

Gevolgen voor de landbouw

1. De waterbehoefte van landbouwgewassen

De basis van de landbouwproductie ligt in de fotosynthese, d.w.z. het vermogen van levende planten om met behulp van bladgroen (chlorophyl) koolzuur en water om te zetten in koolhydraten. De CO_2 wordt door de plant via de huidmondjes (stomata) uit de atmosfeer, het water via de wortels uit de grond opgenomen. Bij dit proces wordt minder dan 1% van het opgenomen water daadwerkelijk omgezet in droge stof. Het overgrote deel wordt door de plant gebruikt om via verdamping zijn blad-

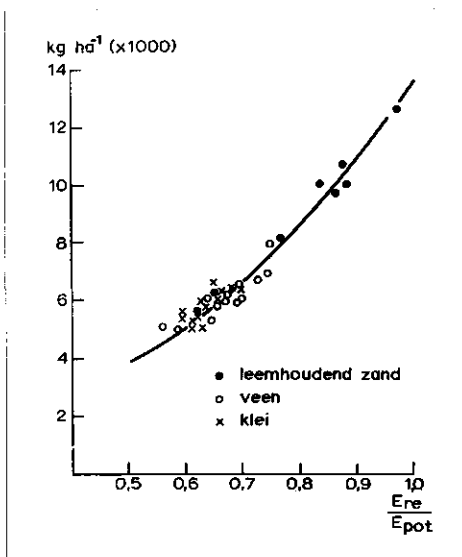


DR. IR. J. WESSELING
Instituut voor Cultuurtechniek
en Waterhuishouding
Wageningen

temperatuur te reguleren. Voor de productie van 1 kg droge stof blijkt, afhankelijk van klimaat, plantensoort etc. 300 tot 600 (en soms 2000) liter water nodig te zijn. Een ha gras met een productie van 12 ton droge stof vraagt dan ook per jaar zo'n 4000 m³ water.

Bij een van voldoende water voorziene actieve plant zal zich een voortdurend watertransport van het wortelstelsel naar de bladeren voordoen. De intensiteit van deze vochtstroom wordt bepaald door de omgevingsomstandigheden. Het blijkt nu, dat de waterbehoefte van een, de gehele bodem bedekkend gewas kan worden berekend met behulp van de energiebalans van het gewasoppervlak. De aldus berekende maximaal mogelijke of *potentiële evapotranspiratie* blijkt dan te worden bepaald door de zonnestraling, de temperatuur, de windsnelheid en de luchtvochtigheid. Ook blijkt deze E_{pot} of E_T te kunnen worden benaderd door de met behulp van de energiebalans berekende verdamping E_0 van een wateroppervlakte te vermenigvuldigen met een van de daglengte afhankelijke factor g (die ligt tussen 0,6 en 0,9), dus dus $E_{pot} = gE_0$.

Als, wegens gebrek aan water in de grond, niet voldaan kan worden aan de vraag van de plant, dan zal deze reageren met het sluiten van de huidmondjes. De transportweerstand in de plant neemt dan toe en de werkelijke verdamping is kleiner dan de potentiële. Een gevolg hiervan is echter, dat ook de opname van CO_2 uit de atmosfeer wordt geblokkeerd. Hiermee wordt het proces van de fotosynthese afgeremd en in het ongunstigste geval geheel stopgezet. Duurt deze situatie voort, dan zal de plant gaan verwelken en in het uiterste geval afsterven.



Afb. 1 - Verband tussen droge stofproductie van grasland en watergebruik (Rijtema, 1970).

We zullen hier niet nader ingaan op het waterverbruik onder deze voor de plant ongunstige omstandigheden. Volstaan kan worden met te zeggen, dat er een verband moet bestaan tussen waterverbruik en productie. Dit wordt duidelijk gedemonstreerd door afb. 1 waarin de drogestofproductie van grasland is uitgezet tegen het waterverbruik. De laatste is hier uitgedrukt als fractie van de potentiële verdamping, dus E_r/E_{pot} .

