

**VERDROGING VAN
NATUUR EN LANDSCHAP
IN NEDERLAND**

- beschrijving en analyse -

DEELRAPPORT INGREPEN

A.C. Garritsen
H.L.M. Rolf
L.C. Braat

februari 1989

In opdracht van:

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Ministerie van Landbouw en Visserij
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en
Milieubeheer

VOORWOORD

Dit rapport vormt een onderdeel van de rapportage van het onderzoek "Verdroging van natuur en landschap in Nederland, beschrijving en analyse". Zoals aangegeven in het hoofdrapport wordt binnen het onderzoek gebruik gemaakt van zowel ecologische als hydrologische informatie om de aard en omvang van het verdrogingsprobleem vast te stellen. Deze informatie is aangelegd tegen gegevens over verdroging veroorzakende ingrepen in de (grond)waterhuishouding.

In dit deelrapport wordt ingegaan op de wijze waarop informatie over deze ingrepen in de (grond)waterhuishouding is verzameld en geïnterpreteerd. Bij het opzetten en uitvoeren van dit onderzoek, bleek het noodzakelijk om pragmatisch te werk te gaan, gegeven de omvang van het onderzoeksobject en gegeven de middelen en tijd die het onderzoeksteam ter beschikking stonden.

Het ingrepen onderzoek is uitgevoerd door het IvM/VU (A.C. Garritsen en L.C. Braat) en DGV/TNO (H.L.M. Rolf).

De onderzoekers willen bij deze in de eerste plaats de leden van de begeleidingscommissie (de Inter(departementale Werk)groep Verdroging) bedanken en voorts allen die een bijdrage hebben geleverd aan het onderzoek.

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord

Inhoudsopgave

1 Inleiding

2 Maatschappelijke activiteiten die tot verdroging kunnen leiden

- 2.1 Inleiding
- 2.2 Overige ingrepen
- 2.3 Orde van grootte van de verschillende ingrepen
- 2.4 Literatuur

3 Methode van inventarisatie op basis van ecohydrologische districten

- 3.1 Inleiding
 - 3.2 Ecohydrologische districten
 - 3.3 Methode van inventarisatie per ecohydrologisch district
 - 3.4 Methode van vertaling
 - 3.5 Literatuur
- BIJLAGE 3A: Inventarisatiegegevens ecohydrologische districten

4 Permanente onttrekkingen van grondwater

- 4.1 Inleiding
 - 4.2 Inventarisatie van permanente onttrekkingen
 - 4.3 Permanente onttrekkingen in de periode 1957 - heden
 - 4.4 Literatuur
- BIJLAGE 4A: Onttrekkingen door waterleidingbedrijven
- BIJLAGE 4B: Onttrekkingen door industrie

5 Verbeteringen in de ontwatering en afwatering van landbouwgronden

- 5.1 Inleiding
 - 5.2 Methode
 - 5.3 Resultaten en discussie
 - 5.4 Literatuur
- BIJLAGE 5A: Ontwatering en afwatering van ecohydrologische districten.

6 Berekening met grondwater

- 6.1 Inleiding
- 6.2 Methode
- 6.3 Conclusies
- 6.4 Literatuur

7 Confrontatie van ingrepen met mate van verdroging

- 7.1 Inleiding
- 7.2 Methode
- 7.3 Complicaties in de analyse

1 INGREPEN

Zowel natuurlijke processen als maatschappelijke activiteiten kunnen tot een daling van de grondwaterstand leiden en uit dien hoofde als mogelijke oorzaken van verdroging worden aangemerkt.

Natuurlijke processen

Een meteorologisch droog (voor)jaar, veroorzaakt door weinig neerslag en veel evapotranspiratie, kan tot verdrogingseffecten leiden. De gemiddelde jaarlijkse neerslag is in Nederland ca. 750 mm. In droge jaren kan beduidend minder dan de gemiddelde neerslag optreden; 650 mm is geen uitzondering. Van relatief droge jaren zoals 1976 zijn de sporen in vegetaties vaak nog een aantal jaren te zien. In natte jaren kan overigens veel meer neerslag optreden (1000 -1100 mm), hetgeen ongeveer éénmaal per tien jaar voorkomt. Er zijn overigens geen duidelijke aanwijzingen dat het klimaat in Nederland in de afgelopen 35 jaren droger is geworden (zie ook bijlage 3A van het technisch deelrapport hydrologie).

