerslagwater infiltreren. Niet alle neerslag wordt oppervlakkig afgevoerd; een gedeelte verdamt immers direct van het oppervlak. De afstromingsfactor is met name afhankelijk van het type verhard oppervlak (beton, asphalt, klinkers) en de grootte van de hoeveelheid neerslag (bij kleine buien verdamt relatief meer water dan bij grote buien; zie ook Van Bakel e.a. 1995). Overigens vindt uit een gebied dat is verhard geen verdamping uit de bodem plaats, zoals bij kale of begroeide bodem. De verdamping uit kale grond in de periode april-september wordt geschat op circa 220 mm.

Neerslag die niet direct verdamt stroomt oppervlakkig af en wordt (grotendeels) geloosd op het riool of het oppervlaktewater. Op jaarbasis is de neerslag gemiddeld circa 800 mm. Dit betekent dat per hectare verhard oppervlak per jaar 8000 m<sup>3</sup> niet infiltreert. Daar staat tegenover dat er vanaf verhard oppervlak ook nauwelijks of geen verdamping plaatsvindt.

In de periode met een neerslagtekort (gedurende het groeiseizoen) is er gemiddeld 360 mm neerslag (naar Feddes 1995). Per hectare verhard oppervlak betekent dit dat er het groeiseizoen 3600 m<sup>3</sup> direct afstroomt. De verdamping van kale grond is in die periode circa 220 mm.

Op bedrijven met een relatief groot oppervlak verhard terrein stroomt relatief veel water direct af. Dit is met name van belang in gebieden met een hoge ruimtelijke concentratie aan bedrijven met verhard oppervlak (glastuinbouw, intensieve veehouderij).

### 1.6 Verdamping via de bodem

Water verdamt niet alleen via de plant, maar ook via het bodemoppervlak. Wanneer planten ver uiteenstaan en de zon tot op de grond kan schijnen, verdamt een deel van het water direct van het grondoppervlak (evaporatie). Vooral bij kleiige en lemige gronden kan de capillaire opstijging naar het bodemoppervlak lang doorgaan. Bij zandgronden wordt vrij snel een droog laagje aan het oppervlak gevormd dat deze opstijging afdoende belemmert. De grootte van de bodemverdamping is niet bekend.

## 2 Watergebruik in de stal

Voor dierlijke produktie kunnen we binnen de stal de volgende vier belangrijke typen watergebruik onderscheiden:

- drinkwater voor vee;
- schrobwater voor stallen en machines;
- reinigingswater voor melkmachine en -stal;
- water voor emissiereductie vanuit mest en stal (groen-labelstallen).

We bespreken deze typen watergebruik kort. Naast deze vier belangrijkste waterstromen is er nog een aantal kleinere waterstromen zoals voor de verzorging van het vee (voetbad) en de reiniging van laarzen, emmers, etc. Op deze kleinere waterstromen gaan we hier niet in.

Eerst geven we een algemeen overzicht over de waterproblematiek in de stal.

## 2.1 Algemeen

Drinkwatergebruik en schrobwater voor stallen en machines komen voor in alle takken van dierlijke productie (pluimvee-, varkens- en rundveehouderij). Reinigingswater voor melkmachine en -stal komt alleen voor in de melkveehouderij. Watergebruik voor de reductie van ammoniakemissie komt alleen voor in bepaalde (oudere) systemen van groen-labelstallen.

Een gedeelte van het gebruikte water komt automatisch in de mestkelder terecht. Het betreft:

- (verbruikt) drinkwater in de vorm van mest en urine;
- schrobwater van stallen.

Afhankelijk van het gebruikte type groen-labelstal komt ook water in de mestkelder terecht (bijvoorbeeld voor verdunning van de mest). Afvalwater van het reinigen van de melkinstallatie en -stal wordt in veel gevallen ook op de mestkelder geloosd, omdat lozing op oppervlaktewater, zoals voorheen in veel gevallen gebeurde, niet meer is toegestaan. De hoeveelheid water in de mestkelder kan nog toenemen doordat regenwater de kelder inloopt, of doordat grondwater in de kelder infiltreert.

Mest wordt vanwege de kosten voor mestopslag, emissie-arme aanwending en de kosten voor mestafvoer op veeteeltbedrijven een steeds belangrijkere kostenpost. Het is dan ook in veel gevallen economisch rendabel om het mestvolume te verminderen. Dit kan onder andere door zuinig met water om te gaan. De hoge kosten verbonden aan mest zijn op deze manier een financiële stimulans om zuinig met water om te gaan.

**Tabel B.6** Gemiddelde reductie mestvolume en kostenbesparing voor verschillende diergroepen bij deelname aan de droge-stofactie

| diergroep        | gem. reductie<br>mestvolume (%) | kostenbesparing<br>(f/dier) |
|------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| melk/kalfkoeien  | 11                              | 61,-                        |
| fokzeugen+biggen | 19                              | 49,50                       |
| biggen           | 27                              | 8,-                         |
| vleesvarkens     | 39                              | 22,-                        |
| leghennen        | 26                              | 0,45                        |
| slachtkuikens    | 29                              | 0,06                        |

bron: Aalbers 1995

Om het mestvolume te beperken hebben verschillende mestbanken een zogenaamde 'droge-stofactie' gehouden (waarbij een premie werd betaald voor een hoog ds-gehalte). Door de hoeveelheid geproduceerde mest, verbruikte hoeveelheid water en ruwvoer wekelijks bij te houden (door de agrariër), alsmede de mest gedurende enige jaren regelmatig te bemonsteren (door een consultant), kan een agrariër inzicht verkrijgen in de factoren die van invloed zijn op de mestproductie. Door zijn eigen cijfers (in studiegroepen) te vergelijken met die van collega's kan hij zijn eigen resultaten evalueren. De regionale mestbanken stellen formulieren en ondersteuning beschikbaar om de mestproductie te registreren en te evalueren. De actie is niet zozeer gericht op het terugdringen van het watergebruik, maar op het terugdringen van de hoeveelheid geproduceerde mest. In veel gevallen is er wel een duidelijk verband tussen waterverbruik en mestproductie. Op grond van een onderzoek onder 167 bedrijven die aan de droge-stof-actie hebben deelgenomen komt de Regionale Mestbank Oost tot de conclusie dat in alle bedrijfstakken waterbesparing en daarmee een aanzienlijke kostenbesparing gerealiseerd kan worden (Aalbers 1995).

Tabel B.6 toont de mogelijke reducties in het mestvolume voor verschillende diergroepen, alsmede de maximale mogelijke kostenbesparing per dier (gebaseerd op het verschil in mestvolume tussen het hoogst en de laagst scorende bedrijf; Aalbers 1995).

## 2.2 Drinkwater vee

Tabel B.7 geeft voor verschillende diergroepen het hoogste, het laagste en het gemiddelde waterverbruik per (gemiddeld aanwezig) dier per jaar weer, alsmede de norm voor het watergebruik (volgens Aalbers 1995). Ook is de norm gegeven volgens Brouwer 1993 (geciteerd in Dijk e.a. 1994; norm 2). Onduidelijk is waarop het (soms aanzienlijke) verschil tussen beide normen is gebaseerd.

**Tabel B.7 Wateropname in liters per jaar voor verschillende diergroepen**

| diergroep        | wateropname (l/dier/jaar) |        |           | norm 1* | norm 2** |
|------------------|---------------------------|--------|-----------|---------|----------|
|                  | hoog                      | laag   | gemiddeld |         |          |
| melk/kalkoeien   | 29.200                    | 14.600 | 23.360    | 23.725  | 32.500   |
| vleeskalveren    | -                         | -      | -         | -       | 5.000    |
| overig rundvee   | -                         | -      | -         | -       | 15.000   |
| fokzeugen+biggen | 10.585                    | 5.216  | 7.629     | 10.038  | 6.000    |
| biggen           | 945                       | 431    | 730       | 730     | -        |
| vleesvarkens     | 2.519                     | 1.241  | 1.747     | 1.643   | 1.800    |
| legghennen       | 101                       | 84     | 93        | -       | 120      |
| slachtkuikens    | 58                        | 49     | 55        | -       | 60       |
| opfokhennen      | -                         | -      | -         | -       | 40       |
| slachteenden     | -                         | -      | -         | -       | 140      |
| kalkoenen        | -                         | -      | -         | -       | 250      |

-: geen gegevens bekend of gemeten

\*: norm volgens Aalbers 1995

\*\* : norm volgens Dijk e.a. 1994

bron: Aalbers 1995

Voor drinkwater wordt zowel oppervlakte-, grond- als leidingwater gebruikt. In sommige gevallen is de kwaliteit van het oppervlaktewater te laag voor gebruik als drinkwater (zie bijvoorbeeld Stoop & Pak 1995). In de melkveehouderij staat het vee in de zomerperiode niet op stal, waardoor het drinkwatergebruik niet goed gereguleerd en gemeten kan worden. Drinkwatergebruik is noodzakelijk voor dierlijke produktie, en kan dus maar in beperkte mate worden teruggebracht. Uit de tabel blijkt echter dat de wateropname per dier sterk kan verschillen. Er is dus nog winst te behalen. Verlies treedt o.a. op door morsen, lekkende bijtnippels, maar ook door een verkeerde afstemming tussen voer- en watergift. Vanuit het oogpunt van mestproduktie is het wenselijk zo weinig mogelijk drinkwater te verspillen.

### 2.3 Schrobwater voor stallen en machines

Tabel B.8 geeft de hoeveelheid water die voor het reinigen van stallen in de varkenshouderij wordt gebruikt. In de melkveehouderij ligt dit per bedrijf op circa 20 m<sup>3</sup>/jaar (Scherpenzeel 1995), ofwel circa 400 liter per dier per jaar, bij gemiddeld 50 stuks vee. Uit de cijfers blijkt dat er tussen bedrijven grote verschillen bestaan. Voor veel bedrijven is er dus winst te halen.

**Tabel B.8** Gemeten watergebruik voor het schrobben van stallen voor drie diergroepen in liters per jaar per dier

| diergroep        | reinigingswater stal (l/dier/jr) |      |       |
|------------------|----------------------------------|------|-------|
|                  | hoog                             | laag | gem.  |
| fokzeugen+biggen | 4.050                            | 480  | 1.291 |
| biggen           | 289                              | 35   | 121   |
| vleesvarkens     | 292                              | 25   | 85    |

bron: Aalbers 1995

### 2.4 Reinigingswater voor melkmachine en -stal

Melkmachines moeten vanuit kwaliteitsoogpunt na iedere melkbeurt worden gereinigd. Dit gebeurt in drie spoelbeurten:

- een voorspoeling (bevat melkresten);
- een hoofdspoeling (bevat opgeloste reinigings- en ontsmettingsmiddelen);
- een naspoeling (bevat sporen van opgeloste reinigings- en ontsmettingsmiddelen).

Daarnaast moeten ook dagelijks de melkstal, de uiers van de koeien en de apparatuur worden gereinigd. Twee maal per jaar wordt de melkstal met een hogedrukspuit gereinigd. Nadat de melk is afgehaald moet ook de melktank worden gereinigd. Boerekamp e.a. (1995) begroten het jaarlijkse waterverbruik voor de verschillende posten voor een gemiddelde melkinstallatie als weergegeven in tabel B.9.

**Tabel B.9** Watergebruik voor het spoelen van melkinstallatie, -stal en -tank (in m<sup>3</sup>/jaar)

| type watergebruik   | gebruikte hoeveelheid<br>water (m <sup>3</sup> /jaar) |
|---------------------|-------------------------------------------------------|
| voorbehandelen      | 28                                                    |
| spoelen melkmachine | 222                                                   |
| spoelen melktank    | 31                                                    |
| spoelen melkstal    | 93                                                    |
| spoelen melkstel    | 24                                                    |
| .....               |                                                       |
| <b>totaal</b>       | <b>398</b>                                            |

bron: Boerekamp e.a. 1995

Vanwege de kwaliteitseisen aan het water wordt als waterbron leidingwater of grondwater gebruikt. Water kan op de volgende manier worden afgevoerd:

1. opslag in de mestput en met de mest uitrijden over het land;
2. lozing op de riolering;
3. afvoer per as naar een zuiveringsinstallatie;
4. zuivering op het bedrijf en hergebruik of lozing op oppervlaktewater.

Ongezuiverde lozing op het oppervlaktewater is vanwege het Lozingenbesluit Wvo niet meer toegestaan. Minder dan 40% van de melkveebedrijven is momenteel aangesloten op riolering. De meest voor de hand liggende oplossing is lozing op de mestkelder. De hoeveelheid melkspoelwater bedraagt circa 20% van de hoeveelheid drijfmest van melkvee. Als al het spoelwater in de mestput geloosd wordt, is dit een zeer kostbare oplossing. Naarmate de kosten van mestafvoer toenemen levert een besparing op reinigingswater meer winst op voor de boer. Hierdoor worden hergebruik en reiniging op het bedrijf economisch steeds rendabeler.

## **2.5 Reductie ammoniakemissie (in groen-labelstallen)**

Om de ammoniakemissie uit stallen en de mestkelder te verminderen wordt soms water gebruikt (bijvoorbeeld in groen-labelstallen). Watergebruik vindt o.a. plaats bij de volgende (typen) systemen:

- Koeling van mest: door de bovenste laag van de mest in de mestkelder met lamellen te koelen vindt minder ammoniakemissie plaats. Koeling vindt plaats met grondwater (zie paragraaf over koeling). Over het algemeen wordt het opgewarmde grondwater weer teruggepompt naar het grondwaterpakket van waaruit het opgepompt was. Dit heeft geen negatieve gevolgen vanuit het oogpunt van verdroging (Van der Hengel 1996). Onbekend is op hoeveel bedrijven deze techniek wordt toegepast.
- Spoelen stalvloer: bij de ontwikkelde spoelsystemen wordt de vloer eerst geschoven voordat wordt gespoeld. De frequentie van het spoelen wordt meestal ingesteld op eenmaal per twee uur. Deze frequentie wordt mede gekozen om de hoeveelheid spoelwater te beperken. Spoelen lijkt een effectieve manier om de ammoniakemissie te reduceren, vooral wanneer spoelen wordt toegepast in combinatie met een dichte, hellende vloer. Spoelen vindt over het algemeen plaats met leidingwater. Waterverbruik voor het spoelen is afhankelijk van de instelling van het systeem, en varieert in de rundveehouderij van 12 tot 110 liter per koe per dag. Emissiereductie door spoelen varieert van 0 tot 28% ten opzichte van niet spoelen (De Haan & Ogink 1994). Onbekend is op hoeveel bedrijven spoelen van vloeren plaatsvindt. Ook in de varkenshouderij is het spoelen van stalvloeren mogelijk. In de praktijk wordt het niet veel toegepast omdat de kosten erg hoog zijn (Den Hartog & Voermans 1994). Het versproeide water komt in de mestkelder terecht.

## **3 Spoelen van produkten**

In dit hoofdstuk baseren we ons hoofdzakelijk op twee publikaties: Spoelwaterproblematiek in de akker- en tuinbouw (1991) en Meeldijk & Meeuwissen (1992). Deze publikaties geven een overzicht van de spoelwaterproblematiek in de akker- en tuinbouw, alsmede van mogelijkheden om de (afval)waterstromen te beperken. Spoelen van produkten komt voor in de volgende teelten:

- bloembollen;
- vollegrondsgroenten;
- boomteeltprodukten.

Ook wordt water gebruikt voor het ontsmetten van bloembollen en witlofwortels. Dit gaat om relatief kleine hoeveelheden water, en betreft vooral een kwaliteitsprobleem. Hier gaan we niet verder op in.

De spoelproblematiek komt in de akkerbouw ook voor. Grondtarra is in de aardappel- en suikerbietenproductie een belangrijk kwaliteitsaspect.

Omdat deze gewassen niet op het individuele bedrijf worden gespoeld maar in de verwerkende industrie, besteden we hier geen aandacht aan. Overigens wordt de akkerbouwer door een prijssysteem gestimuleerd zo weinig mogelijk grondtarra te leveren.

Voordat we ingaan op de verschillende teelten bespreken we hier algemeen de problematiek van het spoelwater.

### 3.1 Algemeen

Voor het spoelen van produkten worden soms aanzienlijke hoeveelheden water gebruikt. Dit spoelwater kan verontreinigd zijn met eutrofiërende stoffen (stikstof, fosfaat, kalk, sulfaat), met bestrijdingsmiddelen, organische stof (uit de grond, uit gewasresten) en met slib en zand. Het was gebruikelijk om spoelwater te lozen op het oppervlaktewater. Hierdoor verslechterde de kwaliteit van het oppervlaktewater en konden watergangen dichtslibben. Ook kan lozing van spoelwater negatieve effecten hebben op de bodemkwaliteit, en, als uitspoeling van stoffen plaatsvindt, op de grondwaterkwaliteit (nitraat, zware metalen, residu's van bestrijdingsmiddelen).

In het kader van het lozingenbesluit Wvo is lozing zonder reiniging officieel niet meer toegestaan. Een aantal beheerders van het oppervlaktewater gedooft lozing nog wel. Lozing is vergunningplichtig gemaakt of wordt dat, vaak in combinatie met een heffing en verplicht te nemen maatregelen. Voor glastuinbouw zijn inmiddels normen opgesteld, in de bollenteelt gebeurt dit momenteel, en voor de vollegrondsgroenteteelt gelden nog geen regelingen.

Lozing van spoelwater op de bodem is toegestaan. Hiervoor geldt een regeling uit de Wbb (wet bodembescherming), die voorschrijft dat spoelwater van produkten via gelijkmatige spreiding teruggebracht mag worden op het perceel waar de produkten geteeld zijn, tot een bepaald maximum. Tot slot is het ook mogelijk spoelwater te lozen op het riool.

In de glastuinbouw is lozing op de riolering van waswater van groentegewassen toegestaan, omdat de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in de tarra weinig aannemelijk is. Dit als gevolg van de teelt in zandgrond (produktkenmerk weinig wortels) de veiligheidstermijn in het kader van de bestrijdingsmiddelenwet en het verbod in het kader van de warenwet om produkten te wassen met vuil water.

Bij de teelt van bollen, vaste planten en boomartikelen is het tegenovergestelde het geval: de teelt vindt plaats in allerlei gronden, het produkt is vuil en er is geen veiligheidstermijn in het kader van de bestrijdingsmiddelenwet. Lozing van dit waswater op de riolering is derhalve verboden.

Naast een waterkwaliteitsprobleem met betrekking tot spoelwater is er ook een kwantiteitsprobleem. Spoelen van produkten vraagt vaak veel water. Door het watergebruik voor het spoelen van produkten terug te brengen kan zowel het kwaliteits- als het kwantiteitsprobleem worden teruggebracht. Wij gaan voornamelijk in op het kwantiteitsprobleem.

In gebieden waar een hoge ruimtelijk concentratie bedrijven is kan het waterverbruik voor het spoelen van produkten een relatief grote bijdrage leveren aan verdroging.

### 3.2 Bloembollen

Spoelen van bloembollen vindt plaats om zand of klei van bol te verwijderen. Praktijk van spoelen neemt onder andere toe doordat de bloembollenteelt zich verplaatst naar klei- en zavelgebieden om de grondontsmettingsdruk tegen te gaan, en omdat de kwaliteit van het produkt stijgt, en daarmee de prijs en de afzetmogelijkheden. Op zandgronden is spoelen minder hard nodig. Bij tulp wordt meestal alleen de sortering kleiner dan zift 10 gespoeld. Meeldijk & Meeuwissen (1992) geven voor spoelen van bloembollen de volgende cijfers (tabel B.10). In de tabel is ook het waterverbruik vermeld voor andere gewassen.



Tabel B.10 Watergebruik en tarraproductie voor het spoelen van verschillende gewassen in 1992

| gewas                 | areaal<br>tot. (ha)<br>(CBS90) | % areaal<br>dat wordt<br>gespoeld | spoel-<br>water<br>m <sup>3</sup> /ha | spoelwater<br>totaal<br>(1000 m <sup>3</sup> ) | tot.prod.<br>grondtarra<br>(1000 kg) |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------|
| tulp                  | 6.753                          | 30                                | 350                                   | 709                                            | 36.500                               |
| lelie                 | 2.375                          | 30                                | 840                                   | 599                                            | 25.700                               |
| gladiool              | 2.014                          | 100                               | 455                                   | 916                                            | 60.400                               |
| iris                  | 796                            | 60                                | 315                                   | 151                                            | 8.600                                |
| <b>totaal bollen</b>  | <b>11.938</b>                  | <b>-</b>                          | <b>-</b>                              | <b>2.375</b>                                   | <b>131.200</b>                       |
| bospeen               | 561                            | 100                               | 143                                   | 80                                             | 2.020                                |
| waspeen               | 2.271                          | 29                                | 143                                   | 93                                             | 11.718                               |
| prei                  | 3.025                          | 100                               | 816                                   | 2.468                                          | 6.050                                |
| knolselderij          | 1.215                          | 15                                | ?                                     | ?                                              | 630                                  |
| <b>totaal groente</b> | <b>7.072</b>                   | <b>-</b>                          | <b>-</b>                              | <b>2.641</b>                                   | <b>20.418</b>                        |
| <b>totaal</b>         | <b>19.010</b>                  | <b>-</b>                          | <b>-</b>                              | <b>5.016</b>                                   | <b>151.618</b>                       |

verklaring:

?: geen gegevens bekend

bron: Meeldijk & Meeuwissen (1992)

Uit onderzoek (Bouwman 1990, geciteerd in Spoelwaterproblematiek in de akker- en tuinbouw (1991)) is gebleken dat het spoelwater uit de bloembollensector een aanzienlijke hoeveelheid verontreinigende stoffen bevat in de vorm van zuurstofbindende bestanddelen, N, P en K en bestrijdingsmiddelen.

Op verreweg de meeste bloembollenbedrijven is een spoelinrichting aanwezig. Deze bestaat vrijwel altijd uit een betonnen plaat waarop machines en appendages staan. Ook is op de meeste bedrijven een bezinkbassin aanwezig, waarvan een aantal is ingericht voor een recirculerend systeem (Meeldijk & Meeuwissen 1992). Als spoelwater gebruikt men overwegend oppervlaktewater. Als dat niet aanwezig is, gebruikt men grondwater.

### 3.3 Vollegrondsgroenten

In de vollegrondsgroenteteelt worden de volgende produkten gespoeld: bospeen, was- en winterpeen, knolselderij met blad, prei, asperges, machinaal geoogste stambonen, knolvenkel, koolrabi, radijs en zilveruitjes. De in de tabel genoemde gewassen zijn de belangrijkste voor wat betreft waterverbruik en tarraproductie.

In Spoelwaterproblematiek in de akker- en tuinbouw (1991) is ook voor de andere gespoelde gewassen het areaal in 1990 aangegeven.

Bij waslijnen voor vollegrondsgroenten worden nog sporadisch recirculerende systemen toegepast. Het gebruikte water wordt direct geloosd op oppervlaktewater of op het riool zonder dat het gescheiden wordt van grond, kleine plantenresten en andere stoffen.

Voor het wassen van breekpeen en knolvenkel gebruikt men overwegend trommelwasmachines die op een vaste wasplaats zijn opgesteld. Voor overige gewassen gebruikt men wasmachines met open spijlenbanden of draaitafels met open dek. Voor het wassen van asperges heeft men speciale wasmachines ontwikkeld.

In Meeldijk & Meeuwissen (1992) is per gewas een overzicht te vinden van de wastechiek.  
Als spoelwater gebruikt men bij voorkeur oppervlaktewater. Als dat niet aanwezig is gebruikt men grondwater.  
Prei is het belangrijkste gespoelde gewas. Hiervoor gebruikt men met name grondwater (Soorsma 1996).

### 3.4 Boomteeltprodukten

De Spoelwaterproblematiek in de akker- en tuinbouw (1991) schat dat er ongeveer 55 tot 110 hectare boomkwekerijprodukten wordt gespoeld. De hoeveel water die hiervoor wordt gebruikt en de hoeveel grondtarra die hierbij vrij komt is niet bekend. Spoelen van wortels vindt voornamelijk plaats om fyto-sanitaire redenen. De problematiek is landelijk gezien gering. Maar omdat de meeste bedrijven rond Boskoop zijn gesitueerd kan daar zowel een kwaliteits- als kwantiteitsprobleem bestaan (Spoelwaterproblematiek in de akker- en tuinbouw 1991).