Voor een maximale productie in de landbouw zal, afgezien van factoren als bemesting, grondbewerking, verpleging e.d., zorg moeten worden gedragen voor een optimale watervoorziening en hierbij speelt het klimaat een belangrijke rol. Onder Nederlandse omstandigheden is de gemiddelde neerslag ongeveer 750 mm per jaar, terwijl de verdamping gemiddeld ca. 450 mm per jaar bedraagt. In afb. 2 zijn de potentiële verdamping van begroeiende grond en de neerslag over het jaar weergegeven. Bij een vrij gelijkmatige verdeling van de neerslag over het jaar blijkt de verdamping

in december-januari slechts enkele millimeters per maand te bedragen. In de zomer daarentegen loopt de verdamping op tot bijna 100 mm per maand.

Gedurende het groeiseizoen van de gewassen (begin april tot eind augustus) is de verdamping echter groter dan de regenhoeveelheid. De gewassen zijn dus voor hun watervoorziening voor een deel afhankelijk van het in de bodem beschikbare vocht. Planten putten hun voorraad dus uit twee bronnen, t.w.:

- de gedurende het groeiseizoen vallende neerslag;
- de bodemvoorraad.

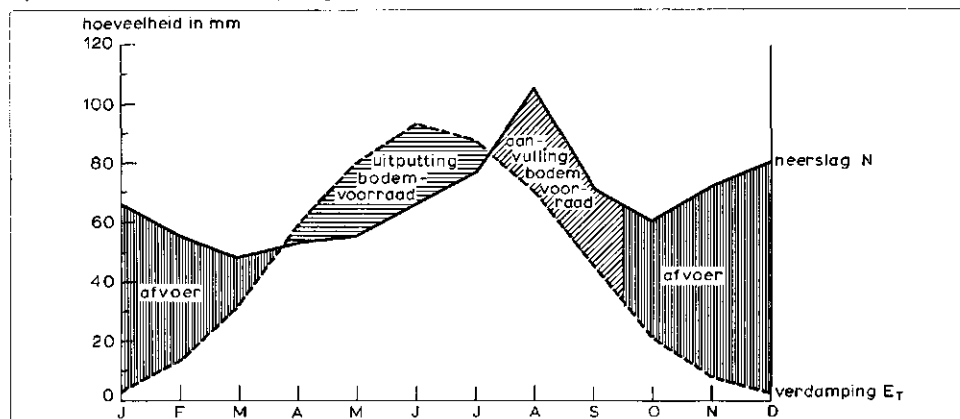
Het zal duidelijk zijn, dat de bodemvoorraad voldoende moet zijn om het verschil tussen neerslag en verdamping te dekken, wil men verzekerd zijn van een goede opbrengst van landbouwgewassen. Wordt hieraan niet voldaan, dan zal kunstmatige watertoevoer plaats moeten hebben in de vorm van bevoeiing, beregening of ondergrondse infiltratie.

Vragen we ons nu af, hoe groot de bodemvoorraad moet zijn, dan betekent dit dat we de vraag moeten beantwoorden welke verschillen tussen neerslag en verdamping verwacht mogen worden. Dit is een statistisch probleem, dat kan worden opgelost indien over een voldoende lange periode de gegevens over neerslag en verdamping bekend zijn. Tabel I geeft een resultaat van een statistische bewerking van dergelijke gegevens. Hieruit blijkt, dat wil men minder dan éénmaal per 10 jaar ($p = 10\%$)

TABEL I - Frequenties van neerslag, verdamping en neerslagtekorten over de periode april t/m september (naar Ton, 1975)

Overschrijdingsfrequentie p %	N	E_{pot}	E-N
1	185	530	345
10	310	495	185
20	339	475	136
50	412	447	35
75	447	424	— 53
90	533	404	— 129

Afb. 2 - Gemiddelde neerslag en potentiële verdamping in Nederland.



een watertekort hebben, de bodemvoorraad minstens 185 mm moet zijn.