Gezien het neerslagpatroon in de afgelopen decennia kunnen de verdrogingsverschijnselen die in het onderzoek zijn geconstateerd, behoudens enkele lokale gevallen, niet aan natuurlijke processen worden toegeschreven. Dit impliceert dat in het algemeen maatschappelijke activiteiten die leiden tot ingrepen in de (grond)waterhuishouding als oorzaken van verdroging moeten worden aangemerkt.

Maatschappelijke activiteiten

De volgende categorieën van maatschappelijke activiteiten worden onderscheiden:

- (1) Permanente onttrekkingen van grondwater. Dit zijn vooral de grondwaterwinning ten behoeve van de openbare watervoorziening en verder de eigen winning door de industrie;
- (2) Maatregelen ter verbetering van de ontwatering en afwatering ten behoeve van de landbouw. Deze categorie omvat zowel de werken als (wijzigingen in) het bestaande peilbeheer;
- (3) Periodieke onttrekkingen van grondwater ten behoeve van beregening in de landbouw;
- (4) Bebouwing (verstedelijking), de aanleg van infrastructuur, bronbemaling en mijnbouw;

Aparte vermelding verdient tenslotte het aanvoeren, respectievelijk het inlaten van gebiedsvreemd water en infiltratie met oppervlaktewater.

De permanente (diepe en ondiepe) onttrekkingen van grondwater door waterleidingbedrijven en industrie, de verlaging van grond- en oppervlaktewaterpeilen ter verbetering van de ontwatering en afwatering van cultuurgronden en de periodieke onttrekkingen van grondwater (t.b.v. beregening) zijn activiteiten die op veel plaatsen in Nederland voorkomen, een relatief grote totale hoeveelheid grondwater betreffen en een zekere ruimtelijke

uitstraling hebben.

Deze ingrepen zijn daarom voor een groot deel van Nederland geïnterpreteerd op basis van de ecohydrologische districten. Hierover wordt gerapporteerd in de hoofdstukken 4, 5 en 6. De methode van inventarisatie wordt besproken in hoofdstuk 2.

Locaal van belang in sommige districten, maar landelijk gezien van meer beperkte omvang geacht, zijn de afname van de voeding van het grondwater door verstedelijking en bebossing, daling van het grondwaterpeil door naburige grote inpolderingen, kanalisering, kanaalverbreding, ontgrondingen en mijnbouw. Deze ingrepen worden in hoofdstuk 2 behandeld, alsmede een tabel met een overzicht van de orde van grootte.

Besloten wordt met een confrontatie van enerzijds de verdroging van ecohydrologische districten met anderzijds de mate waarin ingrepen in de (grond)waterhuishouding in dat district plaats vinden of hebben gevonden.

2 MAATSCHAPPELIJKE ACTIVITEITEN DIE TOT VERDROGING KUNNEN LEIDEN

2.1 Inleiding

Maatschappelijke activiteiten kunnen op diverse wijzen ingrijpen in de grondwaterhuishouding en een daling van de grondwaterstand, al dan niet bedoeld of bewust, bewerkstelligen. De drie belangrijkste wijzen zijn:

- (1) Onttrekking van grondwater aan het grondwaterlichaam (permanente onttrekkingen van grondwater door waterleidingbedrijven en industrie, beregening met grondwater t.b.v. de landbouw, mijnbouw (kolen, bruinkool, zand, grind, mergel), bronbemaling van bouwputten e.d.);
- (2) Afname van de voeding van het grondwater (bebossing, verstedelijking);
- (3) (Doelbewuste) Verlaging van de grondwaterstand (verbeteringen in de ontwatering en afwatering van cultuurgroonden, inpoldering, verstedelijking, kanaalaanleg en verbreding).

De nadruk is gelegd op de drie qua omvang en invloed meest ingrijpend geachte activiteiten: "permanente onttrekkingen", "verbetering van de ontwatering en afwatering" en "beregening met grondwater".

De omvang van de overige ingrepen is niet op basis van de ecohydrologische districten geïnventariseerd. Deze worden kort besproken, al dan niet kwantitatief, in paragraaf 2.2. In paragraaf 2.3 wordt een tabel gepresenteerd waarmee een tentatieve vergelijking van de omvang van de verschillende ingrepen kan worden gemaakt.

2.2 Overige ingrepen

De grootte van de invloed van deze activiteiten op het grondwater is niet gelijk en hangt af van de geohydrologische situatie en bijvoorbeeld van voorzieningen die al of niet zijn getroffen om eventuele negatieve effecten op de omgeving te voorkomen of te beperken.