## 4 Watergebruik voor koeling

In sommige land- en tuinbouwsectoren vindt koeling plaats. Het gaat om:

- koeling van gebouwen;
- koeling van grond;
- koeling van mest (groen-labelstallen).

In een aantal gevallen wordt hiervoor water gebruikt. We beschrijven deze typen watergebruik hieronder. Voor het watergebruik voor de koeling van mest verwijzen we naar §2.5 van deze bijlage.

### 4.1 Koeling van gebouwen

Koeling van gebouwen komt voor in de glastuinbouw en de intensieve veehouderij.

#### *Intensieve veehouderij*

Koeling van gebouwen vindt voornamelijk plaats in de intensieve varkenshouderij. In de pluimveehouderij vindt koeling nauwelijks plaats, maar is wel in opkomst (Van der Galiën 1995).

In de varkenshouderij bestaan de volgende systemen:

- Koeling en verwarming door koude/warmte-opslag in grondwater. Met dit systeem wordt grondwater opgepompt waarmee in de zomer lucht wordt gekoeld en in de winter wordt opgewarmd. Het water wordt niet verbruikt maar weer teruggepompt naar het grondwaterpakket van waar het was opgepompt (retourbemaling). Dit is toegestaan mits de temperatuur van het gebruikte water met niet meer dan 3°C is gestegen. Pompcapaciteit 4-16 m<sup>3</sup>/uur.
- Koeling en verwarming door een gesloten systeem van luchtbuizen door grondwater te leiden. Dit vraagt grote investeringen. Grondwater wordt niet gebruikt, maar wel opgewarmd of afgekoeld.

Geen van beide technieken heeft een negatief effect op verdroging. Een alternatief voor het gebruik van beide systemen is mechanische koeling en verwarming. Vanwege het hoge energieverbruik is deze techniek economisch niet rendabel.

In de pluimveehouderij bestaan twee systemen:

- buitenverneveling van water op de wanden van de kuikenschuur (Te Velde 1995). Het water verdampt en infiltreert rond de stallen. Voor 40.000 kuikens is een capaciteit vereist van 7 m<sup>3</sup>/uur. Dergelijke systemen worden vanaf de 4e tot de 6e week toegepast van 12.00 tot circa 19.00 uur, als de buitentemperatuur stijgt tot boven de 30°C. Per dag betekent dit een verbruik van circa 50 m<sup>3</sup>.
- binnenverneveling van water. Voordelen ten opzichte van buitenverneveling zijn:
  - er kunnen stoffen aan het water worden toegevoegd (eucalyptus, bacterieremmers);
  - watergebruik is lager (0,5 m<sup>3</sup>/uur);

- de stal kan eenvoudig worden voorgeweekt, zodat minder water voor het schrobben van de stallen nodig is.

De aanlegkosten van dit systeem zijn echter hoger.

Onbekend is hoeveel bedrijven een koelinstallatie hebben.

#### *Glastuinbouw*

In de glastuinbouw bedraagt het waterverbruik voor koeling plusminus 2 tot 3 % van het totale waterverbruik, indien het wordt toegepast (Dijk e.a. 1994). Onbekend is op hoeveel bedrijven dit wordt toegepast.

## **4.2 Koeling van grond**

Grondkoeling komt voor in de volgende bedrijfstakken:

#### *Champignonteelt*

Koelen wordt op twee manieren uitgevoerd: open-waterkoeling (75 m<sup>3</sup> per 100 m<sup>2</sup> teelt) en koeling met koelblokken (149 m<sup>3</sup> per 100m<sup>2</sup> teelt (Dijk e.a. 1994)).

#### *Glastuinbouw*

Grondkoeling vindt met name plaats in de alstroemeria- en fresiateelt (snijbloemen). De volgende systemen bestaan (Dijk e.a. 1994):

- mechanische koeling van water in gesloten systeem;
- koeling met grondwater. Gebruikt grondwater wordt teruggepompt (retourbemaling) of op het oppervlaktewater geloosd. Watergebruik loopt in de alstroemeriateelt op tot 200.000 m<sup>3</sup>/ha. Vanwege de belasting op grondwater zal deze laatste optie naar verwachting minder belangrijk worden, omdat de kosten voor koeling dan aanmerkelijk kunnen stijgen.

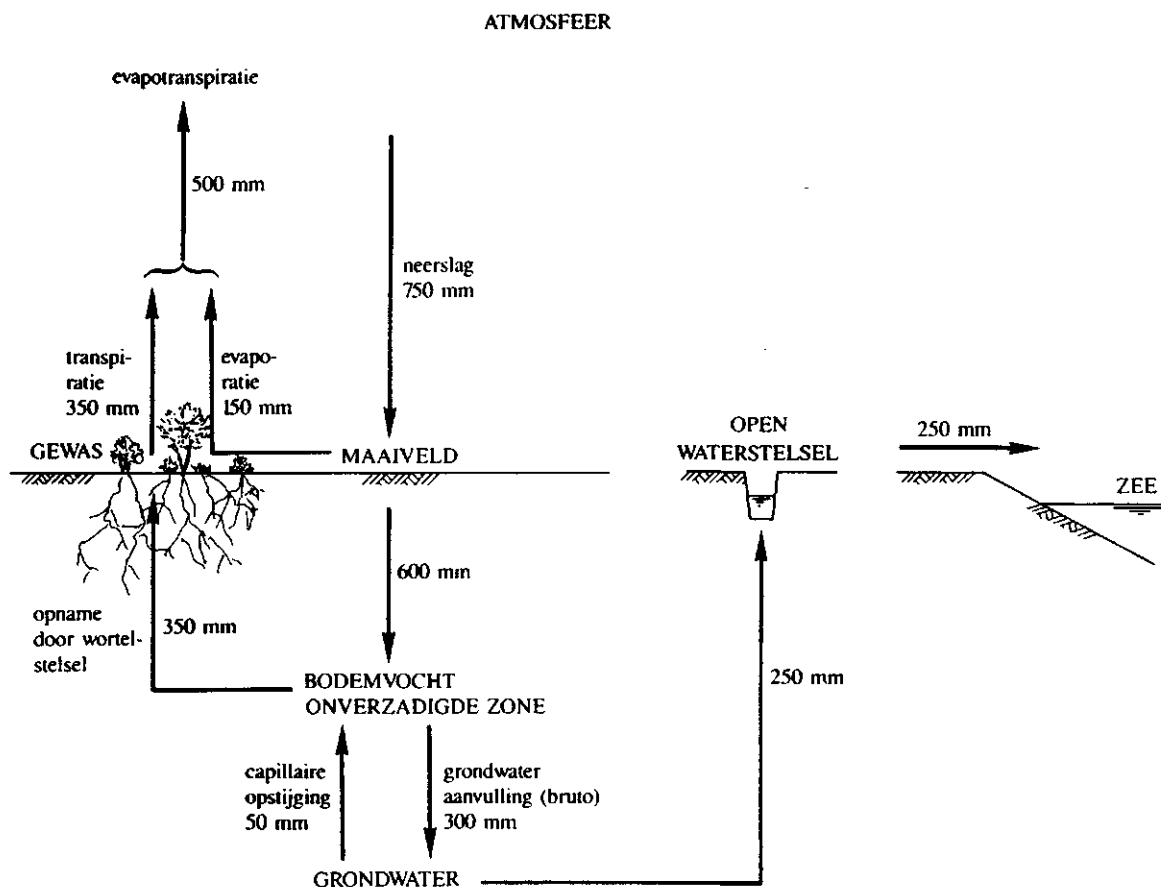
## BIJLAGE 4 Voorbeeld van een waterboekhouding

In deze bijlage geven we een voorbeeld van een waterboekhouding voor een fictief bedrijf. We maken daarbij onderscheid tussen het groeiseizoen (april tot en met september) en het winterseizoen (oktober tot en met maart).

In het winterseizoen is er over het algemeen sprake van een neerslagoverschot: de neerslag is groter dan de verdamping. In deze periode wordt het bodemvocht- en grondwaterreservoir aangevuld. De rest van het overschot wordt via het oppervlaktewater afgevoerd naar zee.

In het groeiseizoen is er over het algemeen sprake van een neerslagtekort (c.q. een verdampingoverschot): de gewasverdamping en overige wateronttrekkingen zijn groter dan de aanvulling van bodem- en grondwater via de neerslag. Het bodem- en grondwaterreservoir levert in deze periode water waardoor gewasverdamping kan blijven plaatsvinden. Hierdoor daalt de grondwaterstand. Indien de bodemwatervoorraad te sterk is uitgeput, kunnen gewassen niet meer voldoende vocht aan de bodem onttrekken, waardoor de werkelijke gewasproductie achterblijft bij de potentiële productie.

Indien gewenst kan ook een andere indeling in perioden worden gekozen. In figuur B.1 is ter verduidelijking de kringloop van het water voor een begroeid oppervlak in Nederland weergegeven.



**Figuur B.1** De kringloop van water voor een begroeid landoppervlak in Nederland  
bron: Cultuurtechnisch Vademecum 1992

In de uitgewerkte waterboekhouding hebben we aangegeven in hoeverre de verschillende posten aan de in §3.3.2 van de hoofdtekst genoemde criteria voldoen. Het gaat om de volgende criteria:

- de agrariër moet de grootte van de post kunnen beïnvloeden;
- de grootte van de post moet met enige nauwkeurigheid zijn vast te stellen (meten, berekenen).

We hebben dat gedaan door de posten op de volgende manier weer te geven:

- onderstreept: de grootte van de post is vrij nauwkeurig en eenvoudig te meten;
- normaal: de grootte van de post is bij benadering vast te stellen;
- cursief: de grootte van de post is op bedrijfsniveau niet of zeer moeilijk vast te stellen;
- \* deze posten zijn door de agrariër niet of nauwelijks direct te beïnvloeden.

## Waterboekhouding voor het groeiseizoen

| uit: watergebruik                                                                                                                                    | omvang bron<br>(m <sup>3</sup> )                                     | afvoer via                                       | in: aanvoer van water                                                                                                             | omvang<br>(m <sup>3</sup> ) | bron                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| verdamping gewas excl. beregening<br>consumptieaardappel: 10 ha x 305 mm<br>prei: 1 ha x 195 mm<br>fruitteelt: 5 ha x 605 mm<br>gras: 29 ha x 410 mm | 30.500 bodemw.<br>1.950 bodemw.<br>30.250 bodemw.<br>118.900 bodemw. | atmosfeer<br>atmosfeer<br>atmosfeer<br>atmosfeer | * aanvulling van bodemwater via neerslag: 46 ha x 323 mm<br>aanvulling bodemwater uit mest                                        | 148.580<br>500              | neerslag<br>mestkelder               |
| beregening<br>aardappel: 10 ha x 40 mm<br>prei: 1 ha x 40 mm<br>gras: 9 ha x 20 mm                                                                   | 4.000 grondw.<br>400 grondw.<br>1.800 grondw.                        | atmosfeer<br>atmosfeer<br>atmosfeer              | spoelwater produkten terug op perceel<br>koelwater terug naar grondwater / over perceel                                           | 0<br>0                      | afvalw. spoelen<br>restwater koeling |
| spoelen produkten<br>prei 0,25 ha x 816 m <sup>3</sup>                                                                                               | 204 leidingw.                                                        | oppervl.w.                                       | * aanvulling via grondwater (kwel)<br>aanvulling via aanvoer oppervlaktewater<br>* infiltratie<br>beregening uit oppervlaktewater | P.M.<br>0                   | P.M.<br>oppervl.w.<br>oppervl.w.     |
| * drinkwater koeien: 85 l/d/d x 55 dieren x 180 dgn<br>reinigingswater stal koeien<br>spoelen melkmachine -tank en -stal                             | 853 oppervl.w.<br>5 grondw.<br>200 leidingw.                         | bodem/produkt<br>mestkelder<br>mestkelder        | aanvulling uit neerslagreservoir (beregening, spoelen, reinigen)                                                                  | 0                           | neerslagreservoir                    |
| koelwater voor produkten en mest                                                                                                                     | 0 grondw.                                                            | grondw.                                          |                                                                                                                                   |                             |                                      |
| afvoer via oppervlaktewater<br>afstroming verhard opp.: 1 ha x 323 mm (neerslag)<br>oppervlaktige afstroming perceel<br>drainage en ontwatering      | 3.230 neerslag<br>P.M. bodemw.                                       | oppervl.w.<br>oppervl.w.                         |                                                                                                                                   |                             |                                      |
| opvang van water in neerslag reservoir                                                                                                               | 0 neerslag                                                           | neerslagres.                                     |                                                                                                                                   |                             |                                      |
| * afvoer via grondwater (wegzijting)                                                                                                                 | P.M. bodemw.                                                         | oppervl.w.                                       |                                                                                                                                   |                             |                                      |
| totaal watergebruik                                                                                                                                  | 192.292 + P.M.                                                       |                                                  | totaal aanvulling van bodemwater                                                                                                  | 149.080 + P.M.              |                                      |

## Waterboekhouding voor het winterseizoen

| uit: watergebruik                                                                                                                                   | omvang bron<br>(m <sup>3</sup> )                                | afvoer via                                       | in: aanvoer van water                                                                                                                               | omvang<br>(m <sup>3</sup> ) | bron                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|
| verdamping gewas / bodem<br>gras: 29 ha x 86 mm<br>prei: 1 ha x 50 mm<br>fruitteelt: 5 ha x 50 mm<br>* kale grond: 10 ha x 43 mm                    | 24.940 bodemw.<br>500 bodemw.<br>4.500 bodemw.<br>4.300 bodemw. | atmosfeer<br>atmosfeer<br>atmosfeer<br>atmosfeer | * aanvulling van bodemwater via neerslag: 46 ha x 451 mm<br>spoelwater produkten terug op perceel<br>koelwater terug naar grondwater / over perceel | 207.460<br>0<br>0           | neerslag<br>afvalw. spoelen<br>restwater koelen |
| spoelen produkten<br>0,75 ha x 816 m <sup>3</sup>                                                                                                   | 612 leidingw.                                                   | oppervl.w.                                       |                                                                                                                                                     |                             |                                                 |
| drinkwater koeien: 75 l/d/d x 55 dieren x 180 dgn<br>reinigingswater stal koeien<br>spoelen melkmachine -tank en -stal                              | 752 oppervl.w.<br>15 grondw.<br>200 leidingw.                   | perceel, produkt<br>mestkelder<br>mestkelder     | * aanvulling via grondwater (kwel)<br>* aanvulling via aanvoer oppervlaktewater (infiltratie)                                                       | P.M.<br>P.M.                | P.M.<br>oppervl.w.                              |
| koelwater voor produkten en mest                                                                                                                    | 0 grondw.                                                       | grondw.                                          |                                                                                                                                                     |                             |                                                 |
| afvoer via oppervlaktewater<br>afstroming verhard opp.: 1 ha x 451 mm (neerslag)<br>* oppervlaktige afstroming perceel<br>* drainage en ontwatering | 4.510 neerslag<br>P.M. bodemw.                                  | oppervl.w.<br>oppervl.w.                         |                                                                                                                                                     |                             |                                                 |
| opvang van water in neerslag reservoir                                                                                                              | 0 neerslag                                                      | neerslagres.                                     |                                                                                                                                                     |                             |                                                 |
| * afvoer via grondwater (wegzijting)                                                                                                                | P.M. bodemw.                                                    | oppervl.w.                                       |                                                                                                                                                     |                             |                                                 |
| totaal watergebruik                                                                                                                                 | 40.329 + P.M.                                                   |                                                  | totaal aanvulling van bodemwater                                                                                                                    | 207.460 + P.M.              |                                                 |

## **BIJLAGE 5** Lijst met maatregelen

### **1 Toelichting**

In deze bijlage beschrijven we concrete maatregelen in de bedrijfsvoering die agrariërs kunnen nemen om verdroging terug te dringen en/of om in te spelen op natte situaties. De beschrijving van iedere maatregel begint met een zogenaamde codebalk. In deze balk vatten we de relevante informatie van deze maatregel samen. In §2 van deze bijlage lichten we de betekenis van de coderingen in deze balk toe. De codebalk verschaft inzicht in de effectiviteit en de inpasbaarheid in de bedrijfsvoering van de maatregelen.

Na de codebalk volgt een beschrijving van de maatregel. In deze beschrijving staat, naast een uitleg over de maatregel, ook nadere informatie ter toelichting op de codering in de codebalk.

We hebben de maatregelen gerangschikt aan de hand van de wijze waarop de maatregel een bijdrage levert aan verdrogingsbestrijding (zie §2.2 in deze bijlage).

Om het zoeken naar bepaalde maatregelen in deze bijlage te vergemakkelijken hebben we in bijlage 7 een aantal zoekleutels opgenomen:

- per type watergebruik;
- per type bijdrage aan verdrogingsbestrijding;
- per bedrijfstak.

### **2. Codebalk**

Per onderdeel van de codebalk geven we een korte toelichting. In tabel B.11 vatten we deze toelichting samen.

#### **2.1 Watergebruik**

We geven aan voor welke type(n) watergebruik (zie hoofdstuk 2 van de hoofdtekst) de maatregel relevant is. We onderscheiden de volgende typen watergebruik:

- G gewasverdamping en ontwatering;
- Sp spoelen van produkten;
- St watergebruik in de stal;
- K koeling.

Wanneer een maatregel ook een bijdrage levert aan het verminderen van (het risico op) droogteschade, geven we achter de code een +.

#### **2.2 Verdroging**

We geven aan op welke wijze een maatregel een bijdrage aan verdrogingsbestrijding kan leveren. We onderscheiden de volgende categorieën:

- 0 geen bijdrage;
- I terugdringing gebruik grond- en oppervlaktewater;
- II verhoging van de grondwaterstand;
- III aanvulling van grondwater;
- IV terugdringing gebruik leidingwater;

- V inspelen op natte situaties;
- VI vermindering afhankelijkheid gebiedsvreemd water.

De categorie vermindering afhankelijkheid gebiedsvreemd water hebben we slechts bij een beperkt aantal maatregelen aangegeven. In hoofdstuk 4 hebben we al aangegeven dat veel maatregelen die betrekking hebben op gewasverdamping en ontwatering (code G) ook een bijdrage kunnen leveren aan het verminderen van de afhankelijkheid van gebiedsvreemd water. We hebben daarom deze categorie alleen vermeld bij die maatregelen, die een specifieke en naar verhouding grote bijdrage kunnen leveren aan het verminderen van de afhankelijkheid van gebiedsvreemd water of die daar een alternatief voor kunnen vormen (bijvoorbeeld opslaan neerslag).

### 2.3 Type maatregel

In Buys e.a. (1993) is een milieustrategie ontwikkeld. Voor deze milieustrategie is eveneens een indeling gemaakt in het type maatregelen. We geven voor alle maatregelen aan in welke categorie zij vallen. Deze informatie is van belang bij het zoeken van de juiste maatregelen en de inpassing ervan in een plan van aanpak (zie hoofdstuk 4). We onderscheiden de volgende categorieën:

- Pr de maatregel is preventief, maakt het mogelijk een bepaald type watergebruik te stoppen danwel te verminderen;
- Alt de maatregel is een alternatief (in de regel minder verdrogend) voor een bepaald type watergebruik;
- Mm de maatregel is een 'minst milieubelastend' alternatief voor een type watergebruik. De maatregel leidt tot een verminderde bijdrage aan verdroging van het betreffende type watergebruik.

### 2.4 Afwenteling

Hier geven we aan of toepassing van de maatregel kan leiden tot een grotere milieubelasting op een ander milieu-terrein (bijvoorbeeld bestrijdingsmiddelengebruik of energieverbruik). We geven dit globaal weer. Of de afwenteling daadwerkelijk plaatsvindt, zal van geval tot geval verschillen. In de beschrijving van de maatregel geven we aan voor welke milieuterreinen afwenteling aan de orde is. We geven de volgende codes:

- + we verwachten geen afwenteling;
- we verwachten afwenteling.

Wanneer het optreden van afwenteling sterk van een bepaalde situatie afhankelijk is, geven we dit weer met +/-.

### 2.5 Technisch uitvoerbaar

We geven aan of de voor de maatregel benodigde techniek beschikbaar is. We onderscheiden de volgende codes:

- + techniek beschikbaar;
- techniek (nog) niet beschikbaar.

### 2.6 Economische haalbaarheid

We geven aan of uitvoering van de maatregel tot minder of juist extra kosten kan leiden. Of dit effect daadwerkelijk optreedt, is sterk afhankelijk van de individuele bedrijfssituatie. We onderscheiden de volgende codes:

- + kan tot kostenbesparing leiden;
- 0 kan zonder extra kosten;
- kan tot extra kosten leiden.

Vaak geven we een combinatie van deze codes, waarmee we willen aangeven dat we verwachten dat de economische inpasbaarheid binnen het aangegeven traject valt.



## 2.7 Acceptatie

Van iedere maatregel hebben we ingeschat of er onder agrariërs draagvlak is voor de maatregel. De gesprekken met de werkgroep van agrariërs en de workshop vormen een belangrijke informatiebron voor deze inschatting.

We onderscheiden de volgende codes:

- + wel draagvlak / wordt al toegepast;
- 0 neutraal;
- geen draagvlak / sluit niet aan bij huidige praktijk.

Een combinatie van codes geeft aan dat het verwachte draagvlak uiteenloopt; meestal zal dit verschillen tussen de bedrijfstakken waarvoor de maatregel relevant is (zie §2.8 van deze bijlage).

## 2.8 Bedrijfstak

We geven weer voor welke bedrijfstak een maatregel relevant kan zijn. Wanneer de maatregel goed toepasbaar is in een bepaalde bedrijfstak, geven we dit weer met een + achter de code voor die bedrijfstak. Wanneer een maatregel in theorie wel relevant voor een bedrijfstak is, maar gezien de huidige praktijk in die bedrijfstak zeer slecht toepasbaar is, geven we dit weer met een - achter de code. We onderscheiden de volgende codes:

- A akkerbouw (inclusief maïs);
- Vg vollegrondsgroenteteelt;
- B bloembollenteelt;
- F fruitteelt;
- Mv melkveehouderij (exclusief maïs);
- Iv intensieve veehouderij.

## 2.9 Bodemtype

We geven aan voor welk bodemtype de maatregel relevant kan zijn. Dit hangt niet alleen samen met de eigenschappen van een bodemtype, maar ook met het agrarisch gebruik van dit bodemtype. We onderscheiden de volgende codes:

- z zandgronden;
- k kleigronden (inclusief löss);
- v veengronden.

Wanneer een maatregel slechts incidenteel relevant is voor een bepaalde grondsoort, zetten we de code tussen haakjes.

Tabel B.11 Verklaring van de codes in de codebalk

| naam                                                                                                                                            | omschrijving                                                                         | code | betekenis                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------|
| Watergebruik                                                                                                                                    | type watergebruik waarop de maatregel betrekking heeft                               | G    | gewasverdamping en ontwatering                       |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | Sp   | spoelen van produkten                                |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | St   | watergebruik in de stal                              |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | K    | koeling                                              |
| indien de maatregel leidt tot vermindering van (het risico op) droogteschade staat een + achter de code                                         |                                                                                      |      |                                                      |
| Verdroging                                                                                                                                      | geeft aan op welke manier de maatregel bijdraagt aan het terugdringen van verdroging | 0    | geen bijdrage                                        |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | I    | terugdringing gebruik grond- en oppervlaktewater     |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | II   | verhoging van de grondwaterstand                     |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | III  | aanvulling van grondwater                            |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | IV   | terugdringing gebruik leidingwater                   |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | V    | inspelen op natte situaties                          |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | VI   | vermindering afhankelijkheid gebiedsvreemd water     |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      |      |                                                      |
| Type maatregel                                                                                                                                  | geeft aan hoe maatregel in milieustrategie wordt gekwalificeerd                      | Pr   | de maatregel is preventief                           |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | Alt  | de maatregel is een alternatief                      |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | Mm   | de maatregel is de minst milieubelastende variant    |
| Afwenteling                                                                                                                                     | geeft aan of er afwenteling naar andere milieuterreinen optreedt                     | +    | geen afwenteling                                     |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | -    | wel afwenteling                                      |
| Technisch uitvoerbaar                                                                                                                           | geeft aan of techniek beschikbaar is                                                 | +    | wel beschikbaar                                      |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | -    | niet beschikbaar                                     |
| Economisch haalbaar                                                                                                                             | geeft aan of de maatregel economisch haalbaar is                                     | +    | kan tot kostenbesparing leiden                       |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | 0    | kan zonder extra kosten                              |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | -    | kan tot extra kosten leiden                          |
| Acceptatie                                                                                                                                      | geeft aan of er voor maatregel onder agrariërs draagvlak is                          | +    | wel draagvlak / wordt al toegepast                   |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | 0    | neutraal                                             |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | -    | geen draagvlak / sluit niet aan bij huidige praktijk |
| Bedrijfstak                                                                                                                                     | geeft aan voor welke bedrijfstak de maatregel relevant is                            | A    | akkerbouw (inclusief maïs)                           |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | Vg   | vollegrondsgroenteteelt                              |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | B    | bloembollenteelt                                     |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | F    | fruitteelt                                           |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | Mv   | melkveehouderij (exclusief maïs)                     |
|                                                                                                                                                 |                                                                                      | Iv   | intensieve veehouderij                               |
| een plus (+) of min (-) achter de bedrijfstak geeft aan of de maatregel goed respectievelijk slecht toepasbaar is in de betreffende bedrijfstak |                                                                                      |      |                                                      |

|           |                                                           |             |                      |
|-----------|-----------------------------------------------------------|-------------|----------------------|
| Bodemtype | geeft aan voor welk bodemtype<br>de maatregel relevant is | z<br>k<br>v | zand<br>klei<br>veen |
|-----------|-----------------------------------------------------------|-------------|----------------------|

Een "7" in de codebalk betekent dat er onvoldoende informatie voor handen is om te kunnen toetsen. Zie §2 in deze bijlage voor nadere toelichting.