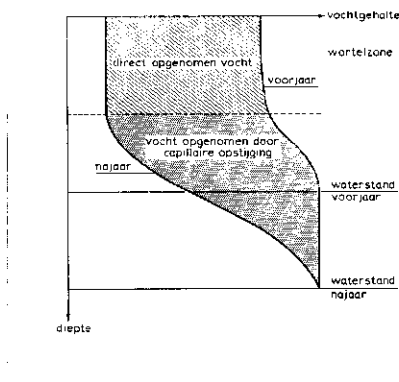
2. De beschikbare vochtvoorraad in de bodem

Om zich te vrijwaren van de gevolgen van wateroverlast is door de landbouw in ons land in de loop der tijden een vrij ingewikkeld systeem van ont- en afwateringskanalen opgebouwd. Dit systeem moet er voor zorgen dat de grond begaanbaar en bewerkbaar blijft en in de grond voldoende lucht aanwezig is om ademhaling van het wortelstelsel mogelijk te maken. Door de toenemende mechanisatie en vermindering van de beschikbare arbeidskrachten worden vooral de laatste decennia steeds zwaardere eisen gesteld aan het ontwateringssysteem.

Gesteld kan worden, dat voor het bedrijven van landbouw onder Nederlandse omstandigheden een zekere ontwatering noodzakelijk is. Men kan echter de ontwatering niet oneindig ver doorvoeren, omdat dan de kansen op watertekort in de zomer vergroot worden.

Het ontwateringssysteem zal water afvoeren zolang de neerslag de verdamping overtreft. Is dit niet meer het geval, dan zal het grondwater dalen tot de ontwateringsbasis omdat de aanvoer stopt. Dit zal in het algemeen begin april het geval zijn. Deze situatie kunnen we aanduiden met voorjaarsgrondwaterstand. Boven het grondwater bevindt zich dan in de grond nog een zekere hoeveelheid water in de zogenaamde 'onverzadigde zone'. Het vocht gehalte in deze zone is dan in evenwicht met de waterstand en zal afnemen, naarmate men hoger boven de grondwaterstand komt (zie afb. 3). Treedt nu verdamping en wateropname door het gewas op, dan wordt dit evenwicht verstoord; water zal vanuit diepere lagen en vanuit het grondwater capillair gaan opstijgen. Hierdoor zal de grondwaterstand geleidelijk dalen. Aan het eind van het groeiseizoen heeft de waterstand zijn diepste stand bereikt. In de laag waarin zich wortels bevinden is de voorraad uitgeput, daarbeneden zal een vochtgehalte optreden dat geleidelijk tot verzadiging toeneemt ter plaatse van de dan optredende grondwaterstand (najaars-situatie). Al het bodemvocht tussen voor- en najaarsituatie in afb. 3 is voor het gewas beschikbaar.

In principe moet het dus mogelijk zijn de opneembare bodemvoorraad te bepalen mits men voor- en najaarsituatie kan bepalen, bijv. op grond van bodemfysische eigenschappen. In de praktijk doen zich hierbij wel enige complicaties voor. In vele gevallen zal de daling van de grondwaterstand door afvoer via het grondwater zich voort kunnen zetten beneden het lokale



Afb. 3 - Schematische weergave van de berekening van de door de bodem te leveren hoeveelheid vocht.

ontwateringsniveau, bijv. als gevolg van stroming naar verder weggelegen en meestal diepere watergangen. In lage gebieden als het polderland is het mogelijk dat water vanuit de sloten infiltreert in de grond waardoor een extra hoeveelheid voor het gewas beschikbaar komt.

Ondanks deze complicaties kan het schema van afb. 3 wel worden aangehouden om duidelijk te maken welke factoren een rol spelen bij de opbouw van de bodemvoorraad. De voorjaarsgrondwaterstand wordt vrijwel bepaald door de diepte van het ontwateringsstelsel. De dichtheid van dit stelsel heeft slechts een zeer kleine invloed.

Het evenwichtvochtgehalte in het voorjaar wordt bepaald door twee factoren en wel

- de grondsoort: Een kleigrond zal over het algemeen meer water vasthouden dan

een zandgrond, terwijl veen beter is dan klei;

- de diepte van de grondwaterstand: Naarmate de grondwaterstand dieper is, zal minder water worden vastgehouden omdat de zuigspanning waarmee het water wordt vastgehouden overeenkomt met de hoogte boven het grondwater. De betreffende vochtgehalten kunnen worden vastgesteld met behulp van een pF-curve van de grond, d.w.z. een diagram dat het verband tussen zuigspanning en vochtgehalte aangeeft.