In deze studie heeft geen systematische inventarisatie plaats gehad van deze activiteiten c.q. de toename sinds 1950. Volstaan wordt met een globale indicatie van hun invloed op het grondwatersysteem. Voor verstedelijking en bebossing is een indicatie gegeven van de omvang van de afname in de jaarlijkse grondwateraanvulling als een gevolg van deze activiteiten.

2.2.1 Verstedelijking

In stedelijke gebieden wordt een deel van de nuttige neerslag direct door de riolering afgevoerd. Verstedelijking leidt daardoor tot een verminderde grondwateraanvulling. Daarnaast wordt in natte gebieden drainage aangebracht en is de verdamping van

verharde oppervlakken kleiner dan die van begroeide oppervlakken. De aard van het stedelijk gebied bepaalt hoe groot de invloed van deze mechanismen is.

In enkele stedelijke gebieden is het grondwaterpeil in de tachtiger jaren gestegen door de afname van industriële winningen.

Het belangrijkste gevolg van verstedelijking in hoog Nederland is een afname in de voeding van het grondwater doordat het neerslagoverschot door de riolering wordt afgevoerd.

Het CBS publiceert statistieken over het gebruik van de bodem. Gegevens van de jaren '50 zijn slechts in een zeer basale vorm toegankelijk.

Oppervlaktecijfers van bebouwd gebied rond 1950 met recente (1985) cijfers kunnen wel worden vergeleken voor heel Nederland.

Figuur 2.1 geeft voor de periode 1961 - 1985 het aantal inwoners en het bebouwd oppervlak in Nederland (Bron: Vijfentachtig jaren statistiek in tijdreeksen, CBS). In 1950 telde Nederland ca. 10 miljoen inwoners. Dit suggereert een bebouwd oppervlak in 1950 tussen de 125.000 en 165.000 hectare. Het bebouwd oppervlak in 1985 bedroeg ca. 285.000 hectare. Dit betekent een toename van 120.000 tot 160.000 hectare, waar ca. 200 mm neerslagoverschot voor, naar schatting, 80 % van het oppervlak naar het riool wordt afgevoerd. Dit levert een orde van grootte voor de hoeveelheid grondwateraanvulling die door verstedelijking sinds 1950 minder plaatsvindt:

$140.000 \text{ (ha)} * 10.000 \text{ (m}^2 \text{ per ha)} * 200 * 10^{-3} \text{ (m}^3 \text{ water per m}^2 \text{ stad; millimeter dus)} * 0.80 \text{ (80 \% van het oppervlak)} =$
224 miljoen m³ water per jaar.

De betrouwbaarheid van dit indicatieve cijfer, waarin met name de aangenomen 80 % discutabel is, is in dit onderzoek niet nader uitgezocht.