### 3. Maatregelen

Hieronder geven we de maatregelen weer. Iedere maatregel heeft een nummer, dat correspondeert met de overzichten in hoofdstuk 4 van de hoofdtekst en bijlage 6.

#### 1 Aangepaste bemesting

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | I          | Pr        | +           | +    | +     | 0          | A,Vg,B,F,Mv | z,k,v     |

Via de beschikbaarheid en onderlinge verhouding van stikstof en fosfaat kan de ontwikkeling van het gewas worden gestuurd. Hiermee kan ook invloed op het watergebruik worden uitgeoefend. Stikstof stimuleert de vegetatieve ontwikkeling van een gewas, fosfaat stimuleert de wortelontwikkeling. Een mindere vegetatieve ontwikkeling vermindert de verdamping; een betere ontwikkeling van het wortelstelsel bevordert de vochtopname. Ook het moment van bloeien, en daarmee het moment van afrijpen, van een gewas kan worden beïnvloed. Zo kan de lengte van de groeiperiode en daarmee het watergebruik worden gestuurd. Bijkomend voordeel van een vegetatief minder ver ontwikkeld gewas is dat deze over het algemeen minder ziektegevoelig is. De vochtbehoefte en het watergebruik van een gewas wordt zo een nieuw afwegingscriterium (naast gewasproductie, kostenefficiëntie en mineralenbenutting) bij het bepalen van de bemestingsstrategie.

We zien de volgende mogelijkheden om de verhouding tussen fosfaat en stikstof in de bodem te beïnvloeden:

- telen van een voorvrucht die weinig stikstof achterlaat;
- gebruik van minder snelwerkende mest zodat de mineralen pas in de loop van het groeiseizoen beschikbaar komen;
- verlaging van de stikstofgift.

Bij gras is ook een juiste kali-bemesting van belang. Bij een tekort aan kali kunnen de huidmondjes zich in droge periodes onvoldoende sluiten, waardoor extra verdamping en daardoor eerder droogteschade optreedt.

#### 2 Groeiperiode verschuiven

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak    | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|----------------|-----------|
| G+        | I          | Pr        | +           | +/-  | +     | 0          | A,Mv,Vg-,F-,B- | z,k,v     |

De groeiperiode van het gewas en/of de teelt kan zo gekozen worden dat deze zoveel mogelijk valt in de periode met neerslagoverschot. Wateronttrekking aan de bodem in droge perioden neemt hierdoor af, zodat de grondwaterstand in droge perioden minder daalt. De optimale benutting van het neerslagoverschot dient dan wel gecombineerd met peilbeheer te gebeuren. We zien de volgende theoretische mogelijkheden (Aarts & Grashoff 1993):

- Bij graan is het verstandig het groeiseizoen zo veel mogelijk te verschuiven naar herfst en voorjaar, door wintergranen te kiezen of door zomergranen vroeg in het voorjaar te zaaien en vroeg oogstbare rassen te kiezen.
- Door beperking van de stikstofbemesting van maïs en door het gebruik van minder zaaizaad kan worden voorkomen dat een snelle begingroei de vochtvoorraad in de bodem te snel uitput.
- Voor grasland kan de produktie zoveel mogelijk naar het voorjaar worden verschoven door een relatief zware stikstofbemesting van de eerste en tweede snede. Een zware bemesting van de eerste snede gras dient wel gepaard te gaan met een voldoende zware oogst. Per kg droge stof wordt dan, vergeleken met een droge zomerperiode, minder water gebruikt (Vellinga 1996).

Deze maatregel is niet van toepassing in de fruitteelt en maar moeilijk inpasbaar in de vollegrondsgroenteteelt en bollenteelt. In de vollegrondsgroenteteelt worden vaak meerdere gewassen achter elkaar geteeld. De groeiperioden van gewassen in de bollenteelt zijn sterk gebonden aan het seizoen (daglengte, temperatuur).

Verschuiving is in Nederland beperkt mogelijk daar de groeiperiode van gewassen sterk gekoppeld is aan warmte (en dus aan de periode na april). Bovendien brengt verschuiving naar het voorjaar extra risico op schade door slecht weer met zich mee.

### 3 Verminderen vochtbehoefte door ras- en gewaskeuze

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | I          | Pr        | +           | +/-  | +/-   | +          | A,Vg,B,F,Mv | z,k,v     |

Het watergebruik kan sterk variëren tussen rassen en gewassen. Door rassen en/of gewassen te kiezen die weinig verdampen kan verdroging worden tegengegaan. Bovendien kan hiermee droogteschade worden voorkomen en neemt de behoefte aan beregening af. Het watergebruik is van een aantal factoren afhankelijk. De belangrijkste twee zijn:

- de lengte van de groeiperiode;
- de waterbenuttingsefficiëntie (kg droge stof per liter water).

In tabel B.3 (bijlage 3) zijn het waterverbruik en de waterbenuttingsefficiëntie van verschillende voedergrassen weergegeven. Uit de tabel blijkt dat er grote verschillen in waterbehoefte tussen rassen bestaan. Maïs en GPS scoren goed, met name luzerne scoort slecht. Luzerne gebruikt 1,5 x zoveel water voor de produktie van 1 kg droge stof als maïs. Bijkomend voordeel van inzaaien van GPS in het najaar is dat het wind/waterosie kan verhelpen op percelen die daar gevoelig voor zijn.

Ook binnen gewassen bestaan verschillen in droogtegevoeligheid. Zo kunnen bij aardappels rassen als Roxy, Santé of Nicola met minder N volstaan dan Bintje. Daardoor hebben ze een minder uitbundige loofontwikkeling, waardoor ze ook minder water nodig hebben. Uit modelberekeningen (Haverkort & Goudriaan 1993) blijkt er ook een duidelijk verschil in het totale waterverbruik te bestaan tussen vroege en late rassen. Vroege rassen verdampen volgens de berekeningen gemiddeld circa 190 mm, terwijl late rassen gemiddeld circa 320 mm verdampen. Dit verschil wordt met name veroorzaakt door de lagere opbrengst van vroege rassen en in mindere mate door de waterbenuttingsefficiëntie.

Daarnaast zijn er bijvoorbeeld grassoorten die beter bestand zijn tegen droogte en hogere temperaturen dan de raaigrassen, die tegenwoordig het meest worden gebruikt. Deze soorten, zoals kropaar en rietzwenk, hebben echter het nadeel van een mindere voederkwaliteit. Momenteel vindt onderzoek plaats naar de mogelijkheden om door veredeling deze negatieve eigenschappen te verbeteren (De Munnik 1995).

De kennis over droogteresistentie van gewassen is echter nog beperkt. Er zijn (nog) maar weinig alternatieve gewassen beschikbaar.

Vaak is de opbrengst in kg droge stof bij minder droogtegevoelige gewassen lager dan bij meer droogtegevoelige gewassen, waardoor een afweging gemaakt moet worden tussen oogstzekerheid en een zo hoog mogelijke opbrengst.

#### 4 Niet of minder beregenen

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | I          | Pr        | +/-         | +/-  | +/-   | +/-        | A,Vg,B,F,Mv | k,v,z     |

Door minder of niet meer te beregenen is er minder water voor de plant beschikbaar, zodat de plant minder water verdampt. Hierdoor kan de plant niet meer optimaal produceren, waardoor de produktie afneemt. Dit hoeft overigens niet altijd te leiden tot een verslechtering van het bedrijfsresultaat. Aan beregening zijn immers ook kosten verbonden (arbeid, energie, onderhoud, kapitaal). Met name in teelten waarbij de rentabiliteit van beregening gering is, kan worden overwogen om minder of helemaal niet meer te beregenen. Met name het beregenen van grasland wordt als weinig rendabel aangemerkt (Gabriëls & Kabat 1990). Bij de afweging om al of niet grasland te beregenen is de benutting van mineralen ook van belang (Noij e.a. 1995).

Daarnaast is het mogelijk de efficiëntie van beregening te vergroten, waardoor minder water verloren gaat. Hierdoor neemt de gewasverdamping niet of nauwelijks af, terwijl toch kan worden bespaard op de hoeveelheid onttrokken grondwater. Zie maatregelen 9 t/m 20 en 22.

#### 5 Ondiepe grondbewerking (mechanisch wieden)

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | I          | Pr        | +           | +/-  | +     | +          | A+Vg+B+     | z,k,v     |

Door de bovenste laag van de bodem aan het begin van de droge periode los te maken wordt het contact tussen de bovenste laag en de bodem daaronder verbroken, waardoor bodemwater niet meer naar het bodemoppervlak kan opstijgen, zodat de verdamping van het bodemoppervlak vermindert. Een dergelijke bewerking heeft tevens een onkruidbestrijdend effect. Daardoor wordt de gewasverdamping van onkruid tegengegaan (Cultuurtechnisch Vademecum 1992).

Deze maatregel is ook vanuit het oogpunt van het gebruik van bestrijdingsmiddelen aan te bevelen boven chemische onkruidbestrijding.

Mechanisch wieden vraagt meer arbeid dan het gebruik van bestrijdingsmiddelen. Ook is het nodig te investeren in apparatuur waarmee mechanisch onkruid kan worden bestreden. Daarentegen spaart de boer bestrijdingsmiddelen uit.

Deze maatregel is niet relevant voor fruitteelt en grasland, omdat daar de gehele bodem bedekt is met een bodembedekker en/of gewas.

#### 6 Groenbemester zo vroeg mogelijk onderwerken

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | I          | Pr        | +/-         | ?    | +     | +          | A+,Vg,B     | z,k,v     |

Het vocht dat een groenbemester in het voorjaar verdampt is niet meer beschikbaar voor het gewas dat na de groenbemester wordt verbouwd. Door de groenbemester al vroeg (januari of februari) onder te werken of te mulchen wordt het vochtgebruik door de groenbemester tegengegaan (verdamping van kale grond is minder dan gewasverdamping). Door een groenbemester te kiezen die doodvriest (bijvoorbeeld phacelia) wordt voorkomen dat het gewas veel water verdampt zonder dat de mulch-werking verloren gaat. Doordat het gewas meer vocht ter beschikking heeft, wordt het moment dat eventueel beregening nodig is uitgesteld.

Door vroeg onderwerken kan de mineralisatie eerder op gang komen, waardoor het gewas in een tijdig stadium kan profiteren van de mineralen uit de groenbemester. Dit kan, afhankelijk van de situatie en het gewas, zowel gunstig (zie maatregel 2) als ongunstig zijn (zie maatregel 1). Deze maatregel is vanzelfsprekend alleen relevant in de bedrijfstakken waarin groenbesters worden geteeld.

## 7 Aankoop (extra) ruwvoer

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | I          | Alt       | +/-         | +/-  | +     | 0          | Mv          | z         |

In de melkveehouderij wordt grasland beregend om in de ruwvoerbehoefte van het vee te voorzien. In plaats van te beregenen kan een agrariër (gedeeltelijk) overgaan op de aankoop van ruwvoer. Vanuit het oogpunt van verdroging is dat alleen een optie als het ruwvoer uit een gebied afkomstig is waar verdroging geen probleem is (of waar beregening niet bezwaarlijk is). Een nadeel is dat de agrariër afhankelijk(er) wordt van de markt wat betreft ruwveerprijzen en de kosten voor mestafvoer. Vanwege een lagere gewasproductie neemt bij gelijkblijvende melkproductie de noodzaak tot mestafvoer toe. Hierdoor neemt schommeling in het bedrijfsresultaat toe, en daarmee ook het bedrijfsrisico (Noij e.a. 1995).

## 8 Verzekering tegen droogteschade

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | I          | Alt       | +           | 0    | ?     | 0/-        | Mv,A,Vg,B,F | z,k,v     |

Voor een agrariër is beregening een manier om zich te verzekeren tegen de negatieve gevolgen van droogte op de produktie. Een alternatief voor beregening als verzekering tegen droogteschade zou een financiële verzekering tegen droogteschade kunnen zijn. De agrariër betaalt jaarlijks een premie. Indien droogteschade optreedt krijgt hij de schade uit het fonds vergoed. De agrariër hoeft niet meer te beregenen. Deze maatregel bestaat (nog) niet. Het CLM onderzoekt momenteel de mogelijkheden voor een dergelijke maatregel. We onderscheiden twee mogelijkheden:

1. Een bedrijf met beregeningsinstallatie kan een verzekering afsluiten voor een scherpere beregeningsstrategie. Bijvoorbeeld door de start van beregenen te verschuiven van pF 2.7 naar pF 3.0 (bij gras). Dit leidt tot minder, maar wel grotere, giften. Het risico op droogteschade neemt toe.
2. Een bedrijf zonder beregeningsinstallatie of met een oude die moet worden vervangen, kan kiezen tussen of verzekeren of een nieuwe installatie aanschaffen.

De keuze voor verzekering zal in de praktijk niet snel worden genomen vanwege emotionele aspecten en de geheel andere benadering van landbouwproductie die dat met zich meebrengt. De eerste reacties op de maatregel zijn terughoudend.

## 9 Bij lage windsnelheden beregenen

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | I          | Mm        | +           | +/-  | +     | +          | A,Vg,B,F,Mv | z,k,v     |

Door alleen bij lage windsnelheden te beregenen kunnen de verwaaiingsverliezen en de verliezen door ongelijke verdeling over het perceel worden beperkt. Er bestaan instrumenten om de beregeningsinstallatie automatisch af te laten slaan bij te hoge windsnelheden. De maatregel is met name van belang bij beregeningskanonnen. In sommige gevallen is het niet mogelijk om alleen bij lage windsnelheden te beregenen omdat de waterbehoefte van het gewas zo hoog is dat niet meer gewacht kan worden op lagere windsnelheden. De maatregel kan in principe in alle bedrijfstakken worden toegepast.

## 10 's Avonds of 's nachts beregenen

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | I          | Mm        | +           | 0    | +     | 0/-        | A,Mv,F,B,Vg | z,k,v     |

Door 's avonds of 's nachts te beregenen gaat over het algemeen minder water verloren. Dit komt door de gemiddeld lagere windsnelheid, temperatuur en zoninstraling. De waterbesparing die de maatregel oplevert is omstreden en varieert van 25% (Gabriëls & Kabat 1990) tot hooguit enkele procenten (Huinink 1996; Van Bakel 1996). Daar staat tegenover dat er 's nachts juist extra waterverlies op kan treden doordat de afstelling en de werking van de installatie niet goed gecontroleerd kan worden. Daarnaast kan alleen 's nachts beregenen ertoe leiden dat 's nachts te grote giften worden gegeven, hetgeen leidt tot onnodige verliezen. Daarnaast heeft (verplicht) 's nachts beregenen een negatieve invloed op de nachtrust van de boer en van zijn burens (vanwege het geluid).

In de vollegrondsgroenteteelt heeft 's avonds en 's nachts beregenen een extra voordeel. Bij deze teelten kan gewasschade (verbrandingsplekken) en daardoor kwaliteitsverlies optreden wanneer beregend wordt met ijzerhoudend water. Door 's nachts te beregenen kan dit worden voorkomen.

## 11 Efficiënte beregeningsinstallatie

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak  | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|--------------|-----------|
| G         | I          | Mm        | +           | ?    | +     | +          | A,Mv,B+F+Vg+ | z,k,v     |

Beregenen kan met verschillende soorten installaties. De keuze van het type beregeningsinstallatie is van invloed op een efficiënte benutting van het beregeningswater (en zou moeten worden meegenomen in de criteria voor aanschaf).

Een te grote energie van de opvallende druppels (afhankelijk van de valhoogte en van de grootte van de druppels) kan leiden tot erosie, uitspoeling, korstvorming en verslumping van de bodem. Vanuit het oogpunt van benutting heeft een verdeling met kleine druppels en een lage intensiteit (watergift per tijdseenheid) de voorkeur (Bosma & Liefertink 1990). Sproeibomen en druppelinstallaties zijn hier te verkiezen boven sproeikanonnen. Bovendien wordt het water bij een sproeiboom op minder grote hoogte versproeid waardoor de verwaaiingsverliezen, vergeleken met een sproeikanon, beperkt kunnen worden. Sproeibomen worden vooral toegepast in de intensieve akkerbouw.

Druppelinstallaties zoals die in de fruitteelt worden gebruikt zijn het meest efficiënt. Door boomsgewijze bevochtiging is er minder water nodig dan bij beregening. Bovendien is er geen risico op vruchtverruwing) Druppelirrigatie is in de meeste teelten echter economisch of bedrijfstechnisch niet mogelijk.

## 12 Gieten in plaats van beregenen

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | I          | Alt       | +           | -    | +     | ?          | Vg+F+       | z,k,v     |

In de fruitteelt is beregening van nieuwe planten weinig efficiënt. Het oppervlak dat door beregening van water wordt voorzien is ongeveer 30 keer groter dan het oppervlak van het plantgat. Door met een tank met water langs de aanplant te rijden en gericht met een slang alleen in de plantgaten water te geven wordt het water efficiënter benut.

In de vollegrondsgroenteteelt is eenzelfde soort waterbesparing te behalen door prei aan te gieten in plaats van te beregenen (Van der Avoird 1996).

Nadeel is dat deze methode arbeidsintensiever is. Wanneer een druppelinstallatie op het bedrijf aanwezig is, is dit een goed alternatief voor gieten.

## 13 Afstellen beregeningsinstallatie

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak  | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|--------------|-----------|
| G+        | I          | Mm        | +           | +    | +     | +          | A+Vg+B+F+Mv+ | z,k,v     |

Door de afstelling van de beregeningsinstallatie te controleren is het mogelijk een scheve verdeling van de gift over het perceel op te sporen. Vaak is het eenvoudig de installatie opnieuw af te stellen. Uit een praktijkproef met de beregeningsplanner (Boland e.a. 1996) bleek dat hiermee eenvoudig een betere verdeling van de gift kan worden bereikt, zodat onnodige verliezen worden tegengegaan. Dit is economisch zeer interessant. Ook kan zo (een gedeelte van) de mineralenuitspoeling op eenvoudige wijze worden voorkomen.

## 14 Beregenen met computergestuurde technieken

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak  | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|--------------|-----------|
| G         | I          | Pr        | +           | 0/+  | +     | +          | A,Mv,F,Vg+B+ | z,k,v     |

In de tuinbouw wordt steeds meer gebruik gemaakt van computergestuurde technieken (op haspel met sproei-boom). De beregeningsgift op een perceel kan per gedeelte van het perceel worden afgestemd op de vochtbehoefte van het gewas (afhankelijk van voorgaande giften, ontwikkeling van het gewas, worteldiepte of bodemeigenschappen). Zo kan optimaal worden beregend, zeker wanneer deze maatregel wordt gecombineerd met een optimale giftgrootte en beregeningstijdstip (zie maatregel 16). Deze maatregel is vooral relevant voor gewassen waarbij het rendement van beregening hoog is.



## 15 Rendementsberekening van beregeningsinstallatie

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | I          | Alt       | +           | 0/+  | +     | ?          | A,Mv+       | z,k,v     |

Op veel bedrijven is een beregeningsinstallatie aanwezig zonder dat deze werkelijk rendabel is. Slechts omdat de installatie er nu eenmaal is, zijn de kosten van gebruik relatief laag. Het (laten) maken van een rendementsberekening van een beregeningsinstallatie kan een agrariër doen afzien van het besluit tot aanschaf of vervanging ervan. Die investering weegt dan zwaarder dan de opbrengstderiving. Dit is relevant voor de bedrijfstak waar het rendement van beregening in een aantal gevallen beperkt kan zijn: melkveehouderij en akkerbouw.

## 16 Optimale giftgrootte en beregeningstijdstip

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak  | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|--------------|-----------|
| G         | I          | Mm        | +           | +    | +     | 0/+        | Mv+A+Vg+B+F+ | z,k,v     |

Door beregeningsgift en -tijdstip af te stellen op de vochtbehoefte van het gewas en het vochthoudend vermogen van de wortelzone kan een agrariër zorgen dat hij niet te vroeg of te veel beregent, zodat er geen water verloren gaat door uitspoeling naar de ondergrond. Hiervoor is het nodig dat een agrariër kan bepalen wat de vochttoestand van de bodem in de wortelzone is. Dit kan met behulp van een tensiometer of een beregeningsplanner:

- tensiometer: In de (glas)tuinbouw gebruikt men hiervoor tensiometers, waarmee men direct de uitdrogingsgraad van de bodem kan meten. Voor gras- en bouwland zijn tensiometers minder geschikt. Tensiometers belemmeren de werkzaamheden op het perceel aanzienlijk. Ook zijn de kosten voor betrouwbare metingen hoog.
- beregeningsplanner: Voor toepassing op gras- en bouwland heeft het CLM een beregeningsplanner ontwikkeld, een waterboekhouding gebaseerd op de waterbalans van de wortelzone. Hiermee kan een agrariër op zijn eigen bedrijf het optimale beregeningstijdstip en de bijbehorende giftgrootte bepalen. In de praktijk blijkt de beregeningsplanner te leiden tot een efficiënter gebruik van het verregende water (Boland e.a. 1996).

## 17 Op strategische momenten beregenen

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak  | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|--------------|-----------|
| G         | I          | Mm        | +           | 0/+  | +     | 0/+        | A+Vg+B+F+Mv+ | z,k,v     |

Iedere teelt kent een of meer strategische momenten voor beregening. Dit zijn de stadia in de ontwikkeling van het gewas waarin het wel of niet beregenen een groot verschil in opbrengst tot gevolg heeft. Deze momenten verschillen per gewas en worden mede bepaald door de verdamping en de droogteresistentie van de gewassen. Het Cultuurtechnisch Vademecum (1992) geeft voor een aantal gewassen gevoelige perioden.

Door de beregening te beperken tot deze strategische momenten in de teelt, kan de totale hoeveelheid gebruikt beregeningswater worden beperkt, zonder dat de opbrengst van het gewas sterk terugloopt. Het is dan wel van belang om bijtijds na te gaan of beregening noodzakelijk is, zodat een vochttekort op het strategische moment kan worden voorkomen. Wanneer het gewas (gedeeltelijk) afsterft, leidt dit meestal tot mineralenverliezen, omdat nog niet benutte en niet oogstbare mineralen vrijkomen.

Een strategisch moment voor beregening kan ook samenhangen met fytosanitaire overwegingen. In de aardappelteelt moet ter voorkoming van schurft de bodem vochtig worden gehouden in de periode waarin de knolzetting begint (De Jong 1985).

Hieronder geven we voor enkele gewassen aan wat de strategische momenten zijn.

| Gewas         | Strategisch moment                                                                |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| grasland:     | bij droogte in het voorjaar na mestinjectie om te voorkomen dat de zode afsterft; |
| graan:        | in de periode van bloei en korrelvulling;                                         |
| maïs:         | rond de bloei;                                                                    |
| aardappelen:  | rond de bloei en knolzetting;                                                     |
| suikerbieten: | tijdens de kieming en tijdens de knolvorming.                                     |

## 18 Niet te vroeg in het seizoen beregenen

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | I          | Mm        | +           | 0/+  | +     | 0/+        | A,Mv,B,Vg,F | z,k,v     |

Wanneer gewassen al vroeg in de ontwikkeling worden beregend, remt dit de wortelgroei, het gewas wordt 'lui'. Dit kan worden vermeden door de eerste beregening zo lang mogelijk uit te stellen. Een betere wortelgroei leidt tot een betere benutting van water en mineralen. De plant zal gezonder zijn en daardoor een betere weerstand hebben tegen ziekten en plagen.