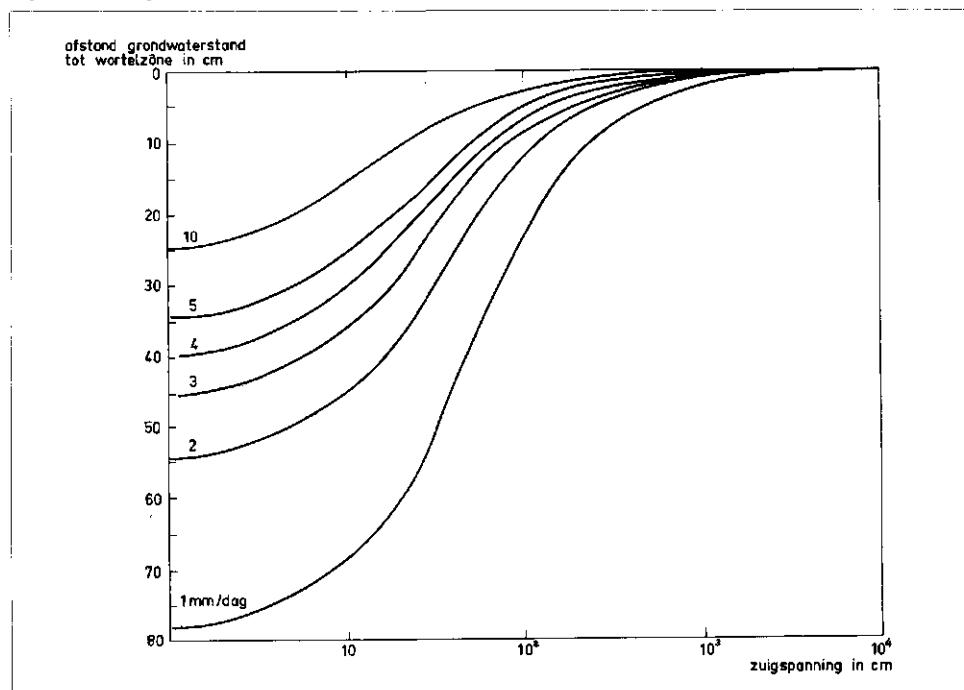
De hoeveelheid opneembaar vocht in de wortelzone hangt af van:

- de grondsoort: Planten kunnen water aan de grond onttrekken tot een zekere zuigspanning (± 16 atmosfeer waterkolom). Een kleigrond met veel kleine poriën zal dan nog 15 à 25 % water bevatten, terwijl bij een zandgrond het gehalte ligt in de orde van 5 à 10 %;
- de bewortelingsdiepte: Hoewel deze afhangt van de plantensoort, zal hij meestal bepaald worden door het bodemprofiel. In de meeste zandgronden beperkt de beworteling zich tot de humeuze laag. Ook scherpe overgangen van klei naar zand of omgekeerd beperken doorgaans de bewortelingsdiepte.

De najaarsgrondwaterstand en het najaarsvochtgehalte worden bepaald door:

- de bewortelingsdiepte: Naar gelang de bewortelingsdiepte groter is, zal de capillaire opstijging tot bij diepere grondwaterstanden van belang zijn;

Afb. 4 - Vochtspanningsprofielen in de onverzadigde grond boven het grondwater bij verschillende capillaire transportsnelheden.



- b. de fysische eigenschappen van de ondergrond: Naarmate de grondwaterstand dieper wordt, neemt de intensiteit van de capillaire stroming af (afb. 4). In kleigronden is dit minder het geval dan in zandgronden;
- c. het feit of al of niet toe- of afstroming van grondwater plaatsvindt.

3. Landbouw en grondwateronttrekking

Uit het voorgaande blijkt wel, dat de landbouw wat zijn waterbeheersing betreft zal moeten streven naar een compromis waarbij in de winter zo weinig mogelijk wateroverlast, in de zomer zo weinig mogelijk jaren met watertekort op zullen treden. In poldergebieden is dit vrijwel nooit een probleem, omdat:

- a. de bodem meestal bestaat uit klei en veen met goede fysische eigenschappen wat de watervoorraad betreft;
- b. de bodem meestal vrij vlak is zodat slechts geringe verschillen in grondwaterstanden voorkomen;
- c. voldoende ontwateringsmiddelen aanwezig zijn die in de zomer voor inlaat kunnen worden gebruikt.