2.2.2 Bebossing

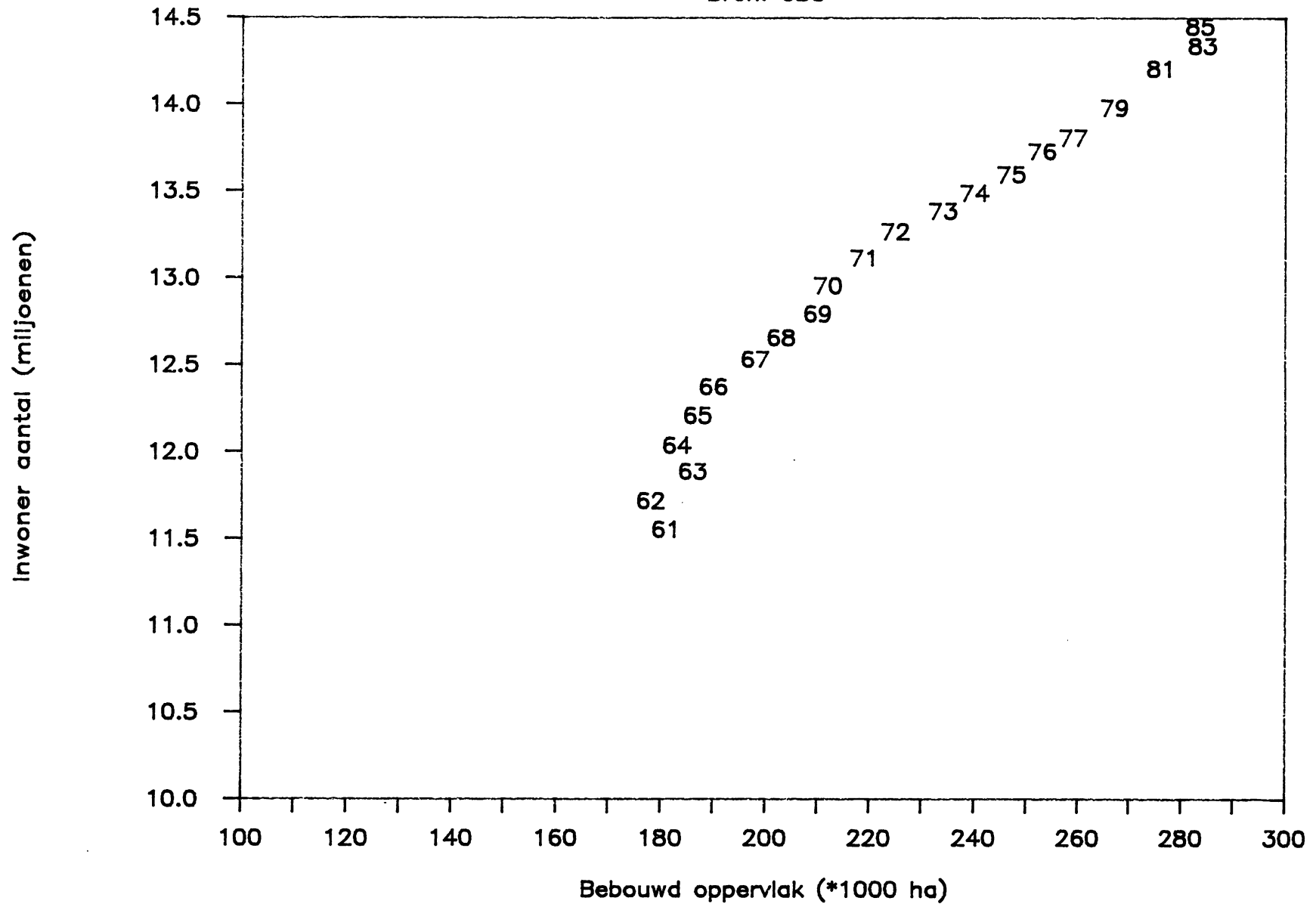
Een toename van het bosoppervlak betekent een toename van de evapotranspiratie (inclusief interceptie). Vooral de verdamping van naaldbos is hoog. De grootste toename van het bosoppervlak heeft reeds voor 1950 plaatsgevonden. Toename van het areaal bos (totaal ca. 540 km²; merendeels loofbos) van 1950 tot 1983 heeft voornamelijk plaats gevonden in Gelderland, Overijssel, Drenthe, Noord-Brabant en Flevoland. Een deel van het loofbos is na 1950 omgezet in naaldbos.

Voor geheel Nederland bedraagt een globale schatting van de toename in de totale evapotranspiratie ca. 45 miljoen m³/jaar. Voor deze schatting is gebruikt gemaakt van de SBB/CBS bosstatistieken en van SWNBL-gegevens over verdamping (interceptie + transpiratie) door bos (Nonhebel, 1987).

Tabel 2.1 geeft een overzicht van neerslag en verdamping van gras en diverse boomsoorten over de jaren 1974 t/m 1978. Alleen spar en douglas verdampen over de proefperiode (waarin extreme meteorologische omstandigheden zijn opgetreden) aanzienlijk meer dan gras, indien voor dit laatste gewas wordt uitgegaan van een verdampingsfactor (f) van 0.7 (Romijn, 1985).

Inwoneraantal en bebouwing in Nederland

Bron: CBS



Figuur 2.1 Inwoneraantal en bebouwing in Nederland; periode 1961 - 1985.