## 19 Overschakelen op andere waterbronnen voor beregening (uit grondwater)

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | I          | Mm        | +/-         | 0/+  | +     | 0/+        | A,Mv,B,F,Vg | z,k,v     |

Beregening met grondwater draagt over het algemeen het meest bij aan verdroging. Het is daarom zinvol andere waterbronnen voor beregening te zoeken. We onderscheiden de volgende mogelijkheden. Het hangt van de situatie af of de mogelijkheid op het bedrijf in aanmerking komt.

- *oppervlaktewater*: Vaak is het verdrogend effect van beregening uit oppervlaktewater geringer dan van beregening uit grondwater. Dan moet echter wel voldoende oppervlaktewater van voldoende kwaliteit beschikbaar zijn. In de gebieden waar beregening uit grondwater plaats vindt, is dat vaak niet het geval en wordt (meer) gebiedsvreemd water aangevoerd. Dat is echter weer ongewenst.
- *neerslagreservoir*: (zie maatregel 39) Beregening met water uit een neerslagreservoir heeft een dubbel positief effect op het bestrijden van verdroging. Enerzijds wordt geen water aan oppervlakte- of grondwater onttrokken. Anderzijds hoeft er minder gebiedsvreemd water te worden aangevoerd.
- *water geleverd uit rabattenbos*: (zie maatregel 47).
- *waterige fractie mest*: (zie maatregel 26).
- *spoelwater en afvalwater op het bedrijf*: Spoelwater (afvalwater) kan in principe voor beregening worden gebruikt. In de praktijk doen zich echter problemen voor die de toepassing kunnen belemmeren:
  - De kwaliteit van het spoelwater (zie maatregel 36);
  - Het tijdstip van spoelen ligt aan het eind van het groeiseizoen. Prei, het belangrijkste gespoelde groentegewas, wordt in de winter en de herfst gespoeld; dan is beregening niet nodig (Soorsma 1996). Dit probleem kan opgelost worden door de opslag van spoelwater;

- de spoelplaats ligt vaak in een bedrijfsgebouw dat ver weg is gelegen van een te beregenen perceel. Vanwege dure infrastructuur is beregening dan economisch niet interessant (Soorsma 1996). Een oplossing hiervoor kan gezocht worden in de aanpassing van het bouwplan of perceelsindeling (zodat de afstand tussen spoelplek en perceel kleiner wordt), of samenwerking met collega's (om de investeringskosten te delen).
- *gezuiverd afvalwater uit industrie*: (Gezuiverd) afvalwater uit de industrie kan in principe gebruikt worden voor beregening, mits het aan de kwaliteitseisen uit de Wet bodembescherming voldoet. In de jaren 60 en 70 is hiermee in Nederland geëxperimenteerd. Ook in het buitenland is de techniek gebruikt. Van 1973 tot 1975 zijn in Veenhuizen (Drenthe) proeven genomen met de verregening van proceswater uit de aardappelmeelindustrie op akkerbouwgronden. Uit de metingen van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater binnen het proefgebied tijdens de verregening van proceswater en daarna is gebleken dat het bodemsysteem 10 mm proceswater volledig zuivert (Drent 1976). Het is onduidelijk of een dergelijk gebruik van afvalwater binnen de huidige wetgeving is toegestaan en wordt toegepast. Omdat industrie en landbouw over het algemeen op grote afstand van elkaar liggen zal de praktische mogelijkheid van de maatregel gering zijn.

## 20 Aanleg windsingels

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak       |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------------|
| G         | I          | Pr,Alt    | +           | 0    | 0     | 0/-        | A,Mv,F,B(-),Vg(-) |

Windsingels kunnen de gewasverdamping beperken. Doordat de windsnelheden tussen windsingels lager zijn, treedt er minder gewasverdamping op. Door de lagere windsnelheden zullen de verliezen door verwaaiing bij beregening lager zijn. Dit leidt tot een geringere vochtbehoefte van het gewas. Windsingels zijn effectief in het beperken van winderosie en drift van bestrijdingsmiddelen (Buys e.a. 1993). Aanleg van windsingels kan de natuurwaarde van een gebied verhogen. Nadelen van deze maatregel zijn: een minder gelijkmatige gewasgroei en ruimtebeslag. In de bollen- en vollegrondsgroenteteelt bestaan mogelijk risico's op een hogere ziektedruk. In de vollegrondsgroenteteelt kan inwaaiend blad een probleem vormen.

## 21 Reiniging en hergebruik van spoelwater

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| Sp        | I          | Mm        | ?           | ?    | ?     | ?          | Vg+B+       | z,k,v     |

Het gebruikte spoelwater kan worden geloosd op het riool, op een perceel en (in sommige gevallen) op het oppervlaktewater. Het is echter ook mogelijk het water op te vangen, te reinigen (voor zover nodig) en opnieuw te gebruiken. Afvalwater kan opnieuw worden gebruikt voor het spoelen van produkten. Dit afvalwater moet worden ontdaan van ongewenste stoffen en materialen (zie maatregel 38). Omdat verse (groente)produkten moeten worden (na)gespoeld met water van drinkwaterkwaliteit is een geheel gesloten recirculatiesysteem in de vollegrondsgroenteteelt niet mogelijk (of is een ontheffing van de Inspectie Gezondheidsbescherming nodig (Landbouw en Water 1995)).

Voordat spoelwater opnieuw gebruikt kan worden, moet het worden gereinigd van:

- a. in het water zwevende stoffen als zand, slib, organische stof, plantenresten;
- b. bacteriën, schimmels en virussen die ziektes kunnen veroorzaken;
- c. voedingsstoffen en gewasbeschermingsmiddelen.

De laatste categorie stoffen is over het algemeen pas problematisch bij lozing op het oppervlaktewater en hoeft voor hergebruik (behalve voor verse groenteprodukten) niet te worden verwijderd. In sommige gevallen zal juist ten gevolge van het hergebruik de concentratie ongewenste stoffen dusdanig groot zijn dat lozing op het oppervlaktewater niet meer mogelijk is. In die situatie zal een agrariër de maatregel niet graag toepassen (Van der Avoird 1996).

Stallen (1995) beschrijft een systeem waarbij een champignon- en een preiteler spoelwater zuiveren, opslaan en hergebruiken. Spoelwater voor prei wordt gereinigd met een zeefbocht en een bezinkbassin. Dit water is geschikt voor beregening en voor het spoelen van prei. De hoge relatief temperatuur ten opzichte van grondwater maakt beregening met gezuiverd spoelwater in het voorjaar aantrekkelijk. Een ander gedeelte van het water wordt na deze voorreiniging gereinigd met een ozon-installatie. Dit water is geschikt in de champignonenteelt.

Ook kan water worden gebruikt voor beregening (zie maatregel 19).

## 22 Locatie van grondwaterwininput veranderen

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak  | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|--------------|-----------|
| G         | I,II       | Mm        | +           | -    | +     | 0          | A+Vg+B+F+Mv+ | z,k,v     |

De grondwaterwininput voor beregening kan zodanig geplaatst zijn dat het effect op de grondwaterstand in een natuurgebied of natuurelement op het bedrijf groot is. De keuze voor een andere locatie, die verder van het natuurgebied is verwijderd, kan het negatieve effect van grondwaterwinning op de grondwaterstand in het natuurgebied beperken. Hiervoor is wel een extra investering nodig.

## 23 Afstroming verhard oppervlak beperken

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak    | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|----------------|-----------|
| G         | II,III     | Pr,Alt    | +/-         | +/-  | +     | 0          | A,Vg,B,F,Mv,lv | z,k,v     |

Op verhard oppervlak (gebouwen, kassen, bestrating) kan geen neerslagwater infiltreren. Neerslag die niet direct verdampt, stroomt oppervlakkig af en wordt (grotendeels) geloosd op het riool of het oppervlaktewater. Op jaarbasis is de neerslag gemiddeld circa 800 mm. Uitgaande van grond begroeid met gras bedraagt de verdamping jaarlijks ca. 500 mm. Dit betekent dat er jaarlijks 300 mm (3000 m<sup>3</sup>/ha) niet infiltreert. Bij kale grond is de verdamping lager en het verschil dus groter. Overigens zal een deel van het neerslagoverschot sowieso oppervlakkig worden afgevoerd, bijvoorbeeld bij hevige buien.

Daarnaast kunnen zo piekafvoeren kleiner worden. Dit maakt het mogelijk om te volstaan met kleiner gedimensioneerde waterlopen(stelsels). Ook dit kan een bijdrage leveren aan de bestrijding van verdroging. We zien twee mogelijkheden om afstroming van verhard oppervlak te beperken:

- **Bestrating vervangen:** Bestrating bestaat vaak uit asfalt of beton. Door dit te vervangen door open klinkers of gras wordt de infiltratie van de neerslag naar de bodem verbeterd. Herbestraten brengt hoge kosten met zich mee. De maatregel is dus vooral zinvol bij veranderingen op het erf. De maatregel is vooral zinvol in hoger gelegen infiltratiegebieden en minder in lage gebieden. In sommige gevallen brengt het vervangen van volledig gesloten bestrating het risico van inspoeling van vervuilende stoffen (lekkende olie, spuitresten) met zich mee en is dan uit het oogpunt van grondwater- en bodemkwaliteit niet gewenst.
- **Afstromend neerslagwater opvangen:** Neerslagwater dat afstroomt via verhard oppervlak kan in een reservoir of poel worden opgevangen, waarna het kan worden gebruikt (zie maatregelen 19, 28, 32, 33 en 61), geïnfiltreerd of geleidelijk worden afgevoerd.

Ook hier is de aanvoer van vervuilende stoffen een aandachtspunt. Bij bestrating is het minder eenvoudig het afstromende water op te vangen in een reservoir omdat dit boven het maaiveld ligt. Dit kan worden opgelost door het water op te vangen in een put en vervolgens in het reservoir te pompen.

## 24 Aanbrengen mulch of folie

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | I,III      | Pr        | +/-         | +/-  | +     | +          | A+Vg+F+B+   | z,k,v     |

Door het bodemoppervlak met mulch (niet verteerd organisch materiaal) of folie te bedekken kan de verdamping vanuit de bodem worden tegengegaan. Mulchen kan door:

- tussen de rijen van een gewas of rond de stammen van fruitbomen aanbrengen van mulch van buiten het perceel: organische afbreekbaar mulchpapier, ruige mest, gft-compost, stro, houtsnippers, plagsel afkomstig uit een natuurgebied;
- stoppel laten staan en/of hakselen en op perceel laten liggen, in plaats van kerende grondbewerking.

Naast het tegengaan van verdamping heeft mulching de volgende voordelen in het tegengaan van verdroging:

- verhoging van watervasthoudend vermogen van de bodem door verhoging organische-stofgehalte;
- activering van het bodemleven en vermindering van slempvorming waardoor een verhoging van de infiltratiecapaciteit ontstaat, zodat minder water oppervlakkig afstroomt.

Mulching kan daarnaast een positief effect hebben op de onderdrukking van lastige onkruiden, en kan zo een besparing op het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen opleveren. In sommige gevallen kan het echter de aanvoer van onkruidzaad of de opslag van ongewenste gewassen betekenen. Mulching met gft-compost brengt het risico van vervuiling met zware metalen met zich mee.

Mulching vraagt veel extra (hand)arbeid, en wordt vooral toegepast in de fruitteelt en kleinschalige groenteteelt. Onderzoek van het PAGV (Geven 1996) naar preiteelt onder mulchpapier en stro, laat zien dat de extra kosten worden gecompenseerd door de besparing op onkruidbestrijding en een hogere opbrengst. Het PAGV concludeert dat bodembedekking winst oplevert voor de preiteler en voor het milieu.

In Nederland is maar weinig onderzoek gedaan naar het nuttig effect van mulching op het terugdringen van onnodige verdamping. Men is er altijd vanuit gegaan dat het nuttig effect toch bijzonder laag is in de Nederlandse landbouw (Alblas 1996). Toch zou mulching een positief effect kunnen hebben. Huinink (1996) verwacht dat het positief effect vooral tijdens de warmere dagen aan het begin van het groeiseizoen op kan treden, wanneer de grond is bewerkt maar nog niet door het gewas is bedekt (februari-mei).

Over gebruik van folie als bodembedekkend materiaal is weinig bekend. In de vollegrondsgroenteteelt wordt agryl of gatenfolie gebruikt voor het afdekken van zaairuggen en voor vroege produkten (met name in verband met het verhogen van de temperatuur). Een nadeel van (ondoorlatend) folie is dat eventuele neerslag oppervlakkig afstroomt. Uit onderzoek van het PAGV (Geven 1996) blijkt dat folie als bodembedekker goede resultaten oplevert maar bij de oogst en verwerking na de oogst problemen oplevert. Vanuit het oogpunt van het bestrijden van verdroging is het gebruik van folie dan ook niet aan te raden.

In het algemeen geldt dat mulching of het gebruik van folie arbeidsintensief is en slechts toepasbaar bij intensieve teelten.

## 25 Spoelwater op andere wijze afvoeren

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| Sp        | I,III,IV   | Mm        | +/-         | ?    | +     | +          | Vg+B+       | z,k,v     |

In het kader van de Wvo is het niet toegestaan om spoelwater op het oppervlaktewater te lozen (Circulaire agrarische afvalwaterlozing 1995). Restwater moet op het riool worden geloosd. In een aantal gevallen wordt spoelwater opgevangen in een onbekleed bezinkbassin, zodat het naar de ondergrond kan infiltreren. Dit is vanuit het oogpunt van verontreiniging van bodem en grondwater vaak niet wenselijk. Vanuit het oogpunt van verdroging is het wenselijk spoelwater zo min mogelijk via het riool af te voeren. We bespreken hieronder een aantal manieren om het water af te voeren op het eigen bedrijf.

- *spoelen op perceel*: Door op het perceel het produkt te spoelen komt het afvalwater direct op het perceel terecht. Zodoende ontstaat geen afvalwaterstroom die op het oppervlaktewater of het riool geloosd hoeft te worden. Water komt op deze manier via de bodem weer ten goede aan het grondwater. Grondtarra komt ook weer direct op het perceel terecht.  
In de groenteteelt wordt het spoelen van produkten op het perceel toegepast bij oogsten van knolselderij, bospeen en (gedeeltelijk bij) prei. In de bloembollenteelt wordt met een natte kluitenscheider geëxperimenteerd.  
Voorwaarde voor spoelen op het perceel is wel dat de percelen goed ontwaterd zijn, zodat de machines niet wegzakken en er geen structuurbederf optreedt.  
Een nadeel van dit systeem kan zijn dat verontreinigingen (met name bestrijdingsmiddelen) op deze manier in de bodem en het grondwater terecht komen.
- *diffuus verspreiden over perceel*: In het kader van het Lozingenbesluit is het toegestaan het spoelwater diffuus te verspreiden over het land waar gespoelde gewassen zijn geteeld. Hiervoor is een ontheffing nodig. De maximale hoeveelheid water die diffuus verspreid mag worden is 750 m<sup>3</sup>/ha/jaar. Het water inclusief slib moet gelijkmatig worden verspreid. Het is niet toegestaan het restwater op een enkel perceel uit te rijden, omdat in dat geval de concentratie aan mineralen, zware metalen en bestrijdingsmiddelen te hoog wordt.

## 26 Scheiden en zuiveren waterige fractie en droge stof uit mest

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|
| St        | I,III,IV   | Alt       | +/-         | 0/+  | +     | 0/+        | Mv+lv+      |

Er bestaan diverse technieken om de waterige fractie en de droge stof uit de mest van elkaar te scheiden. De kosten voor opslag en mestdistributie worden daardoor verminderd. De waterige fractie zou dan op het bedrijf kunnen worden gezuiverd (zie maatregel 38) en hergebruikt; bijvoorbeeld voor beregening in droge perioden (zie maatregel 19).

Knelpunt hierbij is dat het aanwenden van waterige fracties op landbouwgronden aan eisen is gebonden zoals vastgelegd in het Besluit Gebruik Dierlijke Meststoffen (BGDM). Deze luiden:

- per hectare mag jaarlijks niet meer dan 25m<sup>3</sup> waterige fractie op bouw- en maïsland en 50 m<sup>3</sup> op grasland worden aangewend;
- de waterige fractie dient emissie-arm te worden aangewend;
- aanwending is alleen toegestaan in de uitrijperiode voor dierlijke mest.

Aspert e.a. (1995) stellen dat deze regels gebaseerd zijn op verouderde technieken. Met de huidige technieken, die ook op bedrijfsniveau rendabel zijn, kan men een zodanige reductie van meststoffen bereiken dat binnen de huidige milieu-eisen afhankelijk van de gebruikte techniek tussen de 170 m<sup>3</sup> en 750 m<sup>3</sup> effluent per hectare kan worden uitgereden.

Aspert e.a. stellen de volgende veranderingen in de wetgeving voor:

- het toestaan van bovengronds aanwenden van effluent (zoals voor beregening);
- de verruiming van de uit te rijden hoeveelheid effluent tot maximaal 750 m<sup>3</sup>/ha, afhankelijk van de gebruikte techniek;
- het aanwenden van effluent ook toestaan in uitrijperiode;
- de opslag van effluent in een eenvoudig niet afgedekt waterbassin toestaan.

Controle van voldoende mineralenafvoer (fosfaat) kan plaatsvinden via mestboekhouding.

27     **Zuinige koelsystemen**

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|
| K         | I,IV       | Mm        | +           | 0/+  | +     | +          | Iv+         |

Er bestaan verschillende soorten koelsystemen, met grote verschillen in watergebruik. Systemen met een laag waterverbruik verdienen de voorkeur.

- In een gesloten koelsysteem is het watergebruik zeer laag. We onderscheiden hier twee systemen: mechanische koeling en koeling met grondwater (met retourbemaling naar het grondwater). Dergelijke systeem worden toegepast in de snijbloementeel en varkenshouderij.
- Bij buitenvernevelding van water over het dak zal een gedeelte van het water verdampen en een ander gedeelte afstromen. Het afstromend water kan worden opgevangen en opnieuw worden verneveld.

Er bestaan ook koelmethoden die geen gebruik maken van water (airconditioning). Maar bij deze methoden is het energieverbruik zodanig hoog dat koeling niet meer rendabel is.

28     **Koelwater uit andere bronnen**

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|
| K         | I,IV       | Mm        | +           | 0/+  | +     | +          | Iv+         |

Bij systemen waarbij koeling plaatsvindt door de lage temperatuur van grondwater is dit niet mogelijk. Bij systemen die water vernevelen is het mogelijk water te gebruiken uit een neerslagreservoir (zie maatregel 39), of van spoelwater (zie maatregelen 21 en 36) of oppervlaktewater.

29     **Zandstralen in plaats van spoelen**

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| Sp        | I,IV       | Alt       | +           | ?    | +     | +          | B+Vg        | k, (z)    |

Spoelen vindt met name plaats in de bollen- en vollegrondsgroenteteelt om grondtarra te verwijderen. Het verwijderen van tarra is noodzakelijk om een produkt van een goede kwaliteit te kunnen leveren.

Door produkten te zandstralen in plaats van te spoelen kan ook de grondtarra worden verwijderd.

Aan zandstralen komt geen water te pas. Onduidelijk is welke produkten kunnen worden gezandstraald. In de bollenteelt wordt deze maatregel al incidenteel toegepast. Het betreft een nieuwe techniek.

### 30 Beperken watergebruik voor spoelen

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| Sp        | I,IV       | Mm        | +           | +/-  | +     | 0/+        | Vg+B+A+     | z,k,(v)   |

Door zorgvuldiger te oogsten of door na het oogsten grondtarra mechanisch te verwijderen, wordt de hoeveelheid grondtarra verminderd, en daarmee het waterverbruik. Dit kan door:

- de rijsnelheid te beperken;
- op een uitgekiend ogenblik te rooien;
- op het veld de rooimachine goed af te stellen en te gebruiken;
- handmatig te oogsten.

In de bloembollenteelt zijn daarnaast de volgende maatregelen mogelijk (Meeldijk & Meeuwissen 1992):

- de grond die zich boven de bollen bevindt zo veel mogelijk verwijderen met een zogenaamd afslagapparaat;
- naast en onder de regels met bollen niet meer grond op te nemen dan nodig is;
- als de grond zeer droog is, enige tijd van te voren beregenen.

Bij machinale oogst van bonen voor verse consumptie kan verontreiniging met grond ontstaan doordat de plukhaksel over de bodem schraapt. Dit kan voorkomen worden door:

- bij de zaaibedbereiding het perceel zo vlak mogelijk te leggen;
- de haspel van de plukmachine goed af te stellen;
- het produkt droog te oogsten (Meeldijk & Meeuwissen 1992).

Na de oogst kan een gedeelte van de tarra en het organisch materiaal mechanisch uitgezeefd worden. Volgens Meeldijk & Meeuwissen (1992) wordt dit in de bollenteelt nog te weinig toegepast. Een combinatie van verschillende zeven verdient de voorkeur. Bij deze techniek kan uitgezeefde droge grond weer worden afgevoerd naar het perceel waar het vandaan kwam. Om de tarra goed uit te kunnen zeven is het vereist dat er droog geoogst wordt. Naspoelen blijft noodzakelijk.

Naast de hierboven genoemde manieren om voor het spoelen al grondtarra te verwijderen is er nog een aantal andere methoden voorhanden of in onderzoek. Het gaat om de volgende methoden (Meeldijk & Meeuwissen 1992):

- teelt in netten: Hiermee kan kluitvrij geoogst worden. In vergevorderd onderzoekstadium;
- teelt in uitgegraven geulen: Met graafwielen worden geulen gemaakt. De grond uit de geulen wordt verkruid en weer in de geulen gegooid. Hierdoor worden het aantal en de omvang van de kluiten verminderd. Deze methode is nog in het beginstadium van onderzoek;
- kluitenscheiden tijdens machinaal rooien met water: Tijdens het rooien worden grond en bollen in de natte kluitenscheider gedeponeerd, waarna bollen van de kluiten worden gescheiden. Dit leidt tot een sterke reductie van de tarra. Naspoelen bij bedrijfsgebouwen is nog wel nodig. De proef wordt nog verder uitgewerkt. Deze techniek leidt niet tot waterbesparing, maar brengt het gebruikte water wel direct terug op het perceel.



### 31 Type spoelmachine

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| Sp        | I,IV       | Mm        | ?           | ?    | +     | +          | Vg+ B+      | z,k,v     |

De effectiviteit van machines voor het spoelen van bollen kan volgens Meeldijk & Meeuwissen (1992) aanzienlijk verschillen (variërend van 3,5 - 11 m<sup>3</sup> water/m<sup>3</sup> veldgewas), afhankelijk van het type machine en de grondsoort. In Meeldijk & Meeuwissen (1992) is een beknopt overzicht gegeven over de verschillende spoelmethoden. In de brochure Spoelen van Bloembollen (1992) is een uitvoerige beschrijving van de verschillende apparatuur te vinden. Overigens kunnen niet alle installaties onder alle omstandigheden worden ingezet.

Op dit moment wordt er veel gespoeld met grote pompcapaciteit met een lage druk. Door met een grotere druk te spoelen kan het waterverbruik per uur omlaag en wordt het waterverbruik kleiner.

Op gezamenlijke spoel- en/of wasplaatsen of op spoelplaatsen op een loonbedrijf kunnen maatregelen worden doorgevoerd, die op particuliere bedrijven niet of voor slechts een deel (economisch) te verwezenlijken zijn (Meeldijk & Meeuwissen 1992).

### 32 Spoelen met water uit neerslagreservoir

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| Sp        | I,IV       | Mm        | +           | ?    | +     | 0/+        | Vg+B+       | z,k,v     |

Herkomst van het spoelwater is oppervlaktewater waar mogelijk. Indien geen oppervlaktewater beschikbaar is gebruikt men grondwater. Voor het naspoelen van produkten voor de verse markt moet water voldoen aan de drinkwaterkwaliteit (in het kader van de Warenwet; Meeldijk & Meeuwissen 1992). Door produkten te spoelen met opgeslagen neerslagwater, hoeft daarvoor geen oppervlakte- of grondwater gebruikt te worden.