In de zandgebieden ligt dit anders. In de eerste plaats wisselt het bodemtype op korte afstanden, waarbij de waterhoudendheid sterk verschilt (bodemtype, humusdek) en vaak matig of slecht is. In de tweede plaats bestaan er grote hoogteverschillen, waardoor zeer verschillende grondwaterstanden optreden. In de derde plaats zal wateraanvoer vanwege hoogteverschillen vaak grote kosten met zich brengen of onmogelijk zijn. Men moet zich hier behelpen met het manipuleren met stuwpeilen om de afstroming van water uit het gebied te reguleren.

In de loop der tijden is het ontwateringsstelsel voortdurend aangepast en verbeterd. Dat wil niet zeggen, dat nergens meer wateroverlast of -tekort op zal treden, maar wel dat zo goed mogelijk wordt voldaan aan de door de gewassen gestelde eisen.

Wordt in dergelijke gebieden grondwateronttrekking, bijv. ten behoeve van drinkwatervoorziening toegepast, dan zal dat doorgaans gepaard gaan met verlagingen van de grondwaterstand. Dit kan gevolgen hebben voor de waterhuishouding van de gewassen waarbij droogteschade optreedt. Als basis voor de vaststelling van deze schade kan het vochtleverend vermogen van de grond dienen, d.w.z. dat moet worden nagegaan hoe dit vermogen in de oorspronkelijke toestand was en hoe het door de grondwaterstandsverlaging is veranderd of zal veranderen.

Door Rijtema (1971) werd het in par. 2

beschreven rekenschema uitgewerkt tot een berekeningsmodel waarmee de vochtleverantie kan worden bepaald. Dit model werd later door Rijtema en Bon (1974) toegepast voor de berekening van de landbouwschade in het gebied Losser.

Voor het model zijn nodig:

- a. de voorjaarsgrondwaterstand;
- b. de dikte van de humeuze laag (wortelzone) alsmede de pF-curve om de vochtinhoud hiervan vast te kunnen stellen;
- c. de fysische eigenschappen van de ondergrond, in casu het capillaire geleidingsvermogen * en de pF-curve. De eerste om het transport van water uit de ondergrond vast te stellen, de laatste om spanningsprofielen om te rekenen in vochtprofielen;
- d. de najaarsgrondwaterstand.

Het model gaat ervan uit dat in de wortelzone het transport van water verzorgd wordt door de plantenwortels, zodat geen vochtspanningsverschillen in deze laag optreden. Uitgaande van een evenwichtstoestand in het voorjaar (15 april) worden per decade waterbalansen van boven- en ondergrond opgesteld. Hierbij wordt de opgetreden verdamping door iteratie zodanig over beide lagen verdeeld, dat er evenwicht bestaat tussen de vochtspanning in de wortelzone en die in de ondergrond. Voor elke constante capillaire vochtstroom uit de ondergrond geldt namelijk een vochtspanningsprofiel (zie afb. 4). Via de pF-curve kunnen deze worden omgerekend

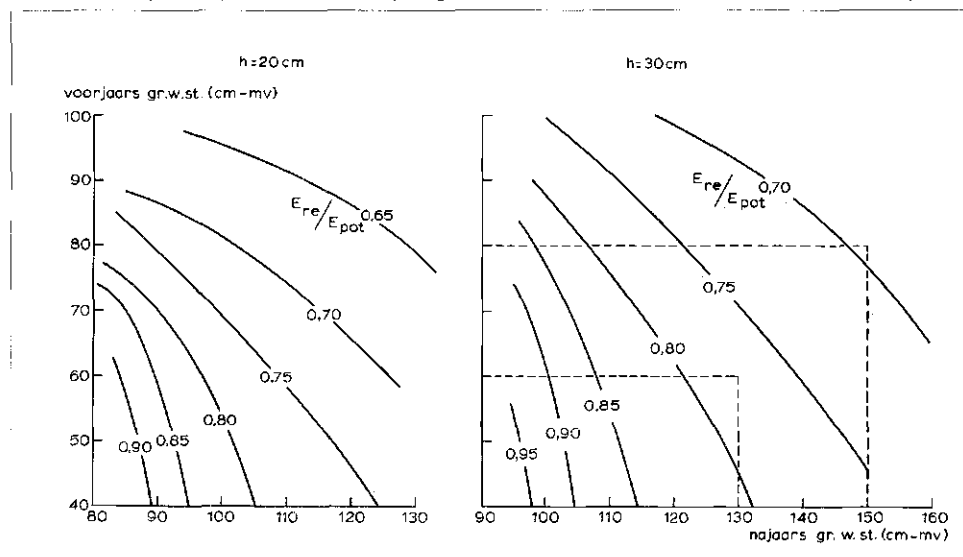
* Het capillair geleidingsvermogen is de doorlaatfactor van de onverzadigde grond. Deze neemt af, naarmate het vochtgehalte van de grond vermindert omdat steeds minder poriën aan de stroming deelnemen en bovendien de verbinding tussen de met water gevulde poriën steeds kleiner wordt.