Tabel 2.1 Neerslag en verdamping van bos 1974 - 1978 (mm / jaar)

mm/jaar				
Neerslag		723		
E-penman		664		
E-gras (met f=0.7)		465		
E-bos	% van de neerslag	mm/jaar	overschot t.o.v. gras (f=0.7)	(f=0.5)
Den	56.0	405	-60	73
Spar	89.5	647	182	315
Douglas	83.5	604	139	272
Eik	58.5	423	-42	91
Beuk	51.0	369	-96	37
Populier	59.0	427	-38	95
Berk	56.0	405	-60	73
Lariks	54.5	294	-71	62

(Bronnen: Nonhebel, 1987 ; Romijn, 1985 ; KNMI)

Tabel 2.2 Oppervlaktes bos volgens de 2^e en 4^e bosstatistiek

(X 1000 ha)			toename
Bosstatistiek	tweede	vierde	
Periode	1952 -1963	1980 - 1983	
gesloten bos	260 253	311	51
open bos	35 <i>naaldbos griend</i>	20	--
opgaand bos	190 218	237	47
waarvan naaldbos	148 + <i>6/2 16</i>	155	7
loofbos	25 <i>bos statis '52 '63</i>	62	37
gemengd	10	17	7
<i>park etc</i>	35		

(Bron: Vierde bosstatistiek, CBS/SBB)

Tabel 2.2 vergelijkt de oppervlaktes bos volgens de tweede en vierde bosstatistiek. Hieruit blijkt dat de toename van naaldbos gering is, terwijl juist naaldbos een hoge transpiratie heeft.

Uitgaande van een gemiddelde terreinverdamping van ca. 0,5 * E-penman vóór bebossing, leidt bebossing tot een afname in de voeding van 200 mm/jaar voor naaldbos en van 50 mm (ruime schatting) voor loofbos. Dit levert een orde van grootte voor de hoeveelheid door bebossing sinds 1950 minder optredende grondwateraanvulling van:

$$14.000 \text{ (ha (gemengd) naaldbos)} * 10.000 \text{ (m}^2 \text{ per ha)} * 200 \\ * 10^{-3} \text{ (m}^3 \text{ water per m}^2 \text{ bos)} = 28,0 \text{ miljoen m}^3$$

$$37.000 \text{ (ha loofbos)} * 10.000 \text{ (m}^2 \text{ per ha)} * 50 \\ * 10^{-3} \text{ (m}^3 \text{ water per m}^2 \text{ bos)} = 18,5 \text{ miljoen m}^3$$

$$\text{-----} + \\ \text{ca. } 46,5 \text{ miljoen m}^3 \text{ water per jaar.}$$

Er zij opgemerkt, dat de totale omvang, uitgedrukt in hoeveelheid water, slechts een indicatie geeft van de mogelijke omvang van het probleem. Dit temeer in het geval van verdamping van bos, welke met name aan de orde is in hoge infiltratiegebieden. Juist in dergelijke gebieden kan een geringe verdampingstoename toch, door een afname van de regionale opbolling, leiden tot vrij grote dalingen van de grondwaterstand.

2.2.3 Kanaalaanleg en -verbreding

Van de verschillende typen van infrastructuur zijn de kanalen en rivierkanaliseringen in het kader van de beïnvloeding van de grondwaterstand het meest van belang. De aanleg van het Amsterdam-Rijnkanaal bijvoorbeeld heeft een grote invloed gehad op de grondwaterstanden ter weerszijden van het kanaal. Naar de effecten van de verbreding van de Zuid-Willemsvaart vindt nog onderzoek plaats.

Behoudens kanaalverbredingen in Noord-Brabant en de kanalisering van een deel van de Maas in Noord-Limburg zijn op dit moment nog maar weinig van dergelijke projecten aan de orde. In de afgelopen vijftig jaar zijn echter door het gehele land kanalen aangelegd. Een recent voorbeeld is het Lateraal kanaal in Midden-Limburg, waarvan ontwateringseffecten op natuur en landschap zijn gedocumenteerd (zie Bossenbroek, 1983).

2.2.4 Inpoldering

De aanleg van de IJsselmeerpolders heeft een aanzienlijke invloed gehad op de grondwaterstanden van de aanliggende kustgebieden van de voormalige Zuiderzee, dit geldt met name voor de N.O. Polder waar geen randmeer aanwezig is. Informatie uit rapporten over de omvang van die invloed op de aangrenzende ecohydrologische districten is verwerkt in de oorzaak-effect analyse van de betreffende districten (bijv. N.O. Polder en NoordWest Overijssel).

2.2.5 Mijnbouw

Met de invloed van mijnbouwactiviteiten moet met name in Limburg rekening worden gehouden. In Midden Limburg spelen de ontgrindingen en de bruinkoolmijnbouw in de Bondsrepubliek Duitsland een rol. Zand-, mergel- en grindafgravingen hebben invloed op de grondwaterstand en op kwelstromen. Kwantitatieve documentatie hierover is schaars.