### 33 Verminderen drinkwatergebruik vee

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|
| St        | I,IV       | Mm        | +           | +    | +     | +          | Mv+lv+      |

Het drinkwatergebruik van vee kan op de twee volgende manieren worden beperkt, zonder het welzijn van de dieren te schaden:

- verminderen wateropname:  
Volgens onderzoek van het Proefstation voor de Varkenshouderij (Nijeboer 1993; Te Velde 1996) kan het watergebruik van varkens en zeugen omlaag door:
  - een lagere staltemperatuur;
  - een lagere water-voer verhouding;
  - het beperkt water verstrekken;
  - een andere voersamenstelling (lager ruw eiwit gehalte).De ervaring van een zeughouder die de watergift met behulp van een waterdoseercomputer doseert, laat een besparing in mestvolume en mestafzetkosten zien (Welink 1996).
- verminderen verliezen door morsen en lekken:

Bij watertoediening kan veel water verloren gaan doordat water wordt gemorst. In een melkveebedrijf met 50 stuks vee gaat het om een verlies van 20 m<sup>3</sup>/jaar (Scherpenzeel 1995).

In de varkenshouderij zijn de verliezen naar verwachting hoger. Verliezen kunnen vooral ontstaan bij lek-kende of foutief afgestelde bijtnippels. Door een juiste afstelling en de keuze van een nauwkeurig voeder-en/of watersysteem kan veel water bespaard worden. Door gebruik van een drinkwaterzuinige brijbak is mogelijk een besparing te halen van 1 liter/varken/dag.

### 34 Betere reinigingstechnieken

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|
| St        | IV,I       | Mm        | +           | +    | +     | +          | Mv+lv+      |

Voor het reinigen van de stal zijn betere technieken voorhanden. Te denken valt aan:

- Een vuilfrees: Dit is een roterende waterstraal; een krachtige puntstraal gecombineerd met een oppervlak-te-bereik vergelijkbaar met een vlaktestraal. Het resultaat is een tien maal grotere reinigingskracht ten opzichte van een vlakke straal. Met een vuilfrees wordt zowel water als tijd bespaard (Scherpenzeel 1995).
- Droog voorreinigen: Door de stal eerst droog te bezemen of te borstelen wordt een groot gedeelte van de verontreiniging al verwijderd. Daarna kan de stal met een kleine hoeveelheid water worden natgemaakt, zodat het vuil in een paar uur kan losweken, waarna de stal met een hogedrukspuit kan worden gereinigd. Besparing mogelijk van 5 tot 10% (Scherpenzeel 1995). Deze maatregel vraagt extra aandacht en tijd.

### 35 Zuinige systemen voor spoelen melkmachine

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|
| St        | IV,I       | Mm        | +           | +    | +     | +          | Mv+         |

Er is een groot aantal systemen op de markt om het watergebruik voor het spoelen van de melkmachine te beperken. Het gaat in principe om twee varianten:

- doorschuifreiniging: elke portie water wordt drie keer gebruikt: eerst als naspoeling, dan als hoofdspoeling en ten slotte als voorspoeling;
- voorraadreiniging: hoofdreiniging wordt geruime tijd achtereen met dezelfde portie water verricht. Bij elke reinigingsbeurt gaat een beetje van de voorraadoplossing verloren. Vervuiling van de voorraad moet worden voorkomen door een goed uitgevoerde voorspoeling.

Om een verantwoorde keuze uit de verschillende systemen te maken heeft het PR in samenwerking met het IKC een computerprogramma ontwikkeld. Het programma, Warm Water Energie (WWE) genaamd, gaat uit van de specifieke bedrijfssituatie, en betreft zowel de hoeveelheid afvalwater als de benodigde hoeveelheid energie (voor opwarming van het spoelwater) in de afweging. Afweging vindt plaats op grond van een economische optimalisatie. Het programma is inmiddels bij voorlichtende instanties in gebruik (Boerekamp 1996).

Bureau Ecologie en Landbouw Wageningen heeft in samenwerking met Coberco voor de provincie Gelderland een gelijksoortig programma ontwikkeld (Scherpenzeel 1995). Afhankelijk van de bedrijfsgrootte en de uitgangssituatie leidde het gebruik van het zuinige systeem tot een waterbesparing van 102 tot 140 m<sup>3</sup> per jaar, ofwel van respectievelijk circa 50 tot 70%. Hoefman (1993) geeft besparingspercentages op het watergebruik van 20 tot 66%, afhankelijk van de uitgangssituatie en de gebruikte besparingstechniek.

Uit berekeningen van Scherpenzeel (1995) blijkt dat zuinig gebruik van spoelwater in veel gevallen goedkoper is dan afvoer naar de mestkelder en dan lozing op het riool.

Voor de investeringen in een zuinig systeem bestaan de volgende subsidies:

- VaMil (vervroegde afschrijving milieu-investering via belastingdienst);
- Complementaire Regeling voor Landbouwbedrijven;
- provinciale subsidies (bijv. provincie Gelderland).

### 36 Hergebruik en reiniging spoelwater

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|
| St        | IV,I       | Mm        | +           | 0/+  | +     | +          | Mv+         |

Spoelwater kan opnieuw worden gebruikt. We onderscheiden de volgende mogelijkheden:

- als drinkwater vee: Voorspoelwater bevat melkresten. Jongvee houdt hiervan. Het IKC raadt veehouders af voorspoelwater in het vee-drinkwatersysteem te brengen. De kans is groot dat er bacteriegroei optreedt. Dus moet het voeren in aparte emmers of bakken gebeuren. Dit brengt veel handwerk met zich mee, terwijl de reductie van het waterverbruik uitkomt op 6-9% (Hoefman 1993). Het overige spoelwater (hoofdspoeling, naspoeling) bevat reinigings- en desinfecterende middelen en is dus alleen na zuivering geschikt voor drinkwater.
- voor spoelen van stallen en machines: Voorspoelwater bevat melkresten en is daarom niet geschikt voor het schoonspuiten van de stal. Hoofd- en naspoelwater kan goed gebruikt worden voor het spoelen van de stal. Van de totale hoeveelheid afvalwater kan 30% opnieuw gebruikt worden (Hoefman 1993). Bij gebruik van hogedrukreinigers is hergebruik van ongereinigd spoelwater om gezondheidsredenen ongewenst in verband met het inademen van zeepdeeltjes.
- spoelen van stalvloeren (groen-labelstallen): Voor het terugdringen van de ammoniakemissie is een aantal systemen ontwikkeld waarbij water gebruikt wordt. Wellicht is ook het afvalwater dat vrijkomt bij de bedrijfsvoering hiervoor geschikt. Nader onderzoek naar deze technieken zal plaatsvinden op proefboerderijen. Nadeel is dat al het water na hergebruik terecht komt in de mestput en dat daardoor het mestvolume toeneemt (Scherpenzeel 1995).

### 37 Vermindering watergebruik in groen-labelstallen

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|
| St        | IV,I       | Mm        | ?           | ?    | +     | ?          | Mv+Iv+      |

Om de ammoniakemissie tegen te gaan worden sommige typen groen-labelstallen gespoeld met water. Preventie van het watergebruik is mogelijk door een groen-labelstal te kiezen die geen water verbruikt. Het systeem van mestkoeling met grondwater, mits dit grondwater terug wordt gepompt, is vanuit het oogpunt van verdroging aan te bevelen. Bovendien neemt het mestvolume niet toe, zodat kosten worden bespaard.

Als deze maatregel bedrijfseconomisch niet rendabel is, zal een afweging moeten worden gemaakt tussen het terugdringen van de ammoniakemissie en het terugdringen van verdroging. Tussen groen-labelstallen bestaat verschil in de benodigde hoeveelheid water. Indien voor een groen-labelstal veel water nodig is, is dit in de beschrijving van het systeem vermeld (Van der Hengel 1996).

Gebruik van leidingwater en grondwater moet zoveel mogelijk worden teruggedrongen. Andere waterbronnen kunnen worden aangeboord. Te denken valt aan (gezuiverd) afvalwater, neerslag uit neerslagreservoir of aan oppervlaktewater.

Systemen die het kwelwater hergebruiken of het gebruikte grondwater terugpompen verdienen de voorkeur.

Ook is het mogelijk andere bronnen te gebruiken (neerslagreservoir (zie maatregel 39) of spoelwater (zie maatregel 36).

38    Zuivering (afval)water

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|
| St, Sp    | I,IV       | Mm        | +           | +    | +     | +          | B+Vg+Mv+lv+ |

Meeldijk e.a. (1992) beschrijven diverse technieken om gebruikt spoelwater te zuiveren. Het gaat om:

- Scheidings- en sedimentatietechnieken (zeefbocht, trommelzeef, bezinkbassin, zandvanger, zandfilter, lamellen-separator, hydrocycloon, schroeftransporteur). Hiermee zijn de in het water zwevende stoffen als zand, slib, organische stof, plantenresten goed te scheiden van het water. Met een schroeftransporteur kan het bezinksel op vrij eenvoudige wijze uit de installaties worden verwijderd. De zo vrijgekomen grond kan als het aan de gestelde normen voldoet worden gebruikt op andere plaatsen dan de plaats van herkomst of het kan afgevoerd worden naar het perceel van herkomst.
- Indikkingstechnieken (micro- en ultra- en nanofiltratie, omgekeerde osmose, carbo-flo). Hiermee kan men water verkrijgen dat kan worden hergebruikt, of dat in bepaalde gevallen kan worden geloosd op oppervlaktewater. Met carbo-flo (koolstoffilter) kunnen bestrijdingsmiddelen uit het water worden verwijderd.
- Ontsmettingstechnieken (ozonbehandeling, bestraling met UV-licht, omgekeerde osmose, verhitten). Hiermee kunnen ziektekiemen worden verwijderd. Met sommige technieken is het ook mogelijk bestrijdingsmiddelen en nutriënten te oxyderen (ozonisatie).

Om spoelwater geheel te zuiveren is over het algemeen een combinatie van verschillende soorten technieken vereist. Aspert e.a. (1995) geeft diverse technieken om afvalwater te zuiveren.

- Een helofytenfilter kan ook gebruikt worden om water te reinigen. Een helofytenfilter bestaat uit een met plastic beklede put/een betonnen bak, waarin grind en zand is aangebracht, dat gemengd wordt met stro en mergel. Op het filter is riet geplant. De rietwortels zijn in staat zuurstof in het filter te brengen, waardoor eerst aerobe en op grotere diepte anaerobe afbraak van afvalstoffen plaatsvindt.

Deze methode is niet geschikt voor de eerste zuivering van spoelwater van produkten, omdat daarbij veel grondtarra meekomt, waardoor het helofytenfilter dicht kan slibben. Wel is een helofytenfilter naar verwachting bruikbaar voor de zuivering van spoelwater van melkmachines, machines, en van huishoudelijk afvalwater.

In gebieden die niet zijn aangesloten op het riool, is een helofytenfilter een interessant alternatief voor lozing op het riool. Het levert een besparing op zuiveringsheffing op en water blijft binnen het gebied.

Het water kan na passeren van het helofytenfilter worden hergebruikt of op het oppervlaktewater worden geloosd:

- Het gezuiverde water is niet van leidingwaterkwaliteit. Het gebruiken als drinkwater voor vee wordt van wege het groot aantal onzekerheden nog afgeraden (Scherpenzeel 1996). Met een extra reinigingsinstallatie, zoals hierboven beschreven, kan het water geschikt gemaakt worden voor drinkwatergebruik. Zonder problemen kunnen de stallen met het gereinigde water schoongemaakt worden. Het gezuiverde water zal dan wel ergens opgeslagen moeten worden.
- Lozing van het gezuiverde water kan problematisch zijn, omdat nog steeds een vergunning van de waterbeheerder noodzakelijk kan zijn. Er zijn geen algemene normen voor de lozing van gezuiverd afvalwater. De eisen die de waterkwaliteitsbeheerder stelt zijn afhankelijk van de situatie, zoals de kwetsbaarheid van het oppervlaktewater (Scherpenzeel 1995).

### 39 Opslag neerslagoverschot

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | II,IV      | Pr        | +           | +/-  | +     | +          | A,Vg+B+F+Mv | z,k,v     |

Het neerslagoverschot in de winter kan worden opgevangen in een bassin en in de zomer ten behoeve van beregening worden ingezet. Ook neerslag die gedurende het groeiseizoen valt kan worden opgevangen en gebruikt voor beregening. In de glastuinbouw gebeurt dit al. In principe is dit ook in andere bedrijfstakken mogelijk. Uit onderzoek van de Heidemij (Benutting neerslagoverschotten voor landbouwdoeleinden in Zuidwest Zeeland. 1994) blijkt dat beregening uit opgeslagen hemelwater van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen economisch rendabel is. De kosten voor 1 m<sup>3</sup> water variëren volgens de studie van f 0,70 tot f 2,68. Als de kosten voor grondwater in de toekomst stijgen wordt de aanleg van een neerslagreservoir steeds rendabeler. De provincie Zeeland is in 1996 gestart met een experiment: de aanleg van neerslagreservoirs voor akkerbouwers en vollegrondsgroentetelers. Het PAGV concludeert op grond van globale berekeningen dat een neerslagbassin alleen een alternatief is voor zeer hoog renderende (vollegrondsgroente)gewassen (Kramer e.a. 1994). Het ruimtebeslag is sterk afhankelijk van de vereiste capaciteit. Bij relatief gering beregeningsbehoeftige bedrijven is het ruimtebeslag beperkt en ligt in dezelfde orde van grootte als het ruimtebeslag van extra (brede) waterlopen voor wateraanvoer. Een neerslagreservoir kan per bedrijf of per groep bedrijven worden gemaakt. In de studie van de Heidemij is een voorbeeld uitgewerkt voor een gezamenlijk reservoir voor twee bedrijven. Het voordeel van een reservoir voor meer bedrijven is dat de kosten per m<sup>3</sup> water lager kunnen zijn.

Nevenvoordeel van een neerslagreservoir is dat de afhankelijkheid van aanvoer gebiedsvreemd water wordt verkleind. Daarmee neemt tevens het risico op besmetting met 'bruinrot' via oppervlaktewater af. Een alternatief voor wateropslag in een met folie beklede bassin is een drijvende waterzak: gevormd folie dat aan tempex-balken drijft (Hooftman 1996).

### 40 Brede, ondiepe waterlopen in plaats van smalle, diepe waterlopen

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | II,III     | Pr        | +           | -    | +     | +          | A,Vg,B,Mv   | z,k       |

Om bij een gegeven benodigde afvoercapaciteit (de halve maatgevende afvoer) zo min mogelijk grond nodig te hebben voor een waterloop werd in het verleden meestal gekozen voor smalle, diepe waterlopen. Hierdoor vindt ook in droge perioden afvoer uit het gebied plaats. Door ondiepe, brede sloten te graven wordt de ontwateringsbasis van een gebied verhoogd, terwijl de afvoercapaciteit gelijk blijft. Door - bij gelijkblijvende capaciteit - te kiezen voor de breedte in plaats van de diepte, kan zodoende het verdrogend effect van het afwateringssysteem worden verkleind.

Uit modelberekeningen van Lourens (1996) voor hellend zandgebied blijkt dat verondieping tot een waterdiepte kleiner dan 15 cm bij halve maatgevende afvoer niet zinvol is, omdat dan extreem brede waterlopen moeten worden gegraven voor behoud van de afvoercapaciteit. Dit is zowel wat betreft het onderhoud van de waterloop als het gebruikte oppervlak niet realistisch.

Deze maatregel heeft naar verwachting het meeste effect op de hoge zandgronden en is vooral aantrekkelijk voor landbouwgronden in de buurt van natuurgebieden waar kwelwater een belangrijke rol speelt (door de maatregel wordt minder kwel 'afgevangen'). In polders met (zoute) kwel kan deze maatregel een vermindering van de kwel in de sloot tot gevolg hebben. Dit heeft dan als voordeel dat er minder capaciteit voor waterlopen en gemalen nodig is. In combinatie met flauwe taluds kan de natuurwaarde van de slootkanten worden verhoogd.

#### 41 Variabele drainage en ontwateringsbasis op perceelsniveau

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | II,III     | Pr        | +           | +/-  | +     | +          | A,Vg,B,F,Mv | z,k,v     |

Op bedrijfsniveau kan de ontwateringsbasis door de boer zelf worden gereguleerd door 'samengestelde drainage'. Drain-eindbuizen worden dan met een dichte buis aan elkaar verbonden. De op deze manier samengestelde drainage-eindbuis wordt voorzien van een in rubber gevatte, draaibare, haakse mof met verlengstuk. Wanneer een lage ontwateringsbasis wordt gewenst (in het voor- en najaar) draait de agrariër de opening van het verlengstuk naar beneden op het (lage) slootpeil. Gedurende drogere perioden kan het verlengstuk omhoog worden gedraaid. Deze maatregel zou eventueel samen kunnen gaan met het dempen van sloten, waardoor areaalwinst ontstaat (Kramer e.a. 1994).

Uit een globale berekening blijkt dat hiermee 50 mm extra gewasverdamping valt te behalen (overeenkomend met 9% opbrengstverhoging), 50 mm extra berging is opgetreden aan het eind van het groeiseizoen, en het grondwater met plusminus 40 mm extra wordt gevoed. Om welk bodemtype het gaat is niet vermeld (Kramer e.a. 1994).

Deze maatregel is in principe toepasbaar op alle cultuurgrond, maar bij voorkeur op nog niet gedraineerde drainagebehoefte gronden of bij herdrainage. Hierdoor wordt de maatregel bedrijfseconomisch interessant.

#### 42 Onnodige wegzijging voorkomen

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | II,III     | Pr        | ?           | +    | +     | ?          | A,M,Vg,B,F- | z         |

Een grote verticale doorlatendheid van de bodem heeft als nadeel, dat water snel wegzijgt en daarmee niet meer beschikbaar is voor het gewas. Dit is vooral van belang voor zandgronden met een gering vochthoudend vermogen (grof zand, weinig organische stof). Hier kan het doorbreken van slecht doorlatende lagen of het verlagen van de ontwateringsbasis een averechts effect hebben en dient dan achterwege te blijven. Alternatieve oplossingen voor een betere afwatering (bijvoorbeeld begreppeling of drainage) zijn effectiever. In de fruitteelt is dit slecht inpasbaar in verband met de vereiste bewortelbaarheid van de bodem.

#### 43 Optimaliseren afvoercapaciteit

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | II,III     | Pr        | +           | 0/+  | +     | +/-        | A+Vg+B+Mv+  | z,k,v     |

Veel ontwateringsstelsels zijn te ruim gedimensioneerd (zie §4.3.1 van de hoofdttekst). Voor een optimale waterhuishouding kan dan worden volstaan met kleinere afmetingen. Zo kan bij behoud van goede produktieomstandigheden verdroging worden bestreden. Ook vermindert het risico op droogteschade en de beregeningsbehoefte. Deze maatregel vergt (eenmalig) forse investeringen.

#### 44 Egaliseren in plaats van dieper ontwateren

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak  | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|--------------|-----------|
| G         | II,III     | Pr        | -           | +/-  | +     | +          | A+Vg+B+F+Mv+ | z,k,v     |

Als een gedeelte van het bedrijf slecht ontwaterd is, kan worden overwogen het perceel (of een gedeelte van het bedrijf) te egaliseren. Zo kan op het gehele perceel een goede ontwatering worden gerealiseerd terwijl de ontwateringsdiepte niet hoeft te worden vergroot. In intensieve teelten kan dit een economisch interessante optie zijn. Bij graslandvernieuwing past men de techniek ook vaak toe, met name om greppels en laagten op te ruimen, waardoor de bewerkbaarheid wordt vergroot. Egalisatie is duur. De maatregel kan een ongewenste invloed op de bodemopbouw en geomorfologie hebben.

Nadeel van deze maatregel is dat de afwatering van het perceel minder goed kan plaatsvinden (zie maatregel 50).

#### 45 Inundatie van bollenvelden

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | II,III     | Alt       | +           | 0/+  | -     | +          | B           | z,k,v     |

In de bollenteelt worden percelen geïnundeerd om de grond te ontsmetten. Dit vormt in theorie een aantrekkelijk alternatief voor chemische grondontsmetting. Nevenvoordeel zou kunnen zijn de buffering van relatief schoon water en de positieve effecten op de avifauna. Veel vogels kunnen mogelijk bij het overwinteren in de kuststreek gebruik maken van deze vloeivelden.

In praktijk wordt deze maatregel echter nauwelijks meer toegepast, omdat het resultaat tegenvalt en omdat het de schadelijke schimmel *pythium* in de bodem veroorzaakt (Van der Avoird 1996).

#### 46 Aanleg retentiebekkens

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak    | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|----------------|-----------|
| G+        | II,III     | Pr        | +           | -    | +     | -/+        | A,Vg,B,F,Mv,lv | z,k,v     |

De (gewenste) capaciteit van waterlopen wordt vooral bepaald door de hoogte en frequentie van piekafvoeren, vertaald in de maatgevende afvoer. De hoogte hangt o.a. samen met de omvang van het afwateringsgebied. Door plaatselijk ruimte te creëren waar bij zware en/of langdurige regenval het water tijdelijk kan worden opgeslagen en daarna geleidelijk afgevoerd, kan meer water in een gebied worden vastgehouden waardoor meer water beschikbaar is voor een gewas. Hierdoor worden de hoogte en de frequentie van de piekafvoeren verkleind en kunnen de waterlopen kleiner worden uitgevoerd (of: worden verkleind). Deze techniek wordt veel toegepast bij rioleringsstelsels. Dit kan het beste in vrij kleine eenheden, omdat de benodigde oppervlakte anders snel toeneemt.

Retentiebekkens kunnen ook een alternatief zijn voor het graven van sloten in percelen die alleen bij piekafvoeren wateroverlast hebben, maar waar normaliter het water door de bodem wordt afgevoerd. Datzelfde geldt voor ingesloten laagten (alternatief voor het doorgraven van de omliggende hoogten).

Retentiebekkens kunnen worden uitgevoerd als:

- poelen eventueel gekoppeld aan een waterloop;
- als plaatselijke verbreding van een waterloop;

- cascadesysteem (kleine dammetjes aan het begin van de waterloop);
- afgedamde sloot bekleed met woteldoek (zie Hooftman 1996);
- kanalsysteem door perceel heen (zie Hooftman 1996).

De aanwezigheid van dit soort open water (in combinatie met opgaande begroeiing) heeft een positief effect op de aanwezigheid van amfibieën. Ook voor libellen, waterkevers en waterspinnen en andere insecten is open water essentieel.

De maatregel kost oppervlakte en is daarom over het algemeen duur. Boeren zullen niet gauw geneigd zijn stukken land uit productie te nemen zonder compensatie. Aan de andere kant kan de droogteschade afnemen, omdat water langer wordt vastgehouden in het gebied.

Deze maatregel kan zowel op bedrijfsniveau als regionaal worden uitgevoerd. In een onderzoek naar de watervoorziening voor glastuinbouwbedrijven in de regio Knooppunt Arnhem-Nijmegen (Breunis & Wierda 1995) blijkt dat collectieve opvang van hemelwater en opslag in een infiltratieplas een rendabele optie is. Als infiltratieplas kan een ontgrondingsplas worden gebruikt. Dit is echter geen maatregel die op bedrijfsniveau kan worden uitgevoerd.

#### 47 Aanleg rabattenbos

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | II,III     | Pr        | +           | ?    | +     | ?          | A?          | z,k,v     |

Een rabattenbos is een bos waarin de bomen op walletjes zijn geplant (een rabat is een walletje). Tussen de walletjes staat water. In een rabattenbos wordt water in natte periodes vastgehouden. In droge periodes kan het opgeslagen water aan landbouwbedrijven (glastuinbouw) worden geleverd. Waterleverantie heeft dan wel een negatief effect op de waterbeschikbaarheid voor het bos. Een rabattenbos kan functioneren als biotoop voor flora en fauna en als leverancier van bio-energie. Momenteel wordt in het kader van het voorbeeldplan Emmen nul (1994) onderzoek verricht naar de mogelijkheden voor een dergelijk systeem.