tot vochtgehalteprofielen. Het verschil in vochttoestand tussen de op twee tijdstippen berekende vochtprofielen moet dan overeenkomen met de in de tussentijd opgetreden verdamping.

In principe maakt het geen verschil of het water via verdamping of via de ondergrond verdwijnt. De berekeningen kunnen dus worden uitgevoerd door verschillende aangenomen grondwaterafvoeren (basisafvoeren) tot de berekende grondwaterstand op het eind van het groeiseizoen overeenkomt met de waargenomen stand. In het oorspronkelijke model van Rijtema werd gewerkt met droogtefrequenties, d.w.z. dat de berekeningen worden uitgevoerd met verschillen tussen neerslag en verdamping zoals die in een bepaald percentage van de jaren mogen worden verwacht (zie tabel I). Later werd door De Laat (zie De Laat, Van den Akker en Van de Nes, 1975) het model zodanig aangepast, dat met werkelijk voorkomende situaties van neerslag en verdamping kon worden gerekend. Door Ton (1975) werden vergelijkende berekeningen voor beide methoden uitgevoerd die erop neerkomen, dat de berekende vochtleveranties slechts enkele procenten verschillen.

Met behulp van het model Rijtema kan de vochtleverantie voor elk profiel worden berekend mits de bovengenoemde gegevens beschikbaar zijn. Telt men bij de vochtleverantie de in het groeiseizoen gevallen neerslag op, dan heeft men de werkelijke verdamping E_{re} . Via het verband tussen productie en het quotiënt E_{re}/E_{pot} (afb. 1) kan nu voor elk geval de schade door verandering in de grondwaterstand worden vastgesteld. Door Van Heesen en Van der Sluis (1974) werd de methode Rijtema voor een tweetal gronden nader uitgewerkt.

Afb. 5 - Vochtleverantie van een leemarme zandgrond in een 10% droog jaar (wortelzone resp. 20 en 30 cm) afhankelijk van voor- en najaarsgrondwaterstand (naar Van Heesen en Van der Sluis).



Een deel van de door hen gegeven resultaten is weergegeven in afb. 5. Deze afbeelding heeft betrekking op een leemarme zand-ondergrond met een wortelzone (humeuze laag) van resp. 20 en 30 cm dikte en geldt voor een 10 % droog jaar.

In het laatste geval geeft de grond bij een voorjaarsgrondwaterstand van 60 cm en een najaarsstand van 130 cm een $E_{re}/E_{pot}=0,78$. Zou de voorjaarswaterstand dalen tot 80 en najaarsstand tot 150 cm dan komt men op een $E_{re}/E_{pot} = 0,69$. Neemt men een lineair verband aan tussen watergebruik en opbrengst, dan treedt hier dus een produktievermindering van 9 % van de maximaal mogelijke produktie op. De grond haalde echter in zijn oorspronkelijke toestand slechts 78 % van de maximale produktie. De werkelijke produktieverlaging is dus

$$100 \cdot \left(1 - \frac{69}{78}\right) = 12 \%$$

Voor een schadeberekening bij een bestaand pompstation zal men de oorspronkelijke grondwaterstanden moeten kennen, wil de berekening mogelijk zijn. Soms kan de oorspronkelijke toestand worden afgeleid uit hydromorfe kenmerken van het bodemprofiel (zie Rijtema en Bon, 1974). In de meeste gevallen is het echter gewenst te beschikken over werkelijke waarnemingen.