Studies naar de gevolgen van de bruinkoolwinning hebben geïndiceerd dat daardoor in Midden-Limburg in de afgelopen jaren een verlaging van de stijghoogte in diepere pakketten van ca. 1 meter is opgetreden (Projectgroep Gevolgen Bruinkoolwinning, 1986).

In Zuid-Limburg hebben de mijnsluitingen in de periode 1965-1975 op veel plaatsen geleid tot stijging van de grondwaterstand.

2.2.6 Compenserende maatregelen

Onder deze noemer vallen diverse maatregelen, die zijn gericht op het tegengaan van grondwaterstands daling. Dit zijn ondermeer:

stuwbeheer ter conservering van grondwater; overgaan op winningen uit diepere watervoerende pakketten; afname van de industriële onttrekkingen (zuiniger grondstofgebruik) en wateraanvoer (in de terreinprotocollen is informatie opgenomen over de aanwezigheid van maatregelen).

In een belangrijk deel van ons land vindt in de zomer aanvoer van water van elders plaats om het oppervlaktewater op peil te houden. Deels gebeurt dit om het inklinken van de bodem tegen te gaan, deels om de watervoorziening van de landbouwgewassen in stand te houden.

Wateraanvoer via open watergangen vindt in laag Nederland plaats in meer dan 80 % van het gebied. Op hoge gronden is dit echter maar beperkt mogelijk.

De belangrijkste gevolgen van deze wateraanvoer in relatie tot verdroging zijn de fosfaat- en stikstofbelasting en mogelijk de belasting met toxische stoffen die met het rivierwater worden verspreid over het land.

In de duinen van Noord- en Zuid-Holland wordt sinds het midden van deze eeuw op grote schaal Rijn- en Maaswater geïnfilteerd om de drinkwatervoorziening op peil te houden en zoutwaterkwel tegen te gaan.

Een nog nauwelijks gedocumenteerd effect, tenslotte, is de toeneming van infiltratie van oppervlaktewater door de toegenomen onttrekking van grondwater. Hierdoor kan verontreiniging versneld aan het grondwater worden toegevoegd.

2.3 Orde van grootte van de verschillende ingrepen

Een tentatief, kwantitatief overzicht van de orde van grootte van verdroging veroorzakende ingrepen in de (grond)waterhuishouding wordt in tabel 2.3 gepresenteerd. Daarin staan schattingen van:

- de omvang van grondwateronttrekkingen in 1957 en 1986;
- de afname in de voeding van het grondwater door bebossing en verstedelijking sinds resp 1952 - 1963 en 1950;

Een overzicht van de hoeveelheid grondwater, die door verbeteringen van de ontwatering en afwatering van landbouwgronden sinds 1950, jaarlijks versneld wordt afgevoerd, kon binnen de randvoorwaarden van het onderzoek, waaronder de beschikbaarheid van gegevens op dit gebied, niet vervaardigd worden.

Tabel 3.2 Orde van grootte van enkele ingrepen

<u>Ottrekking van grondwater in miljoen m³ per jaar</u>	1957	1986	Toename (1)
permanent door waterleiding- bedrijven	333	770	437
permanent door industrie	369	318	-51
periodiek t.b.v. berekening in de landbouw	1958	1985	Toename (2)
extreem droog jaar	42	614	570
10 % droog jaar	25	352	327
gemiddeld jaar	17	229	212
<u>Afname in de grondwateraan- vulling in miljoen m³ per jaar</u>			Afname (3)
Verstedelijking 1950 versus 1985			225
Bebossing 1952 - 1963 versus 1980 - 1983			45

(1) Bron: CBS

(2) Eulen (1986) en Baars (1965)

(3) Berekeningen deze studie, paragraaf 2.2

2.4 Literatuur

Bakker, T.W.M. (1981): Nederlandse kustduinen: Geohydrologie. Uitgave PUDOC, Wageningen.

Bossenbroek, Ph. (1983): Globale effectbeschrijving bij het gebruik van het waterbekken Panheel op de in de omgeving aanwezige natuurterreinen. Staatsbosbeheer, Roermond.

Centraal Bureau voor de Statistiek (1986): Vijfentachtig jaren statistiek in tijdreeksen; 1899 - 1984. CBS, Voorburg.

Centraal Bureau voor de Statistiek / Staatsbosbeheer (1988): De Nederlandse Bosstatistiek; deel 1 oppervlakte bos 1980 - 1983. CBS, Voorburg.