Onduidelijk is of deze maatregel economisch, technisch en juridisch haalbaar is, en wat het effect op de verdroging in het gebied is. Verwacht wordt dat de maatregel alleen economisch haalbaar is als op de aanleg van het rabattenbos een braakleggingspremie wordt gegeven. In Zuurdeeg e.a. (1990) wordt gepleit voor de aanleg van rabattenbossen in het oostelijk zandgebied. Volgens deze studie is een grondwaterstandsstijging van circa 20 cm mogelijk, waarbij de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) gelijk blijft, zodat vroege grondbewerking mogelijk blijft. Het aanleggen van een rabattenbos is voor een individuele boer weinig aantrekkelijk omdat het veel oppervlakte kost.

#### 48 Verfijning afwatering

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | II,III,V   | Pr        | +           | -    | +     | +/-0       | A,Vg,B,Mv,F | z,k,v     |

Het afwateringsstelsel is in principe afgestemd op het optimaal ontwateren van zoveel mogelijk percelen. Daarnaast zijn om kosten te besparen meestal zo min mogelijk kunstwerken (stuwtjes, drempels, etc.) aangebracht, zodat soms een deel van de percelen te diep ontwaterd is.

Om te voorkomen dat meer water wordt afgevoerd dan nodig is, kan de afwatering worden verfijnd door de volgende (combinatie(s) van) maatregelen:

- stuwpanden verkorten;
- aanbrengen drempels;



- onderbemaling van ingesloten laagten;
- automatische stuwen.

Door deze maatregelen kan, bij behoud van optimale ontwatering van percelen, het verdrogend effect worden beperkt. Ook kan het een positief effect hebben op het terugdringen van de droogteschade. Door betere meet- en regeltechnieken kan sneller worden ingespeeld op neerslagoverschotten, waardoor de marge in gewenste drooglegging verkleind kan worden (Beugelink 1996). Uitvoering vraagt om extra investeringen in arbeid en geld.

#### 49 Ondiepe drainage met hoog peil in sloot

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak  | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|--------------|-----------|
| G+        | II,III,V   | Pr        | +           | 0/-  | +     | +/-        | A,B,Mv+Vg-F- | k,v       |

Het is mogelijk gronden (ondiep) te draineren bij handhaving van een hoog peil in de sloot. In het bijzonder op veen- en kleigrond lijkt deze maatregel effectief: ook al liggen de drains in het water, toch verbetert de ontwatering midden op het perceel (weinig bolle grondwaterspiegel). De draagkracht van het perceel wordt verbeterd, terwijl het slootpeil kan worden gehandhaafd. De maatregel is vooral bedoeld om natschade door peilverhoging te beperken. Het rendement van drainage is in dit systeem niet hoog, waardoor de economische rentabiliteit laag is.

#### 50 Ondiepe drainage of begreppeling in plaats van diepe ontwatering

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak   | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|---------------|-----------|
| G+        | II,III,V   | Pr,Mm     | -           | +/-  | +     | +/-        | Mv+,A,Vg,B,F- | z,k,v     |

Diepe sloten met een laag slootpeil hebben een groter verdrogend effect op de omgeving dan ondiepe sloten of sloten met een hoog peil. Door op strategische plekken ondiep te draineren (met meer drains per hectare) of intensief te begreppelen kan met geringere slootdiepte of een hoger slootpeil worden volstaan, bij gelijkblijvende afwatering. Zo kan het verdrogend effect op de omgeving worden beperkt. Door intensieve begreppeling is er meer kans op oppervlakkige afspoeling van (kunst)mest.

Het is weinig zinvol de drains ondieper dan 60 cm-mv te leggen. De kosten wegen dan niet meer op tegen de baten. Op bouwland is alleen ondiepe drainage geschikt. Voor grasland komt zowel begreppeling als drainage in aanmerking.

De acceptatie van deze maatregel is naar verwachting niet erg groot, omdat bij graslandvernieuwing de tendens bestaat percelen helemaal vlak te schuiven in verband met de betere bewerkbaarheid. Dit is in tegenspraak met begreppeling.

De economische haalbaarheid is afhankelijk van de situatie. Onderzoek heeft uitgewezen dat door een grote peilverlaging de baten van drainage afnemen (Rot e.a. 1993, geciteerd in Buys e.a. 1993). Het verkleinen van de onderlinge afstand tussen buizen en greppels daarentegen verhoogt de kosten.

#### 51 Ontwatering afstemmen op x% van de bedrijfsoppervlakte

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak     | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-----------------|-----------|
| G+        | II,III,V   | Pr        | +           | +/-  | +     | +/0        | Mv+,A,Vg-,F-,B- | z,k,v     |

Doorgaans is het laagst gelegen deel van een perceel of het laagst gelegen perceel van een afwateringseenheid bepalend voor de diepte en capaciteit van de waterlopen. Dat kan ertoe leiden dat de ontwatering van de overige percelen te diep is. Ook zal de capaciteit van de waterlopen er groter zijn dan nodig. Dit leidt tot een groter verdrogend effect dan nodig.

In de praktijk blijkt het mogelijk om bedrijfsmatig goed te draaien, terwijl een deel van het bedrijfsoppervlak minder goed ontwaterd is (Van der Weijden 1987, Van Paassen & Vloedgraven 1989, geciteerd in Buys e.a. 1993). Door de laaggelegen (delen van) percelen niet optimaal te ontwateren, kan het verdrogend effect op de overige percelen (sterk) worden verminderd. De opbrengstderving van de niet optimaal ontwaterde (delen van) percelen zal geheel of gedeeltelijk worden gecompenseerd door kostenvermindering en/of opbrengststijging door verminderde droogteschade op de overige percelen. Per perceel of afwateringseenheid kan worden nagegaan waar een optimum ligt. In feite betekent dit dat de kosten/batenverhouding voor een optimale ontwatering wordt heroverwogen. Deze maatregel is relevant voor de melkveehouderij en akkerbouw. De andere bedrijfstakken stellen dermate strenge eisen, dat de slecht ontwaterde delen niet meer voor de gebruikelijke teelten kunnen worden gebruikt.

Voorwaarde is dat het bedrijf goed verkaveld is en over een voldoende grote huiskavel kan beschikken (in de orde van 75% van de bedrijfsoppervlakte). Het (kwalitatief slechtere) produkt van de minder optimaal ontwaterde percelen is geschikt voor jongvee, droogstaande koeien en melkkoeien in het tweede deel van de lactatie (Vellinga & Kuipers 1993, geciteerd in Buys e.a. 1993).

Op de niet optimaal ontwaterde delen is het risico op uit- en afspoeling van het (kunst)mest groot. Bij schapenhouderij ontstaat een hoger risico op leverbot.

## 52 Natte of droge percelen in bedrijfsvoering inpassen

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | II,III,V   | Alt       | +           | +/-  | +     | +          | Mv+,A       | z,k,v     |

Door soortensamenstelling en latere maaidatum heeft het gras van een nat perceel een geringere voedingswaarde en een grovere structuur dan gras van goed ontwaterde grond. Het produkt kan echter een goede functie vervullen, wanneer het ingezet wordt in de bedrijfsvoering waar een geringere voedingswaarde en een grovere structuur juist doelmatig is. Zo is dit soort gras geschikt voor droogstaande koeien en jongvee en kan het gebruikt worden als strooisel in bijvoorbeeld de jongveestal. In dit laatste geval zou een zeer grof gewas een extra voordeel hebben: het bindt ammoniak beter dan stro.

Vleesvee kan volstaan met een geringere kwaliteit ruwvoer en is als zodanig geschikt om enige extra meerwaarde te creëren op slecht ontwaterde gronden. Dit is een mogelijkheid op bedrijven die ruim in de grond zitten en (voor hun melkveetak) een ruwvoeroverschot hebben.

Een vergelijkbare aanpak geldt ook voor droge percelen. Hier zal het accent van benutten in het voorjaar moeten liggen.

## 53 Tijdelijke onder- of bronbemaling

| watergebr | verdroging  | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak  | bodemtype |
|-----------|-------------|-----------|-------------|------|-------|------------|--------------|-----------|
| G         | II,III,V,VI | Pr,Mm     | +/-         | -    | +     | +          | A,Mv,Vg+F+B+ | z,k,v     |

Door onderbemaling kan op perceelsniveau een lagere grondwaterstand worden bereikt. In het omliggende natuurgebied kan dan een hoger peil worden gehandhaafd. Het opgepompte water kan via een sloot met een hoger peil worden afgevoerd. Uit onderzoek op hoge zandgrond (Zuurdeeg e.a. 1990) blijkt dat met dit systeem een voorjaarsgrondwaterstand te bereiken is die lager ligt dan op dit moment (zodat de draagkracht van de grond goed is), terwijl in de rest van het seizoen de grondwaterstand circa 20 cm hoger ligt dan het huidige niveau. De verhouding tussen landbouwenclaves en waterbergingsgebieden moet volgens de studie dan 30-70% zijn. De maatregel is niet geschikt om toe te passen als de omliggende natuur afhankelijk is van kwel (Van Bakel e.a. 1994). Door onttrekking van kwelwater aan de natuur treedt inzijging op, waardoor verzuring van het natuurgebied kan ontstaan. De negatieve uitstraling is alleen te voorkomen als de beide watersystemen (van landbouw en natuur) zijn te scheiden. Dit kan als er een voldoende brede bufferstrook aanwezig is of als de bodem maar een geringe horizontale doorlatendheid heeft.

Het grondwaterpeil snel en voor korte duur omlaag brengen (bijvoorbeeld ten behoeve van een grondbewerking) kan met behulp van een bronbemaling. Dit werkt eigenlijk alleen goed in grove zandgronden waar het grondwater snel uitzakt. Net als bij onderbemaling geldt ook hier het risico van een negatieve uitstraling naar kwelafhankelijke natuur.

Beide methoden zijn duur en met name interessant voor intensieve teelten (fruit, groente en bollen), waar de maatregel overigens ook al wordt toegepast. Het onderzoek van Zuurdeeg had betrekking op grasland.

54 Hoger winterpeil

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | II,III,VI  | Pr        | +/-         | +/-  | +     | +/-        | A+Mv+F-Vg-  | z,k,v     |

Doorgaans stelt het waterschap in de winter een vrij laag peil in. Dat wordt gedaan om het land ook in de winter berijdbaar te houden en om piekafvoeren ten gevolge van grote neerslag gemakkelijker te kunnen opvangen. Het heeft echter tot gevolg dat veel water uit het gebied via het oppervlaktewater wordt afgevoerd. Dit water kan nodig zijn om het grondwater aan te vullen (in inzijgingsgebieden) of om tijdens het groeiseizoen in de waterbehoefte te voorzien. Het is dus wenselijk om in de winter zo lang mogelijk een hoog peil aan te houden. Bepalend voor de vraag hoe lang dat mogelijk is en hoe hoog het peil mag zijn, zijn factoren als bodemgesteldheid en het meest voorkomende landgebruik in een regio. Dit verschilt dus van regio tot regio.

Met name in weide- en akkerbouwgebieden is het mogelijk een hoger winterpeil in te stellen. In de melkveehouderij en in de akkerbouw worden 's winters nauwelijks of geen werkzaamheden uitgevoerd en de gewasgroei staat stil. In akkerbouwgebieden kan een hoger peil worden ingesteld nadat de laatste werkzaamheden zijn uitgevoerd; in weidegebieden na de laatste snede of laatste beweiding. Aan het begin van het groeiseizoen (februari/maart) kan het peil dan weer worden verlaagd. In de fruitteelt is een hoger winterpeil niet inpasbaar. De meeste fruitsoorten zijn gebaat bij een permanent lage grondwaterstand; hardfruit vereist een drooglegging van ten minste een meter (Gremmen 1996). In de vollegrondsgroenteteelt vinden 's winters vaak (oogst)werkzaamheden plaats. Daarom is deze maatregel in deze bedrijfstak minder goed toepasbaar.

Een hoger winterpeil vereist een nauwkeuriger beheer van stuwen, gemalen e.d. Met name bij plotselinge grote piekafvoeren moet er sneller worden ingegrepen om inundatie te voorkomen. Samenwerking met waterschappen is daarvoor noodzakelijk. In de bollenstreek en bij verschillende waterschappen wordt deze methode al toegepast vanuit het oogpunt van verdrogingsbestrijding. Boeren reageren vaak opvallend positief, en komen zelf spontaan met aanvragen voor toepassing van deze maatregel, omdat in het voorjaarstraject van de gewasgroei verbetering optreedt door de verbeterde vochtvoorziening (Evaluatie peilbeleid 92/93 1993). Deze maatregel kan natuurlijk ook voor (delen van) een individueel bedrijf worden uitgevoerd.

Het verhogen en verlagen van het winterpeil kan of in één keer, of in stapjes.  
 Een hoge grondwaterspiegel heeft een positief effect op de conservering van bodemwaarden maar leidt tot een verhoogde kans op uitspoeling van mineralen (Buys e.a. 1993). Agrariërs in het rivierklei-gebied geven aan dat een hoog winterpeil een negatief effect heeft op de bodemstructuur (Gremmen 1996).

55     Stuw omhoog na zaaien, oogsten en mest uitrijden

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | II,III,VI  | Pr        | +/-         | +/-  | +     | +/-        | A,Mv,B      | z,k,v     |

Knelpunten in de ontwatering liggen vooral in het vroege voorjaar, het vroege najaar en in perioden met grote neerslag. Ont- en afwatering in het vroege voorjaar en het najaar zijn vooral gericht op de bewerkbaarheid en berijdbaarheid van het perceel. Extra ontwatering in tussenliggende periodes is onnodig en soms, in geval van droogte, zelfs schadelijk. Het tussentijds opzetten van stuwen vermindert de ongewenste afvoer.

Waterafvoer is vooral in laaggelegen vlakke gebieden goed te reguleren. Waterconservering via oppervlaktewaterbeheer is met name in deze gebieden goed uitvoerbaar. Hier zal eveneens gewaakt moeten worden tegen wateroverlast als gevolg van onverwachte grote hoeveelheden neerslag.

In hogere gebieden is de waterafvoer minder goed te reguleren, omdat waterafvoer ook door wegzijging plaatsvindt. In hellende gebieden speelt bovendien dat de stuwen meestal een stroomsnelheid-beperkende functie hebben en dan over een geringe oppervlakte ook de grondwaterstand beïnvloeden (Kramer e.a. 1994)

De mogelijkheden voor waterconservering door oppervlaktewaterbeheer zijn afhankelijk van de situatie. Door het late moment waarop met het opzetten van stuwen kan worden begonnen is het effect ervan beperkt. Pas na de bewerkingen kan op de draagkracht van de grond worden ingeleverd. Om deze reden is waterconservering na medio augustus voor akker- en tuinbouw nadelig: de schade door wateroverlast als gevolg van waterconservering tijdens afrijping en oogst is veeljarig gemiddeld groter dan de winst die er met een betere vochtvoorziening in de nazomer wordt bereikt (Landbouw en Verdroging 1993).

Door waterconservering kan de beschikbaarheid van water voor het gewas in de droge periode worden verbeterd. Uit studies blijkt dat de toename van de gewasverdamping door oppervlaktewaterbeheer gericht op waterconservering globaal tussen de 0 en 5% ligt (Van Bakel 1985, Werkgroep Wateraanvoer 1983, Voet e.a. 1992, geciteerd in Kramer e.a. 1994). De effecten van waterconservering door oppervlaktewaterbeheer zijn beperkt. Omdat de te treffen maatregelen vaak eenvoudig zijn, kan conservering toch rendabel zijn. Dat dient echter per geval te worden bekeken (Kramer e.a. 1994).

Deze maatregel is vooral relevant voor akkerbouw, rundveehouderij en bollenteelt. Deze bedrijfstakken kennen relatief lange perioden waarin een hoger peil acceptabel is (bollenteelt alleen na de oogst).

Deze maatregel kan op bedrijfsniveau goed worden uitgevoerd. De agrariër kan zelf te bedienen stuw-tjes plaatsen in sloten. Eventueel zal een extra investering in stuw-tjes nodig zijn. Fijnregeling op bedrijfs- en perceelsniveau is mogelijk. Op zand is deze maatregel beter uitvoerbaar dan op klei, omdat de grondwateropbolling in zandgrond sneller tot stand komt of wegzakt na wijziging van het stuwpeil. Op klei- en veengrond zal het stuwpeil eerder omlaag moeten om op tijd een voldoende draagkrachtige grond te krijgen. Net als bij een hoger winterpeil (maatregel 3.4.1) is een nauwkeurig beheer van stuwen bij piekafvoeren noodzakelijk.

## 56 Oppervlakkige afstroming beperken

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | II,III     | Pr        | +/-         | -    | +     | +/-        | A+B+F+Vg+/- | z,k       |

Oppervlakkige afstroming komt vooral voor in hellende gebieden. In vlakke gebieden kan oppervlakkige afstroming optreden tijdens hevige regenval. Oppervlakkige afvoer kan worden voorkomen door de bodem de gelegenheid te geven meer water op te nemen. Dit kan door de infiltratiecapaciteit van de bodem te vergroten, door het water vast te houden en meer tijd te geven om te infiltreren. Dit kan op verschillende manieren die hieronder zijn uitgewerkt. Deze groep maatregelen is van minder belang voor de grasland, omdat de bodem bij grasland altijd bedekt is. We zien de volgende mogelijkheden:

- **Bewerkingsrichting afstemmen op reliëf:** Bewerkingen die haaks op de hoogtelijnen worden uitgevoerd leiden tot een grotere kans op afstroming van water. Het water stroomt gemakkelijker af via de voren of tussen de gewasrijen door. Door bewerkingen zoveel mogelijk parallel aan de hoogtelijnen uit te voeren kan een grotere waterconservering worden verkregen omdat de retentie en daarmee de infiltratie wordt vergroot.  
De maatregel draagt ook bij tot vermindering van bodemerosie en een vermindering van de kans op afspoeling van mineralen. De maatregel kost vaak meer tijd en stelt extra eisen aan de gebruikte machines (bijvoorbeeld zaaimachines). Ook kan het ertoe leiden dat percelen, en daardoor ook de infrastructuur van het bedrijf, opnieuw verkaveld c.q. ingedeeld moeten worden.  
Doordat water niet snel wordt afgevoerd kan door deze maatregel echter ook natschade op het perceel ontstaan. Dit is met name een probleem op slecht doorlatende gronden (kleigronden en veen) en bij teelten die hoge eisen stellen aan de ontwatering, zoals bij de vollegrondsgroenteteelt.  
Overigens kan het uit het oogpunt van erosiebestrijding op slecht doorlatende gronden wel een zinvolle maatregel zijn. In (sterk) hellende gebieden kunnen aanvullend hierop evenwijdig aan de hoogtelijnen op regelmatige afstand kleine walletjes worden opgeworpen of begroeide buffers worden aangelegd, waardoor de snelheid van het afstromende water wordt beperkt, zodat water kan infiltreren en bodemerosie afneemt. Deze maatregel vraagt nog meer investeringen dan grondbewerking evenwijdig aan de hoogtelijnen.
- **Aanpassen detailontwatering.** Door de detailontwatering zo veel mogelijk parallel aan de beek (in hellende (zand)gebieden) te laten lopen in plaats van loodrecht erop, wordt de afvoer van water via deze waterlopen vertraagd. Dit vergroot de mogelijkheid voor het water om in te zijgen. Ook is het makkelijker een verfijnd waterbeheer (zie maatregel 48) uit te voeren. Nadeel van deze maatregel is, dat dit kan leiden tot een ingrijpende verandering van het waterlopenstelsel, wat duur is en wat nadelig kan zijn voor landschappelijke of cultuurhistorische waarden.
- **Grond grof bewerken/openbreken slemplagen:** Door de grond grof te bewerken kan regenwater minder gemakkelijk oppervlakkig afstromen. Op kleigrond kan de infiltratie worden vergroot door een 'woelertje' achter de ploeg (Westers 1996). Door slemplagen open te breken kan regenwater sneller infiltreren. In de praktijk wordt de maatregel vaak al toegepast om het bodemprofiel te verbeteren (zie maatregel 69).

## 57 Infiltratie effluent RWZI op landbouwgronden

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | III        | Pr        | +/-         | ?    | +     | +          | A,Vg,B,Mv   | z         |

Effluent (gereinigd afvalwater) van een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) wordt normaal gesproken geloosd op het oppervlaktewater, en daarmee vrij snel uit het gebied afgevoerd. Door effluent als vloeewater op landbouwgronden te gebruiken infiltreert het, en vult zo het grondwater aan, waardoor verdroging bestreden kan worden. Ook kan de droogteschade aan een gewas hierdoor afnemen. Uit een modelstudie van Van Bakel e.a. (1994) blijkt dat het effect van het aanleggen van een dergelijk vloeisysteem de grondwaterstand in het gebied met circa 20 cm doet stijgen, en dat kwelstromen in het gebied worden hersteld.

In de melkveehouderij is deze maatregel in principe jaarrond uitvoerbaar; in de akkerbouw, vollegrondsgroente-teelt en bollenteelt in de periode dat er geen gewas op de percelen staat. Voor de fruitteelt is de maatregel onge-schikt.

Milieutechnisch moet nog een aantal zaken worden onderzocht (invloed van vloeiveiden op (de)nitrificatie, fosfaatuitspoeling). Mogelijk kunnen de concentraties zware metalen (met name koper) in effluentwater te hoog zijn voor agrarische toepassing. Onduidelijk is ook nog de invloed op de voederkwaliteit van het gras.

## 58 Koelwater niet lozen op riool of oppervlaktewater

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|
| K         | III        | Mm        | +           | 0/-  | +     | +          | Iv+         |

Als koelwater wordt geloosd op het oppervlaktewater of riool, dan gaat het voor bodem- en grondwater groten-deels verloren. Koelwater kan op de volgende manieren worden teruggegeven aan het grondwater (Circulaire agrarische afvalwaterlozing 1995):

- Koelwater kan gelijkmatig verspreid worden over het land. Hiervoor is een ontheffing vereist en zal in ieder geval aan de volgende voorwaarden voldaan moeten worden:
  - er mogen geen verontreinigingen aan het koelwater zijn toegevoegd;
  - de temperatuur van het koelwater mag maximaal 30°C zijn;
  - maximaal mag er per hectare per jaar 750 m<sup>3</sup> worden uitgereden.
- Koelwater kan (diep) in de bodem geïnjecteerd worden. Hiervoor is een ontheffing vereist en zal in ieder geval aan de volgende voorwaarden voldaan moeten worden:
  - er mogen geen verontreinigingen aan het koelwater zijn toegevoegd;
  - het water moet worden teruggebracht naar dezelfde grondwaterlaag waar het vandaan komt (retourbe-maling);
  - het te lozen water mag maximaal 2 tot 3 graden worden opgewarmd.

Lozing op de bodem is een goed alternatief, maar ook hier gaat waarschijnlijk een gedeelte van het water voor het grondwater verloren. Bij retourbemaling gaat zeer weinig water verloren, en heeft daarom de voorkeur.

## 59 Minder schonen waterlopen

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak  | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|--------------|-----------|
| G+        | III,VI     | Pr        | +/-         | +    | +     | +          | A+Vg+B+Mv+F+ | z,k,v     |

Door sloten en greppels minder vaak te schonen wordt neerslag minder snel afgevoerd. Dit betekent dat het water langer in het gebied wordt vastgehouden en (in infiltratiegebieden) meer kans heeft om naar het grondwa-ter te infiltreren. De beschikbaarheid van water voor het gewas neemt toe. De maatregel is eenvoudig uit te voe-ren. Daarbij dient er wel gelet te worden op het behoud van voldoende piek-afvoercapaciteit. De maatregel is vooral relevant voor hellende gebieden en heeft met name in de droge periode effect. Minder schonen van sloten kan een positief effect hebben op de natuurwaarden in de sloot.

## 60 Drinkwater uit andere bronnen

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|
| St        | IV         | Mm        | +/-         | 0/-  | +     | +          | Mv+lv+      |

Door over te schakelen op andere bronnen kan de hoeveelheid water die aan het grondwater of leidingwater wordt onttrokken worden teruggedrongen. Er is een aantal alternatieven die als drinkwater voor vee kunnen dienen:

- oppervlaktewater: Waar voldoende oppervlaktewater aanwezig is gebeurt dit vaak al. De kwaliteit van slootwater is echter soms zo slecht dat het niet kan dienen als drinkwater voor vee (Sleurink 1996).
- hemelwater: Dit kan worden opgevangen via dak en dakgoten en opgeslagen in een reservoir. Regenwater als drinkwater kan een flinke besparing opleveren op (duur) leidingwater (Hoitink 1996).
- gezuiverd afvalwater: Afvalwater is door zuivering geschikt te maken als drinkwater voor vee (Hovinga 1996) (zie maatregel 38).