Voor nieuw te stichten pompstations kan het model Rijtema-De Laat worden gebruikt om de invloed van de verdamping te koppelen aan de grondwaterstroming (zie voordracht ir. Van den Akker). In beide gevallen doet zich de complicatie voor, dat aan de voorkomende bodemprofielen fysische kenmerken (pF en capillair geleidingsvermogen) moeten worden toegekend. Capillaire geleidingsvermogens van Nederlandse gronden zijn slechts sporadisch bekend. Dit moet worden geweten aan de vrij moeilijke en langdurige bepalingsmethoden, vooral in het traject van de lagere vochtgehalten. Tot nu toe wordt gewerkt met standaardcurven (Rijtema, 1970), doch zowel binnen het ICW als de Stiboka wordt thans vrij veel aandacht aan dit aspect gegeven. Dit onderzoek omvat tevens de pF-curven en het verband dat er tussen beide grootheden bestaat. Hierop kan in dit verband echter niet dieper worden ingegaan.

4. Landbouw en beschermingsmaatregelen

Hoewel hiervoor nog geen algemene regels vaststaan, zullen rondom waterwinningsgebieden doorgaans beperkingen aan bepaalde activiteiten (moeten) worden opgelegd ter bescherming van de kwaliteit van het grondwater. Nu steeds meer waterwinningen worden gerealiseerd in gebieden waarin landbouw een rol speelt, kan men zich afvragen of deze beperkingen geen

belemmering voor deze landbouw zullen opleveren. Men kan zich in dit verband afvragen, in hoeverre het bedrijven van landbouw schadelijk is voor de kwaliteit van het grondwater. Door Steenvoorden (1975) werd hieromtrent een overzicht samengesteld, waaraan een groot deel van het hierna volgende is ontleend. Voor de kwaliteit van het grondwater kunnen we ons in eerste instantie beperken tot stikstofverbindingen, fosfaten en pesticiden. Dit houdt niet in, dat andere elementen als zware metalen niet van belang kunnen zijn, doch hiervan is thans nog weinig bekend.

Stikstofgiften in de vorm van kunstmest, stalmest en gier zijn in de Nederlandse landbouw tussen 1955 en 1970 meer dan verdubbeld. Bepalingen aan lysimeters tonen aan dat de grootste uitspoeling van stikstof optreedt in zandgronden in gebruik als bouwland (± 90 kg N per ha per jaar).

Kleibouwland geeft slechts 1/3 daarvan terwijl voor grasland uitspoelingscijfers zowel op zand als klei in de orde van 15 kg N/ha jaar worden opgegeven. Dit veel lagere cijfer moet worden toegeschreven aan de langere groeiperiode van gras en de beter over de tijd verdeelde giften. Drainwater van landbouwgronden, en dus ook grondwater, kunnen gehalten van enkele tientallen mg/l N bevatten.

In het grondwater zijn nitraten onderhevig aan chemische en biochemische processen, waarvan denitrificatie (omzetting tot gasvormige N_2) de belangrijkste is. Belangrijke factoren voor deze omzetting zijn het gehalte aan organisch materiaal en de verblijfstijd van het water in de grond, mede omdat door de laatste vermenging met water van andere oorsprong mogelijk is. Ammonium wordt sterk geadsorbeerd aan de grond en de gehalten die in het grondwater worden gevonden hangen sterk af van het gehalte aan organische stof. Verontreiniging van grondwater via de landbouw moet dan ook hoofdzakelijk gezocht worden in de nitraten. Hierbij geldt dat vooral zandbouwland en dunne hydrologische pakketten met korte verblijfsduren een verhoging van de gehalten kunnen geven.

Fosfaten in de vorm van stalmest zijn reeds eeuwen in de landbouw toegepast. Het blijkt dat anorganisch fosfaat, met name orthofosfaat sterk wordt gebonden aan calcium, humus, ijzer en aluminiumoxyden in de grond. Onder invloed van biochemische en chemische processen vindt voortdurend omzetting van organisch in anorganisch fosfaat en omgekeerd plaats. Fosfaten worden over het algemeen in de oppervlakkige bodemlagen vastgelegd. Waar hoge gehalten in het grondwater voorkomen worden deze doorgaans veroorzaakt door de aanwezigheid van veenlagen.