Centraal Bureau voor de Statistiek (1988): Bodemstatistiek 1985. CBS, Voorburg.

Duin, R.H.A. (1976): Algemene aspecten van de cultuurtechniek in stedelijke gebieden. Cultuurtechnisch Tijdschrift 1976\77, v.a. p. 1.

Nonhebel, S. (1987): Waterverbruik van Nederlandse bossen: een modellenstudie. SWNBL-rapport 7G, Staatsbosbeheer, Utrecht.

Romijn, E. (1985): Valkuilen bij het bepalen van de potentiële verdamping van grasland door middel van f-factoren. In: tijdschrift H₂O, 1985, p. 265 e.v..

Roo, H. de en E. Schultz (1977): Drainage in stedelijke gebieden. Cultuurtechnisch Tijdschrift 1976\77, v.a. p. 242.

3 METHODE VAN INVENTARISATIE OP BASIS VAN ECOHYDROLOGISCHE DISTRICTEN.

3.1 Inleiding

Voor de landelijke inventarisatie van verdrogingsverschijnselen en van de omvang en invloed van ingrepen in de grondwaterhuishouding is een nieuwe ruimtelijke eenheid gecreëerd: het **ecohydrologisch district**.

Per ecohydrologisch district is de **omvang** van 3 categorieën van ingrepen geïnventariseerd. Vervolgens is, wederom op basis van ecohydrologische districten, de omvang vertaald naar een maat voor de (hydrologische) **invloed**.

De categorieën "permanente onttrekkingen", "verbetering van de ontwatering en afwatering" en "beregening met grondwater" zijn per ecohydrologisch district geïnventariseerd. De omvang van de ingrepen uit de eerste twee categorieën is, per ecohydrologisch district, vertaald naar de invloed van die ingrepen.

In 3.1 wordt ingegaan op de ecohydrologische districten. In 3.2 wordt ingegaan op de wijze waarop de omvang van voornoemde categorieën van ingrepen is geïnventariseerd. De vertaling van omvang naar invloed wordt toegelicht in 3.3.

3.2 Ecohydrologische districten

Het doel van de indeling van Nederland in ecohydrologische districten is om **voor het verdrogingsonderzoek** een geschikt ruimtelijk kader te vinden voor de presentatie, integratie en confrontatie van (menselijke) ingrepen, daaruit ontstane hydrologische effecten en opgetreden verdrogingseffecten.

Verschillende uitgangspunten en kenmerken van de ecohydrologische districten zijn hier onder beschreven.

Er is uitgegaan van een bestaande landelijke indeling van Nederland in ecologische districten (Klijn, 1988). Deze indeling is vervaardigd door het Centrum voor Milieukunde Leiden onder verantwoordelijkheid van het RIVM. Het ecologisch district is een ruimtelijke eenheid bedoeld voor milieuinventarisaties op regionale schaal, bijvoorbeeld 1:400.000. De indeling is vooral gebaseerd op kenmerken afgeleid van de bodemkaart.

Om praktische redenen is besloten om voor de ingrepen-inventarisatie geen geheel nieuwe gebiedsindeling te maken maar om de ecodistricten als basis te nemen: ecohydrologische districten zijn daarom vervaardigd als subdistricten van de ecologische districten. Bij de vervaardiging van de indeling is gebleken dat deze hiërarchie in de praktijk heel goed mogelijk was.

Voor de hydrologische subindeling is gebruik gemaakt van concept geohydrologisch/waterhuishoudkundige indelingen zoals die in overleg met de Provincies zijn opgesteld ten behoeve van de

optimalisatie van het primaire meetnet grondwaterstanden (DGV-TNO, 1983 t/m 1989). Daarnaast is gebruik gemaakt van de Grondwaterkaart van Nederland en een basiskaart waterlopen van Nederland (1:400.000, Rijkswaterstaat).

De hydrologische subindeling is in principe zodanig dat de districten, op regionale schaal gezien, homogeen zijn voor wat betreft:

- a. het typische gedrag in ruimte en tijd van de grondwaterstand en de grondwaterstijghoogte en
- b. de mate en wijze waarop hydrologische effecten optreden als gevolg van menselijke ingrepen.

Anders gezegd zijn de subdistricten zodanig bedoeld dat in het algemeen dezelfde typering van grondwaterstanden en dezelfde mate van invloed b.v. als gevolg van een grondwaterwinning mag worden verwacht.