## 61 Reinigingswater uit andere bronnen

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|
| St        | IV         | Mm        | +           | 0/+  | +     | +          | Mv+,lv+     |

Voor de reiniging van stallen is geen hoge kwaliteit water vereist. Overschakeling van leiding- of grondwater naar andere waterbronnen is goed mogelijk. Hiervoor komt (gereinigd) afvalwater, gereinigd spoelwater en regenwater in aanmerking (zie maatregelen 21 en 38).

## 62 Braaklegging

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | V          | Pr        | +           | 0    | +     | 0          | A+          | z,k,v     |

Op natte of extreem droogtegevoelige percelen is geen optimale landbouwkundige productie mogelijk. In de akkerbouw kunnen deze percelen uit productie worden genomen door ze in te brengen in de braaklegging. Op deze vanuit natuur-oogpunt toch al interessante percelen kan door natuurgerichte braaklegging bovendien de geschiktheid voor fauna extra worden vergroot (Buys e.a. 1993). Beperking van deze maatregel is dat het voortbestaan van de braakleggregeling op lange termijn onduidelijk is.

## 63 Aankoop van extra grond

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | V          | Alt       | +           | -    | +     | +          | A+,Mv+      | z,k,v     |

Om de produktiederving door nat- of droogteschade te compenseren kan een agrariër grond aankopen.

Aankoop van grond door een bedrijf betekent overigens dat een ander bedrijf grond moet verkopen. Deze optie kan geen oplossing zijn voor alle bedrijven in een gebied waar verdroging een probleem is. Bovendien is voor veel bedrijven de aankoop van grond een te dure optie, tenzij overheden in het kader van verdrogingsbestrijding een financiële bijdrage leveren. Vooral voor de wat extensievere bedrijfstakken (akkerbouw, melkveehouderij) is dit een relevante optie.

#### 64 Overschakelen op andere gewassen

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | V          | Alt       | ?           | -    | +/-   | -          | A,Mv,Vg,F,B | z,k,v     |

Ontwateringseisen verschillen per gewas. Sommige gewassen kunnen beter tegen een hoge grondwaterstand of droogte dan andere. We onderscheiden de volgende mogelijkheden:

- overschakelen op grasland: De ontwateringseisen van grasland zijn relatief gering. Akkerbouwgebieden zouden bij vernatting kunnen worden omgezet in grasland.
- overschakelen van weide- op hooiland: In principe vraagt grasland in de natte periode weinig grondbewerking. Vanwege het uitrijden van mest is een vroege berijdbaarheid van grasland in veel gevallen echter gewenst. Ook voor beweiding is het noodzakelijk dat de draagkracht goed is, wil vertrapping worden voorkomen. Ten slotte komt de grasproductie bij een goede ontwatering sneller op gang vanwege de hogere bodemtemperatuur onder droge situaties. Door de natte percelen alleen als hooiland te gebruiken hoeven er aan het begin van het groeiseizoen geen eisen aan de berijdbaarheid van het perceel te worden gesteld. Later in het jaar, als het gras gemaaid moet worden, is de grondwaterstand over het algemeen zo ver gedaald dat betreding met machines wel noodzakelijk is. De maatregel is goed te combineren met maatregel 52 en 66.
- overschakelen op granen: Granen, en met name wintertarwe, vragen weinig grondbewerking in de natte periode. Daardoor hoeft de draagkracht van de grond in het voorjaar niet hoog te zijn. Ook zijn granen relatief goed bestand tegen droogte. Granen hebben nog meer voordelen. Graan is een relatief extensieve gewasgroep. De inzet aan gewasbeschermingsmiddelen ten opzichte van bijvoorbeeld hakvruchten, vollegrondsgroenten en bollen is (aanzienlijk) minder (Kavelaars & Poppe (1993), geciteerd in Buys e.a. 1993). Doordat ze de bodem al in het najaar bedekken, zijn wintergranen zeer geschikt om erosie tegen te gaan. Door de relatief geringe bodembedekking en grondbewerking geeft graan (en dan in het bijzonder wintergraan) meer kansen voor natuur. Verhoudingsgewijs veel (bijzondere) soorten akkerkruiden, vogels en kleine zoogdieren hebben voorkeur voor (winter)graan (Plate 1990; Van Scharenburg e.a. 1990, geciteerd in Buys e.a. 1993; Terwan 1992). Toepassing van de maatregel stuit op vruchtwisselingsproblemen (Hidding 1996) en is bedrijfseconomisch minder aantrekkelijk: granen hebben een laag saldo.
- overschakelen op meerjarige gewassen: Meerjarige teelten vergen relatief weinig bodembewerking (bijvoorbeeld snelgroeiend hout, olifantgras, bessen, hazelnoten, graszaad, karwij, luzerne). Door over te schakelen op deze gewassen hoeft de grondwaterstand aan het begin van het groeiseizoen niet omlaag te worden gebracht om grondbewerking mogelijk te maken. Hierdoor kan de ontwatering minder diep zijn. Wel is het nodig zo diep te ontwateren dat landbouwproductie nog mogelijk is. Dit hangt af van het gewas.

In alle gevallen geldt dat overschakelen op een ander gewas niet zonder meer mogelijk is. In veel gevallen laat de bedrijfsvoering niet toe dat een agrariër overgaat op een ander gewas. In de akkerbouw liggen het bouwplan en de gewaskeuze al voor een groot gedeelte vast (via investeringen in machines en gebouwen). Overschakeling van de ene bedrijfstak naar de andere is zonder financiële ondersteuning in bijna geen enkel geval mogelijk.



## 65 Overschakelen op ander type veehouderij

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | V          | Alt       | +           | -    | +     | -          | Mv          | z,k,v     |

Door (gedeeltelijk) over te schakelen van melkvee, dat hoge eisen aan de kwaliteit van het ruwvoer stelt, naar bijvoorbeeld schapen, kan een agrariër zijn bedrijfsvoering op zo'n manier aanpassen aan een natte of droge situatie, dat het bedrijfsresultaat positief blijft. De minder natte of droge jaren kunnen worden benut om de ruwvoervoorraad extra aan te vullen. Doordat schapen minder vertrappen hoeven ook minder eisen gesteld te worden aan de draagkracht en dus ontwatering van de grond. Deze maatregel is voor maar weinig bedrijven van toepassing. Voor veel bedrijven is de grondprijs te hoog voor zo'n omschakeling.

## 66 Aangepast materieel

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak   | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|---------------|-----------|
| G         | V          | Alt       | +/-         | -    | +     | +          | A+,Mv+,Vg+,B+ | v, k (z)  |

Omdat arbeid in verhouding duurder is dan machines worden steeds grotere (en zwaardere) machines ingezet, die het liefst meerdere bewerkingen in één keer kunnen uitvoeren. Dit stelt strengere eisen aan de ontwatering van de percelen (draagkracht). Een andere oplossingsrichting is aanpassing van de bedrijfsuitrusting zodat ook percelen met een slechte draagkracht kunnen worden bereiden. Enkele voorbeelden van aangepast materieel:

- brede banden (en/of) lage bandenspanning;
- kunststofnetten als verharding van kavelpaden;
- meesturende tandmassen onder landbouwwagen of mesttank;
- mestpendelapparatuur t.b.v. de aanwending van dunne mest.

De aanschaf van aangepast materieel vergt extra (grote) investeringen. Er bestaat een stimuleringsregeling voor de aanschaf van aangepast materieel voor weinig draagkrachtige gronden (bijv. veengronden; Complementaire regeling voor investeringen in landbouwbedrijven 1989, geciteerd in Buys e.a. 1993). Indien in een gebied veel van dergelijke situaties voorkomen kan de maatregel economisch rendabel worden als een loonwerker de apparatuur aanschaf.

Voor de fruitteelt (en in mindere mate de bollen- en vollegrondsgroenteteelt) is deze maatregel weinig relevant; fruitteelt stelt te hoge eisen aan ontwatering.

## 67 Teelt en laat onderwerken van groenbemester

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | V          | Alt       | -           | +/-  | +     | 0          | A+,Vg       | z,k,v     |

Op slecht draagkrachtige percelen met een slechte ontwatering is het laat onderwerken van de groenbemester, die dan nog veel vocht uit het perceel verdampt, een voordeel. Dit maakt andere aanpassingen in ontwatering in winter of voorjaar minder noodzakelijk. Op natte gronden verteert een groenbemester slecht, zodat de bemestende waarde beperkt is. Ook is dit minder gunstig voor de benutting van mineralen. Deze maatregel is vooral voor de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt relevant. In de overige bedrijfstakken zijn de percelen in de winter beteeld.

## 68 Afsluiten beheersovereenkomst

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | V          | Alt       | +           | 0    | +     | +          | Mv+,A       | z,k,v     |

Indien er vernet gebied is aangewezen als beheers- of reservaatgebied, kan een agrariër een beheersovereenkomst afsluiten. Dit kan aanvullende inkomsten opleveren.

Deze maatregel is vooral relevant voor de melkveehouderij en akkerbouw. In de andere bedrijfstakken zijn beheersovereenkomsten in de regel niet goed inpasbaar in de bedrijfsvoering.

## 69 Vergroten vochthoudend vermogen wortelzone

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G+        | 0          | Pr        | +/-         | ?    | ?     | +          | A,Vg,B,F,Mv | k,z       |

Door het vochthoudend vermogen van de bouwvoor te vergroten kan de bodem meer water vasthouden. Er is dan meer water beschikbaar voor gewasgroei en dus minder snel beregening nodig. Een betere vochtvoorziening in de wortelzone leidt tot meer verdamping (Van Bakel 1996), zodat het effect ten aanzien van verdrogingsbestrijding gering is. Deze maatregel is wel zinvol om droogteschade te verminderen. Het vochthoudend vermogen van de bouwvoor kan worden vergroot door:

- Het organische stofgehalte te verhogen: Elke kg organische stof kan 10 kg water aan zich binden. In de praktijk is het moeilijk om het organische-stofgehalte snel te verhogen zodat het effect pas op langere termijn optreedt. Verhoging van het organische-stofgehalte is mogelijk door de toevoer van organische stof naar de bodem groter te maken dan de afbraak en/of afvoer. Dit kan door:
  - verbouwen en onderwerken groenbemesters;
  - mulching (zie maatregel 24);
  - zo veel mogelijk oogstresten op het perceel achterlaten en deze bij voorkeur onderwerken;
  - zo min mogelijk kerende grondbewerkingen uitvoeren (deze bevorderen de mineralisatie);
  - zo min mogelijk graslandvernieuwing toepassen.

Op kleigrond kan verbetering van het organische-stofgehalte structuurbederf door verslemping tegengaan en daarmee de noodzaak voor fysisch-mechanische aantasting van de bodemopbouw door profielverbetering wegnemen. Op droogte- en erosiegevoelige en verslechte grond zal het ook de mineralenbenutting verbeteren. Als het verhogen van het gehalte organische stof gebeurt in de vorm van mulchen of specifieke groenbemesters, ontstaan extra kansen voor natuur (Buys e.a. 1993). Als het gebeurt met behulp van bodembedekking na de teelt van het hoofdgewas (groenbemesters, gft-compost, mulchen met plagsel of stro) wordt bovendien op directe wijze erosie tegengegaan.

De maatregel kan bijdragen aan de vergroting van een overschot op de mineralenbalans (toevoer mineralen in organische stof), en is dus vanuit het mest- en mineralenbeleid een knelpunt.
- Vergroten bewortelbare diepte door profielverbetering of verlagen grondwaterstand. Deze mogelijkheid is weinig wenselijk. Vaak is een aanpassing van het bodemprofiel ongewenst. Een lagere grondwaterstand is in de regel uit oogpunt van verdrogingsbestrijding ongewenst.

## 70    Bouwvoor vochtig houden

| watergebr | verdroging | maatregel | afwenteling | econ | techn | acceptatie | bedrijfstak | bodemtype |
|-----------|------------|-----------|-------------|------|-------|------------|-------------|-----------|
| G         | 0          | Alt       | -           | -    | +     | 0/-        | A+,Vg+B+    | z,k,v     |

Als de bouwvoor uitgedroogd is, is de infiltratiecapaciteit van de bodem geringer dan wanneer de bodem vochtig is. Vooral zware kleigrond en veengrond zonder mineraaldek zijn hier gevoelig voor. Bij neerslag met een hoge intensiteit na een droge periode kan een uitgedroogde bodem daarom vaak niet alle neerslag opnemen, zodat water oppervlakkig zal afstromen of door scheuren rechtstreeks naar de ondergrond verdwijnt zonder de wortelzone te bevochtigen. Door de bouwvoor (door berekening) vochtig te houden kan de infiltratiecapaciteit verhoogd worden, zodat meer neerslagwater door de bodem kan worden opgenomen. Keerzijde van deze maatregel is dat het capillaire geleidingsvermogen van vochtige grond groter is dan die van droge grond en dat de verdamping dan groter is. Of de maatregel een positief effect heeft op de aanvulling van het grondwater hangt af van de balans tussen de hoeveelheid vocht die nodig is om de bouwvoor vochtig te houden en extra verdampt, en het verlies aan oppervlakkige afstroming. In de praktijk wordt de maatregel niet toegepast, omdat het naar verwachting meer water kost dan oplevert.

## BIJLAGE 6 Zoeksleutels

In deze bijlage geven we een aantal zoeksleutels die het vinden van bepaalde maatregelen vergemakkelijken. We kiezen drie 'ingangen':

- per type watergebruik;
- per type bijdrage aan verdrogingsbestrijding;
- per bedrijfstak.

De zoeksleutels staan in de tabellen B.12 t/m B.27. In deze tabellen geven we per categorie een overzicht van de relevante maatregelen. In de zoeksleutels voor type watergebruik en bedrijfstak geven we ter informatie de codes voor verdroging weer. De betekenis van deze codes is gelijk aan die in bijlage 5. De nummers en omschrijvingen van de maatregelen corresponderen eveneens met die in bijlage 5.

**Tabel B.12 Maatregelen gewasverdamping en ontwatering**

| nummer | omschrijving                                                          | code verdroging |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1      | Aangepaste bemesting                                                  | I               |
| 2      | Groeiperiode verschuiven                                              | I               |
| 3      | Verminderen vochtbehoefte door ras- en gewaskeuze                     | I               |
| 4      | Niet of minder beregenen                                              | I               |
| 5      | Ondiepe grondbewerking (mechanisch wieden)                            | I               |
| 6      | Groenbemester zo vroeg mogelijk onderwerken                           | I               |
| 7      | Aankoop (extra) ruwvoer                                               | I               |
| 8      | Verzekering tegen droogteschade                                       | I               |
| 9      | Bij lage windsnelheden beregenen                                      | I               |
| 10     | 's Avonds of 's nachts beregenen                                      | I               |
| 11     | Efficiënte beregeningsinstallatie                                     | I               |
| 12     | Gieten in plaats van beregenen                                        | I               |
| 13     | Afstellen installatie                                                 | I               |
| 14     | Beregenen met computergestuurde technieken                            | I               |
| 15     | Rendementsberekening beregeningsinstallatie                           | I               |
| 16     | Optimale giftgrootte en beregeningstijdstip                           | I               |
| 17     | Op strategische momenten beregenen                                    | I               |
| 18     | Niet te vroeg in het seizoen beregenen                                | I               |
| 19     | Overschakelen op andere waterbronnen voor beregening (uit grondwater) | I               |
| 20     | Aanleg windsingels                                                    | I               |
| 22     | Locatie van grondwaterwinput veranderen                               | I,II            |
| 23     | Afstroming verhard oppervlak beperken                                 | II,III          |
| 24     | Aanbrengen mulch of folie                                             | I,III           |
| 39     | Opslag neerslagoverschot                                              | I,VI            |
| 40     | Brede, ondiepe waterlopen in plaats van smalle, diepe waterlopen      | II,III          |
| 41     | Variabele drainage- en ontwateringsbasis                              | II,III          |
| 42     | Onnodige wegzijging voorkomen                                         | II,III          |
| 43     | Optimaliseren afvoercapaciteit                                        | II,III          |
| 44     | Egaliseren in plaats van dieper ontwateren                            | II,III          |
| 45     | Inundatie bollenvelden                                                | II,III          |

|    |                                                        |             |
|----|--------------------------------------------------------|-------------|
| 46 | Aanleg retentiebekkens                                 | II,III      |
| 47 | Aanleg rabattenbos                                     | II,III      |
| 48 | Verfijning afwatering                                  | II,III,V    |
| 49 | Ondiepe drainage met hoog peil in sloot                | II,III,V    |
| 50 | Ondiepe drainage of begreppeling                       | II,III,V    |
| 51 | Ontwatering afstemmen op x% van de bedrijfsoppervlakte | II,III,V    |
| 52 | Natte of droge percelen in bedrijfsvoering inpassen    | II,III,V    |
| 53 | Tijdelijke onder- of bronbemaling                      | II,III,V,VI |
| 54 | Hoger winterpeil                                       | II,III,VI   |
| 55 | Stuw omhoog na zaaien, oogsten en mest uitrijden       | II,III,VI   |
| 56 | Oppervlakkige afstroming beperken                      | III         |
| 57 | Infiltratie effluent RWZI op landbouwgronden           | III         |
| 59 | Minder schonen                                         | III,VI      |
| 62 | Braaklegging                                           | V           |
| 63 | Aankoop extra grond                                    | V           |
| 64 | Overschakelen op andere gewassen                       | V           |
| 65 | Overschakelen op ander type veehouderij                | V           |
| 66 | Aangepast materieel                                    | V           |
| 67 | Teelt en laat onderwerken van groenbemester            | V           |
| 68 | Afsluiten beheersovereenkomst                          | V           |
| 69 | Vergroten vochthoudend vermogen wortelzone             | 0           |
| 70 | Bouwvoor vochtig houden                                | 0           |

Toelichting: zie inleiding bij deze bijlage

**Tabel B.13 Maatregelen spoelen van produkten**

| nummer | omschrijving                            | code verdroging |
|--------|-----------------------------------------|-----------------|
| 21     | Reiniging en hergebruik van spoelwater  | I               |
| 25     | Spoelwater op andere wijze afvoeren     | I,III,IV        |
| 29     | Zandstralen in plaats van spoelen       | I,IV            |
| 30     | Beperken watergebruik voor spoelen      | I,IV            |
| 31     | Type spoelmachine                       | I,IV            |
| 32     | Spoelen met water uit neerslagreservoir | I,IV            |
| 38     | Zuivering (afval)water                  | I,IV            |

Toelichting: zie inleiding bij deze bijlage

**Tabel B.14 Maatregelen watergebruik in de stal**

| nummer | omschrijving                                                 | code verdroging |
|--------|--------------------------------------------------------------|-----------------|
| 26     | Scheiden en zuiveren waterige fractie en droge stof uit mest | I,III,IV        |
| 33     | Verminderen drinkwatergebruik vee                            | I,IV            |
| 34     | Betere reinigingstechnieken                                  | I,IV            |
| 35     | Zuinige systemen voor spoelen melkmachine                    | I,IV            |

|    |                                                 |      |
|----|-------------------------------------------------|------|
| 36 | Hergebruik en reiniging spoelwater              | I,IV |
| 37 | Vermindering watergebruik in groen-labelstallen | I,IV |
| 38 | Zuivering (afval)water                          | I,IV |
| 60 | Drinkwater uit andere bronnen                   | IV   |
| 61 | Reinigingswater uit andere bronnen              | IV   |

Toelichting: zie inleiding bij deze bijlage

**Tabel B.15 Maatregelen koeling**

| nummer | omschrijving                                      | code verdroging |
|--------|---------------------------------------------------|-----------------|
| 27     | Zuinige koelsystemen                              | I,IV            |
| 28     | Koelwater uit andere bronnen                      | I,IV            |
| 58     | Koelwater niet lozen op riool of oppervlaktewater | III             |

Toelichting: zie inleiding bij deze bijlage

**Tabel B.16 Maatregelen terugdringing verbruik grond- en oppervlaktewater**

| nummer | omschrijving                                                          |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1      | Aangepaste bemesting                                                  |
| 2      | Groeiperiode verschuiven                                              |
| 3      | Verminderen vochtbehoefte door ras- en gewaskeuze                     |
| 4      | Niet of minder beregenen                                              |
| 5      | Ondiepe grondbewerking (mechanisch wieden)                            |
| 6      | Groenbemester zo vroeg mogelijk onderwerken                           |
| 7      | Aankoop (extra) ruwvoer                                               |
| 8      | Verzekering tegen droogteschade                                       |
| 9      | Bij lage windsnelheden beregenen                                      |
| 10     | 's Avonds of 's nachts beregenen                                      |
| 11     | Efficiënte beregeningsinstallatie                                     |
| 12     | Gieten in plaats van beregenen                                        |
| 13     | Afstellen installatie                                                 |
| 14     | Beregenen met computergestuurde technieken                            |
| 15     | Rendementsberekening beregeningsinstallatie                           |
| 16     | Optimale giftgrootte en beregeningstijdstip                           |
| 17     | Op strategische momenten beregenen                                    |
| 18     | Niet te vroeg in het seizoen beregenen                                |
| 19     | Overschakelen op andere waterbronnen voor beregening (uit grondwater) |
| 20     | Aanleg windsingels                                                    |
| 21     | Reiniging en hergebruik van spoelwater                                |
| 22     | Locatie van grondwaterinput veranderen                                |
| 23     | Afstroming verhard oppervlak beperken                                 |
| 24     | Aanbrengen mulch of folie                                             |
| 25     | Spoelwater op andere wijze afvoeren                                   |

|    |                                                              |
|----|--------------------------------------------------------------|
| 26 | Scheiden en zuiveren waterige fractie en droge stof uit mest |
| 27 | Zuinige koelsystemen                                         |
| 28 | Koelwater uit andere bronnen                                 |
| 29 | Zandstralen in plaats van spoelen                            |
| 30 | Beperken watergebruik voor spoelen                           |
| 31 | Type spoelmachine                                            |
| 32 | Spoelen met water uit neerslagreservoir                      |
| 33 | Verminderen drinkwatergebruik vee                            |
| 34 | Betere reinigingstechnieken                                  |
| 35 | Zuinige systemen voor spoelen melkmachine                    |
| 36 | Hergebruik en reiniging spoelwater                           |
| 37 | Vermindering watergebruik in groen-labelstallen              |
| 38 | Zuivering (afval)water                                       |
| 39 | Opslag neerslagoverschot                                     |

---

Toelichting: zie inleiding bij deze bijlage

**Tabel B.17    Maatregelen verhoging grondwaterstand**

| nummer | omschrijving                                                     |
|--------|------------------------------------------------------------------|
| 22     | Locatie van grondwaterwinput veranderen                          |
| 23     | Afstroming verhard oppervlak beperken                            |
| 40     | Brede, ondiepe waterlopen in plaats van smalle, diepe waterlopen |
| 41     | Variabele drainage- en ontwateringsbasis                         |
| 42     | Onnodige wegzijging voorkomen                                    |
| 43     | Optimaliseren afvoercapaciteit                                   |
| 44     | Egaliseren in plaats van dieper ontwateren                       |
| 45     | Inundatie bollenvelden                                           |
| 46     | Aanleg retentiebekkens                                           |
| 47     | Aanleg rabattenbos                                               |
| 48     | Verfijning afwatering                                            |
| 49     | Ondiepe drainage met hoog peil in sloot                          |
| 50     | Ondiepe drainage of begreppeling                                 |
| 51     | Ontwatering afstemmen op x% van de bedrijfsoppervlakte           |
| 52     | Natte of droge percelen in bedrijfsvoering inpassen              |
| 53     | Tijdelijke onder- of bronbemaling                                |
| 54     | Hoger winterpeil                                                 |
| 55     | Stuw omhoog na zaaien, oogsten en mest uitrijden                 |
| 56     | Oppervlakkige afstroming beperken                                |