Onder pesticiden worden hier alle middelen verstaan die worden gebruikt voor het bestrijden van plantenziekten en ongewenste groei van bepaalde vegetaties. Van belang voor de kwaliteit van het grondwater zijn oplosbaarheid, afbraaksnelheid en mobiliteit. Organische chloorverbindingen (dieltrin, lindaan, DDT) en organische fosfaatverbindingen worden beide sterk door de grond gebonden. De laatstgenoemde groep heeft daarentegen wel een grotere oplosbaarheid. Beide zijn vrij persistent. Ureumverbindingen die veel gebruikt worden als herbiciden zijn goed oplosbaar en vrij mobiel. Andere groepen als fenoxylalkylzuren, triazines en carbamaten vertonen grote verschillen in oplosbaarheid en mobiliteit, doch zijn daarentegen minder persistent (halfwaarde tijd enige dagen tot enige maanden).

De kennis omtrent de processen die zich voordoen bij de ophoping en het transport van pesticiden in de grond is nog zeer gering, vooral door het grote aantal actieve stoffen en voor een deel nog onbekende daaruit voortvloeiende afbraakprodukten. Voorzover bekend, zijn tot nu toe in Nederland geen aantoonbare gehalten aan herbiciden in het grondwater gevonden. Wat de landbouw betreft, kan een effect op de grondwaterkwaliteit worden verwacht van stikstof, vooral nitraat. Vanwege de vele onbekende facetten bij verplaatsing van herbiciden is zeker voorzichtigheid geboden, temeer daar verwijderen van dit soort stoffen uit drinkwater praktisch onmogelijk blijkt te zijn.

Beperking van middelen voor onkruidbestrijding zal in bepaalde gevallen voor de landbouw extra kosten met zich brengen door de dan benodigde duurdere mechanische bestrijding. Beperking van middelen voor ziektebestrijding zal dieper in het landbouwbedrijf ingrijpen omdat hiermee het bouwplan kan worden aangetast. Over beide aspecten zullen plantenziektenkundigen en plantentelers een uitspraak moeten doen.

Beperking van het stikstofgebruik zal, vooral in de moderne veehouderij, op grote bezwaren stuiten. Het is echter de vraag of dit voor drinkwatergebieden noodzakelijk is. In de eerste plaats hangt de belasting van het grondwater af van de mogelijkheid van denitrificatie. Hierbij spelen verblijfsduur en organische stofgehalte van het water een grote rol. In de tweede plaats zal als gevolg van nitrificatie (omzetting van organische stof en stikstofbinding door bacteriën en leguminosen) een hoeveelheid stikstof worden gevormd, die naar schatting (zie Wesseling, 1974) minstens even groot of zelfs groter is dan door meststoffen wordt toegevoerd.

Literatuur

- Heesen, H. C. van en Sluijs, P. van der, 1974. *De vochtleverantie van een grond aan het gewas*. Interne Mededeling nr. 29 Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
- Laat, P. J. M. de, Akker, C. van den en Nes, Th. J. van de, 1975. *Consequences of groundwater extraction on evapotranspiration and saturated-unsaturated flow*. Unesco/IASH/WMO. IHP-Symposium and workshops on the application of mathematical models in hydrology and water resources systems. Bratislava, 8-13 sept. 1975. Paper nr. 27.
- Rijtema, P. E. 1970. *Soil moisture forecasting*. Nota nr. 513 Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.
- Rijtema, P. E. 1971. *Een berekeningsmethode voor de benadering van de landbouwschade ten gevolge van grondwateronttrekking*. Nota nr. 587 Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.
- Rijtema, P. E. en Bon, J. 1974. *De landbouwkundige gevolgen van de waterwinning*. Regionale Studie nr. 7 Inst. voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.
- Steenvoorden, J. H. A. M. 1975. *Nitrogen, phosphates and biocides in groundwater as influenced by soil factors and agriculture*. Versl. Techn. Bijenk. Hydr. Comm. TNO (in druk).
- Ton, H. 1975. *Een onderzoek naar het gebruik van frequenties van neerslag- en verdampingsoverschotten in het rekenschema Rijtema*. Mededeling nr. 116. Cultuurtechnische Dienst, Utrecht.
- Wesseling, J. 1974. *Crop growth and wet soils*. In: *Agronomy* nr. 17, Drainage for agriculture. Am. Soc. of Agronomy, Madison Wisc.