---

Toelichting: zie inleiding bij deze bijlage

**Tabel B.18 Maatregelen aanvulling grondwater**

| nummer | omschrijving                                                     |
|--------|------------------------------------------------------------------|
| 23     | Afstroming verhard oppervlak beperken                            |
| 24     | Aanbrengen mulch of folie                                        |
| 25     | Spoelwater op andere wijze afvoeren                              |
| 26     | Scheiden en zuiveren waterige fractie en droge stof uit mest     |
| 40     | Brede, ondiepe waterlopen in plaats van smalle, diepe waterlopen |
| 41     | Variabele drainage- en ontwateringsbasis                         |
| 42     | Onnodige wegzijging voorkomen                                    |
| 43     | Optimaliseren afvoercapaciteit                                   |
| 44     | Egaliseren in plaats van dieper ontwateren                       |
| 45     | Inundatie bollenvelden                                           |
| 46     | Aanleg retentiebekkens                                           |
| 47     | Aanleg rabattenbos                                               |
| 48     | Verfijning afwatering                                            |
| 49     | Ondiepe drainage met hoog peil in sloot                          |
| 50     | Ondiepe drainage of begreppeling                                 |
| 51     | Ontwatering afstemmen op x% van de bedrijfsoppervlakte           |
| 52     | Natte of droge percelen in bedrijfsvoering inpassen              |
| 53     | Tijdelijke onder- of bronbemaling                                |
| 54     | Hoger winterpeil                                                 |
| 55     | Stuw omhoog na zaaien, oogsten en mest uitrijden                 |
| 56     | Oppervlakkige afstroming beperken                                |
| 57     | Infiltratie effluent RWZI op landbouwgronden                     |
| 58     | Koelwater niet lozen op riool of oppervlaktewater                |
| 59     | Minder schonen                                                   |

Toelichting: zie inleiding bij deze bijlage

**Tabel B.19 Maatregelen terugdringing gebruik leidingwater**

| nummer | omschrijving                                                 |
|--------|--------------------------------------------------------------|
| –      |                                                              |
| 23     | Afstroming verhard oppervlak beperken                        |
| 25     | Spoelwater op andere wijze afvoeren                          |
| 26     | Scheiden en zuiveren waterige fractie en droge stof uit mest |
| 27     | Zuinige koelsystemen                                         |
| 28     | Koelwater uit andere bronnen                                 |
| 29     | Zandstralen in plaats van spoelen                            |
| 30     | Beperken watergebruik voor spoelen                           |
| 31     | Type spoelmachine                                            |
| 32     | Spoelen met water uit neerslagreservoir                      |
| 33     | Verminderen drinkwatergebruik vee                            |
| 34     | Betere reinigingstechnieken                                  |



|    |                                                 |
|----|-------------------------------------------------|
| 35 | Zuinige systemen voor spoelen melkmachine       |
| 36 | Hergebruik en reiniging spoelwater              |
| 37 | Vermindering watergebruik in groen-labelstallen |
| 38 | Zuivering (afval)water                          |
| 60 | Drinkwater uit andere bronnen                   |
| 61 | Reinigingswater uit andere bronnen              |

Toelichting: zie inleiding bij deze bijlage

**Tabel B.20 Maatregelen inspelen op natte situaties**

| nummer | omschrijving                                           |
|--------|--------------------------------------------------------|
| 48     | Verfijning afwatering                                  |
| 49     | Ondiepe drainage met hoog peil in sloot                |
| 50     | Ondiepe drainage of begreppeling                       |
| 51     | Ontwatering afstemmen op x% van de bedrijfsoppervlakte |
| 52     | Natte of droge percelen in bedrijfsvoering inpassen    |
| 53     | Tijdelijke onder- of bronbemaling                      |
| 62     | Braaklegging                                           |
| 63     | Aankoop extra grond                                    |
| 64     | Overschakelen op andere gewassen                       |
| 65     | Overschakelen op ander type veehouderij                |
| 66     | Aangepast materieel                                    |
| 67     | Teelt en laat onderwerken van groenbemester            |
| 68     | Afsluiten beheersovereenkomst                          |

Toelichting: zie inleiding bij deze bijlage

**Tabel B.21 Maatregelen vermindering afhankelijkheid aanvoer gebiedsvreemd water**

| nummer | omschrijving                                     |
|--------|--------------------------------------------------|
| 39     | Opslag neerslagoverschot                         |
| 53     | Tijdelijke onder- of bronbemaling                |
| 54     | Hoger winterpeil                                 |
| 55     | Stuw omhoog na zaaien, oogsten en mest uitrijden |
| 59     | Minder schonen                                   |

Toelichting: zie inleiding bij deze bijlage

**Tabel B.22 Maatregelen relevant voor akkerbouw (inclusief maïsteelt)**

| nummer | omschrijving             | code verdroging |
|--------|--------------------------|-----------------|
| 1      | Aangepaste bemesting     | I               |
| 2      | Groeiperiode verschuiven | I               |

|    |                                                                       |             |
|----|-----------------------------------------------------------------------|-------------|
| 3  | Verminderen vochtbehoefte door ras- en gewaskeuze                     | I           |
| 4  | Niet of minder beregenen                                              | I           |
| 5  | <i>Ondiepe grondbewerking (mechanisch wieden)</i>                     | I           |
| 6  | <i>Groenbemester zo vroeg mogelijk onderwerken</i>                    | I           |
| 8  | Verzekering tegen droogteschade                                       | I           |
| 9  | Bij lage windsnelheden beregenen                                      | I           |
| 10 | 's Avonds of 's nachts beregenen                                      | I           |
| 11 | Efficiënte beregeningsinstallatie                                     | I           |
| 13 | <i>Afstellen installatie</i>                                          | I           |
| 14 | Beregenen met computergestuurde technieken                            | I           |
| 15 | Rendementsberekening beregeningsinstallatie                           | I           |
| 16 | <i>Optimale giftgrootte en beregeningstijdstip</i>                    | I           |
| 17 | <i>Op strategische momenten beregenen</i>                             | I           |
| 18 | Niet te vroeg in het seizoen beregenen                                | I           |
| 19 | Overschakelen op andere waterbronnen voor beregening (uit grondwater) | I           |
| 20 | Aanleg windsingels                                                    | I           |
| 22 | <i>Locatie van grondwaterwininput veranderen</i>                      | I,II        |
| 23 | Afstroming verhard oppervlak beperken                                 | II,III      |
| 24 | <i>Aanbrengen mulch of folie</i>                                      | I,III       |
| 30 | <i>Beperken watergebruik voor spoelen</i>                             | I,IV        |
| 38 | <i>Zuivering (afval)water</i>                                         | I,IV        |
| 39 | Opslag neerslagoverschot                                              | I,VI        |
| 40 | Brede, ondiepe waterlopen in plaats van smalle, diepe waterlopen      | II,III      |
| 41 | <i>Variabele drainage- en ontwateringsbasis</i>                       | II,III      |
| 42 | Onnodige wegzijging voorkomen                                         | II,III      |
| 43 | <i>Optimaliseren afvoercapaciteit</i>                                 | II,III      |
| 44 | <i>Egaliseren in plaats van dieper ontwateren</i>                     | II,III      |
| 46 | Aanleg retentiebekkens                                                | II,III      |
| 47 | Aanleg rabattenbos                                                    | II,III      |
| 48 | Verfijning afwatering                                                 | II,III,V    |
| 49 | Ondiepe drainage met hoog peil in sloot                               | II,III,V    |
| 50 | Ondiepe drainage of begreppeling                                      | II,III,V    |
| 51 | Ontwatering afstemmen op x% van de bedrijfsoppervlakte                | II,III,V    |
| 52 | Natte of droge percelen in bedrijfsvoering inpassen                   | II,III,V    |
| 53 | Tijdelijke onder- of bronbemaling                                     | II,III,V,VI |
| 54 | <i>Hoger winterpeil</i>                                               | II,III,VI   |
| 55 | Stuw omhoog na zaaien, oogsten en mest uitrijden                      | II,III,VI   |
| 56 | <i>Oppervlakkige afstroming beperken</i>                              | III         |
| 57 | Infiltratie effluent RWZI op landbouwgronden                          | III         |
| 59 | <i>Minder schonen</i>                                                 | III,VI      |
| 62 | <i>Braaklegging</i>                                                   | V           |
| 63 | <i>Aankoop extra grond</i>                                            | V           |
| 64 | Overschakelen op andere gewassen                                      | V           |
| 66 | <i>Aangepast materieel</i>                                            | V           |
| 67 | <i>Teelt en laat onderwerken van groenbemester</i>                    | V           |
| 68 | Afsluiten beheersovereenkomst                                         | V           |
| 69 | Vergroten vochthoudend vermogen wortelzone                            | 0           |
| 70 | <i>Bouwvoor vochtig houden</i>                                        | 0           |

Toelichting: zie inleiding bij deze bijlage. Cursief afgedrukte maatregelen achten we goed toepasbaar in deze bedrijfstak.

**Tabel B.23     Maatregelen vollegrondsgroenteteelt**

| nummer | omschrijving                                                             | code verdroging |
|--------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1      | Aangepaste bemesting                                                     | I               |
| 3      | Verminderen vochtbehoefte door ras- en gewaskeuze                        | I               |
| 4      | Niet of minder beregenen                                                 | I               |
| 5      | <i>Ondiepe grondbewerking (mechanisch wieden)</i>                        | I               |
| 6      | Groenbemester zo vroeg mogelijk onderwerken                              | I               |
| 8      | Verzekering tegen droogteschade                                          | I               |
| 9      | Bij lage windsnelheden beregenen                                         | I               |
| 10     | 's Avonds of 's nachts beregenen                                         | I               |
| 11     | <i>Efficiënte beregeningsinstallatie</i>                                 | I               |
| 12     | <i>Gieten in plaats van beregenen</i>                                    | I               |
| 13     | <i>Afstellen installatie</i>                                             | I               |
| 14     | <i>Beregenen met computergestuurde technieken</i>                        | I               |
| 16     | <i>Optimale giftgrootte en beregeningstijdstip</i>                       | I               |
| 17     | <i>Op strategische momenten beregenen</i>                                | I               |
| 18     | Niet te vroeg in het seizoen beregenen                                   | I               |
| 19     | Overschakelen op andere waterbronnen voor beregening<br>(uit grondwater) | I               |
| 20     | Aanleg windsingels                                                       | I               |
| 21     | <i>Reiniging en hergebruik van spoelwater</i>                            | I               |
| 22     | <i>Locatie van grondwaterwinput veranderen</i>                           | I,II            |
| 23     | Afstroming verhard oppervlak beperken                                    | II,III          |
| 24     | <i>Aanbrengen mulch of folie</i>                                         | I,III           |
| 25     | <i>Spoelwater op andere wijze afvoeren</i>                               | I,III,IV        |
| 29     | <i>Zandstralen in plaats van spoelen</i>                                 | I,IV            |
| 30     | <i>Beperken watergebruik voor spoelen</i>                                | I,IV            |
| 31     | <i>Type spoelmachine</i>                                                 | I,IV            |
| 32     | <i>Spoelen met water uit neerslagreservoir</i>                           | I,IV            |
| 38     | <i>Zuivering (afval)water</i>                                            | I,IV            |
| 39     | <i>Opslag neerslagoverschot</i>                                          | I,VI            |
| 40     | Brede, ondiepe waterlopen in plaats van smalle,<br>diepe waterlopen      | II,III          |
| 41     | <i>Variabele drainage- en ontwateringsbasis</i>                          | II,III          |
| 42     | Onnodige wegzijging voorkomen                                            | II,III          |
| 43     | <i>Optimaliseren afvoercapaciteit</i>                                    | II,III          |
| 44     | <i>Egaliseren in plaats van dieper ontwateren</i>                        | II,III          |
| 46     | Aanleg retentiebekkens                                                   | II,III          |
| 48     | Verfijning afwatering                                                    | II,III,V        |
| 50     | Ondiepe drainage of begreppeling                                         | II,III,V        |
| 53     | <i>Tijdelijke onder- of bronbemaling</i>                                 | II,III,V,VI     |
| 56     | <i>Oppervlakkige afstroming beperken</i>                                 | III             |

|    |                                              |        |
|----|----------------------------------------------|--------|
| 57 | Infiltratie effluent RWZI op landbouwgronden | III    |
| 59 | <i>Minder schonen</i>                        | III,VI |
| 64 | Overschakelen op andere gewassen             | V      |
| 66 | <i>Aangepast materieel</i>                   | V      |
| 67 | Teelt en laat onderwerken van groenbemester  | V      |
| 69 | Vergroten vochthoudend vermogen wortelzone   | 0      |
| 70 | <i>Bouwvoor vochtig houden</i>               | 0      |

Toelichting: zie inleiding bij deze bijlage. Cursief afgedrukte maatregelen achten we goed toepasbaar in deze bedrijfstak.

**Tabel B.24 Maatregelen bloembollenteelt**

| nummer | omschrijving                                                          | code verdroging |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1      | Aangepaste bemesting                                                  | I               |
| 3      | Verminderen vochtbehoefte door ras- en gewaskeuze                     | I               |
| 4      | Niet of minder beregenen                                              | I               |
| 5      | Ondiepe grondbewerking (mechanisch wieden)                            | I               |
| 6      | Groenbemester zo vroeg mogelijk onderwerken                           | I               |
| 8      | Verzekering tegen droogteschade                                       | I               |
| 9      | Bij lage windsnelheden beregenen                                      | I               |
| 10     | 's Avonds of 's nachts beregenen                                      | I               |
| 11     | Efficiënte beregeningsinstallatie                                     | I               |
| 13     | Afstellen installatie                                                 | I               |
| 14     | Bereggen met computergestuurde technieken                             | I               |
| 16     | Optimale giftgrootte en beregeningstijdstip                           | I               |
| 17     | Op strategische momenten beregenen                                    | I               |
| 18     | Niet te vroeg in het seizoen beregenen                                | I               |
| 19     | Overschakelen op andere waterbronnen voor beregening (uit grondwater) | I               |
| 20     | Aanleg windsingels                                                    | I               |
| 21     | Reiniging en hergebruik van spoelwater                                | I               |
| 22     | Locatie van grondwaterwinput veranderen                               | I,II            |
| 23     | Afstroming verhard oppervlak beperken                                 | II,III          |
| 24     | Aanbrengen mulch of folie                                             | I,III           |
| 25     | Spoelwater op andere wijze afvoeren                                   | I,III,IV        |
| 29     | Zandstralen in plaats van spoelen                                     | I,IV            |
| 30     | Beperken watergebruik voor spoelen                                    | I,IV            |
| 31     | Type spoelmachine                                                     | I,IV            |
| 32     | Spoelen met water uit neerslagreservoir                               | I,IV            |
| 38     | Zuivering (afval)water                                                | I,IV            |
| 39     | Opslag neerslagoverschot                                              | I,VI            |
| 40     | Brede, ondiepe waterlopen in plaats van smalle, diepe waterlopen      | II,III          |
| 41     | Variabele drainage- en ontwateringsbasis                              | II,III          |
| 42     | Onnodige wegzijging voorkomen                                         | II,III          |
| 43     | Optimaliseren afvoercapaciteit                                        | II,III          |
| 44     | <i>Egaliseren in plaats van dieper ontwateren</i>                     | II,III          |

|    |                                                  |             |
|----|--------------------------------------------------|-------------|
| 45 | Inundatie bollenvelden                           | II,III      |
| 46 | Aanleg retentiebekkens                           | II,III      |
| 48 | Verfijning afwatering                            | II,III,V    |
| 49 | Ondiepe drainage met hoog peil in sloot          | II,III,V    |
| 50 | Ondiepe drainage of begreppeling                 | II,III,V    |
| 53 | <i>Tijdelijke onder- of bronbemaling</i>         | II,III,V,VI |
| 55 | Stuw omhoog na zaaien, oogsten en mest uitrijden | II,III,VI   |
| 56 | <i>Oppervlakkige afstroming beperken</i>         | III         |
| 57 | Infiltratie effluent RWZI op landbouwgronden     | III         |
| 59 | <i>Minder schonen</i>                            | III,VI      |
| 64 | Overschakelen op andere gewassen                 | V           |
| 66 | <i>Aangepast materieel</i>                       | V           |
| 69 | Vergroten vochthoudend vermogen wortelzone       | 0           |
| 70 | <i>Bouwvoor vochtig houden</i>                   | 0           |

Toelichting: zie inleiding bij deze bijlage. Cursief afgedrukte maatregelen achten we goed toepasbaar in deze bedrijfstak.

**Tabel B.25 Maatregelen fruitteelt**

| nummer | omschrijving                                                          | code verdroging |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1      | Aangepaste bemesting                                                  | I               |
| 3      | Verminderen vochtbehoefte door ras- en gewaskeuze                     | I               |
| 4      | Niet of minder beregenen                                              | I               |
| 8      | Verzekering tegen droogteschade                                       | I               |
| 9      | Bij lage windsnelheden beregenen                                      | I               |
| 10     | 's Avonds of 's nachts beregenen                                      | I               |
| 11     | <i>Efficiënte beregeningsinstallatie</i>                              | I               |
| 12     | <i>Gieten in plaats van beregenen</i>                                 | I               |
| 13     | <i>Afstellen beregeningsinstallatie</i>                               | I               |
| 14     | Bereggenen met computergestuurde technieken                           | I               |
| 16     | <i>Optimale giftgrootte en beregeningstijdstip</i>                    | I               |
| 17     | <i>Op strategische momenten beregenen</i>                             | I               |
| 18     | Niet te vroeg in het seizoen beregenen                                | I               |
| 19     | Overschakelen op andere waterbronnen voor beregening (uit grondwater) | I               |
| 20     | Aanleg windsingels                                                    | I               |
| 22     | <i>Locatie van grondwaterwinput veranderen</i>                        | I,II            |
| 23     | Afstroming verhard oppervlak beperken                                 | II,III          |
| 24     | <i>Aanbrengen mulch of folie</i>                                      | I,III           |
| 39     | <i>Opslag neerslagoverschot</i>                                       | I,VI            |
| 40     | Brede, ondiepe waterlopen in plaats van smalle, diepe waterlopen      | II,III          |
| 41     | <i>Variabele drainage- en ontwateringsbasis</i>                       | II,III          |
| 44     | <i>Egaliseren in plaats van dieper ontwateren</i>                     | II,III          |
| 46     | Aanleg retentiebekkens                                                | II,III          |
| 48     | Verfijning afwatering                                                 | II,III,V        |
| 53     | <i>Tijdelijke onder- of bronbemaling</i>                              | II,III,V,VI     |

|    |                                            |        |
|----|--------------------------------------------|--------|
| 56 | <i>Oppervlakkige afstroming beperken</i>   | III    |
| 59 | <i>Minder schonen waterlopen</i>           | III,VI |
| 64 | Overschakelen op andere gewassen           | V      |
| 69 | Vergroten vochthoudend vermogen wortelzone | 0      |

Toelichting: zie inleiding bij deze bijlage. Cursief afgedrukte maatregelen achten we goed toepasbaar in deze bedrijfstak.

**Tabel B.26 Maatregelen melkveehouderij (exclusief maïsteelt)**

| nummer | omschrijving                                                          | code verdroging |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1      | Aangepaste bemesting                                                  | I               |
| 2      | Groeiperiode verschuiven                                              | I               |
| 3      | Verminderen vochtbehoefte door ras- en gewaskeuze                     | I               |
| 4      | Niet of minder beregenen                                              | I               |
| 7      | Aankoop (extra) ruwvoer                                               | I               |
| 8      | Verzekering tegen droogteschade                                       | I               |
| 9      | Bij lage windsnelheden beregenen                                      | I               |
| 10     | 's Avonds of 's nachts beregenen                                      | I               |
| 11     | Efficiënte beregeningsinstallatie                                     | I               |
| 13     | <i>Afstellen installatie</i>                                          | I               |
| 14     | Beregenen met computergestuurde technieken                            | I               |
| 15     | <i>Rendementsberekening beregeningsinstallatie</i>                    | I               |
| 16     | <i>Optimale giftgrootte en beregeningstijdstip</i>                    | I               |
| 17     | <i>Op strategische momenten beregenen</i>                             | I               |
| 18     | Niet te vroeg in het seizoen beregenen                                | I               |
| 19     | Overschakelen op andere waterbronnen voor beregening (uit grondwater) | I               |
| 20     | Aanleg windsingels                                                    | I               |
| 22     | <i>Locatie van grondwaterwinput veranderen</i>                        | I,II            |
| 23     | Afstroming verhard oppervlak beperken                                 | II,III          |
| 26     | <i>Scheiden en zuiveren waterige fractie en droge stof uit mest</i>   | I,III,IV        |
| 33     | Verminderen drinkwatergebruik vee                                     | I,IV            |
| 34     | <i>Betere reinigingstechnieken</i>                                    | I,IV            |
| 35     | <i>Zuinige systemen voor spoelen melkmachine</i>                      | I,IV            |
| 36     | <i>Hergebruik en reiniging spoelwater</i>                             | I,IV            |
| 37     | <i>Vermindering watergebruik in groen-labelstallen</i>                | I,IV            |
| 38     | <i>Zuivering (afval)water</i>                                         | I,IV            |
| 39     | Opslag neerslagoverschot                                              | I,VI            |
| 40     | Brede, ondiepe waterlopen in plaats van smalle, diepe waterlopen      | II,III          |
| 41     | <i>Variabele drainage- en ontwateringsbasis</i>                       | II,III          |
| 42     | Onnodige wegzijging voorkomen                                         | II,III          |
| 43     | <i>Optimaliseren afvoercapaciteit</i>                                 | II,III          |
| 44     | <i>Egaliseren in plaats van dieper ontwateren</i>                     | II,III          |
| 46     | Aanleg retentiebekkens                                                | II,III          |
| 48     | Verfijning afwatering                                                 | II,III,V        |
| 49     | <i>Ondiepe drainage met hoog peil in sloot</i>                        | II,III,V        |

|    |                                                               |             |
|----|---------------------------------------------------------------|-------------|
| 50 | <i>Ondiepe drainage of begreppeling</i>                       | II,III,V    |
| 51 | <i>Ontwatering afstemmen op x% van de bedrijfsoppervlakte</i> | II,III,V    |
| 52 | <i>Natte of droge percelen in bedrijfsvoering inpassen</i>    | II,III,V    |
| 53 | <i>Tijdelijke onder- of bronbemaling</i>                      | II,III,V,VI |
| 54 | <i>Hoger winterpeil</i>                                       | II,III,VI   |
| 55 | <i>Stuw omhoog na zaaien, oogsten en mest uitrijden</i>       | II,III,VI   |
| 57 | <i>Infiltratie effluent RWZI op landbouwgronden</i>           | III         |
| 59 | <i>Minder schonen</i>                                         | III,VI      |
| 60 | <i>Drinkwater uit andere bronnen</i>                          | IV          |
| 61 | <i>Reinigingswater uit andere bronnen</i>                     | IV          |
| 63 | <i>Aankoop extra grond</i>                                    | V           |
| 64 | <i>Overschakelen op andere gewassen</i>                       | V           |
| 65 | <i>Overschakelen op ander type veehouderij</i>                | V           |
| 66 | <i>Aangepast materieel</i>                                    | V           |
| 68 | <i>Afsluiten beheersovereenkomst</i>                          | V           |
| 69 | <i>Vergroten vochthoudend vermogen wortelzone</i>             | 0           |

Toelichting: zie inleiding bij deze bijlage. Cursief afgedrukte maatregelen achten we goed toepasbaar in deze bedrijfstak.

**Tabel B.27    Maatregelen intensieve veehouderij**

| nummer | omschrijving                                                        | code verdroging |
|--------|---------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 23     | <i>Afstroming verhard oppervlak beperken</i>                        | II,III          |
| 26     | <i>Scheiden en zuiveren waterige fractie en droge stof uit mest</i> | I,III,IV        |
| 27     | <i>Zuinige koelsystemen</i>                                         | I,IV            |
| 28     | <i>Koelwater uit andere bronnen</i>                                 | I,IV            |
| 33     | <i>Verminderen drinkwatergebruik vee</i>                            | I,IV            |
| 34     | <i>Betere reinigingstechnieken</i>                                  | I,IV            |
| 37     | <i>Vermindering watergebruik in groen-labelstallen</i>              | I,IV            |
| 38     | <i>Zuivering (afval)water</i>                                       | I,IV            |
| 58     | <i>Koelwater niet lozen op riool of oppervlaktewater</i>            | III             |
| 60     | <i>Drinkwater uit andere bronnen</i>                                | IV              |
| 61     | <i>Reinigingswater uit andere bronnen</i>                           | IV              |

Toelichting: zie inleiding bij deze bijlage. Cursief afgedrukte maatregelen achten we goed toepasbaar in deze bedrijfstak.