De indeling is dus niet gericht op een inventarisatie van grondwaterstroming of z.g. grondwaterstromingsstelsels. De grens tussen twee subdistricten zal vaak overeenkomen met de overgang tussen een hoog en een laag gebied of tussen infiltratie- en kwelgebied en juist niet met grondwaterscheidingen. Hier en daar kon dit principe niet helemaal consequent worden doorgevoerd. Zo is b.v. het IJsseldal als een district genomen terwijl bij de Maas in Limburg de rivier als een grens tussen twee districten is beschouwd.

De ecohydrologische indeling is gebaseerd op een drietal hoofdeigenschappen die van overheersend belang zijn geacht als indicator voor het gedrag en de beïnvloedbaarheid van de grondwaterstijghoogte. Deze eigenschappen zijn:

- a. Aanwezigheid van **oppervlaktewater**; onderscheiden zijn drie categorieën:

Veel: detailontwatering, sloten, hoofdwaters etc. in ruime mate aanwezig;

Extensief: oppervlaktewater overwegend beperkt tot stelsels van beken en zijbeken;

Afwezig: (vrijwel) geen oppervlaktewater.

- b. Aanwezigheid van een weerstandbiedende **deklaag**:

Geen: (vrijwel) geen weerstandbiedende afzetting tussen het freatisch niveau en het eerste watervoerende pakket;

Matig: weerstandbiedende afzettingen soms wel soms niet aanwezig (b.v. keileem) of overal aanwezig, maar met een geringe dikte;

Overall: weerstandbiedende afzettingen zijn
(vrijwel) overal in het district
aanwezig en hebben een redelijke
dikte een hydraulische weerstand.

- c. Aanwezigheid van een **(diepere) weerstandbiedende laag**
tussen het eerste en het tweede watervoerende pakket:
Geen: zie boven;
Matig: zie boven;
Overall: zie boven.

In het algemeen zijn deze zeer globale hoofdeigenschappen representatief voor het beoogde onderscheid, namelijk het typische gedrag en de beïnvloedbaarheid van de grondwaterstijghoogte/stand. Geohydrologisch gezien zijn de eigenschappen sterk gekoppeld aan de z.g. spreidingslengte, waarin de hydraulische weerstand veruit doorslaggevend is ten opzichte van de waarde van de transmissiviteit. Het is daarom dat de keuze van de drie hoofdeigenschappen is gevallen op items die samenhangen met de hydraulische weerstand en - in het geval van oppervlaktewater - met de (drainage)weerstand tussen grond- en oppervlaktewater. De grenzen van de districten zijn gekozen bij belangrijke laterale veranderingen van deze eigenschappen zoals de verbreidingsgrenzen van belangrijke, regionaal voorkomende weerstandbiedende lagen en overgangen van gebieden met veel oppervlaktewater naar gebieden met veel minder of geen oppervlaktewater (b.v. de rand van een stuwwal). Ook belangrijke regionale ondergrondse breuksystemen zijn, indien goed bekend, aangehouden als districtsgrenzen; dit geldt met name voor Noord-Brabant en Limburg. Illustratief is bijvoorbeeld de situatie in de Peel: het gebied vormt in zijn geheel één ecodistrict (P12, .hoogveen-ontginningslandschap) en is opgedeeld in twee ecohydrologische districten: het zuidelijk deel (district 154, Peel zuid) gelegen in de centrale slenk ten zuidwesten van de peelrandbreuk en het noordelijk deel (158, Peel Noord) op de Peelhorst. Een verschil tussen beide districten is dat in Peel Noord meer oppervlaktewater aanwezig is dan in Peel zuid terwijl er in laatstgenoemde district ondergronds een slecht doorlatende laag aanwezig is (Klei van Kedichem/Tegelen in de Centrale slenk).

Voor de grootte van de ecohydrologische districten gold de randvoorwaarde dat het aantal districten niet te groot mocht zijn. Vanwege de hiërarchie is het aantal uiteraard groter dan het oorspronkelijke aantal ecodistricten. In totaal zijn uiteindelijk 176 ecohydrologische districten ontstaan. De districten zijn in een aantal gevallen toch nog vrij groot. Hierdoor kan er binnen een district nog vrij veel variatie voorkomen. Een voorbeeld is een gebied zoals de Centrale slenk: zuiver om de grootte beperkt te houden is het opgedeeld in een zuidelijk en een noordelijk deel terwijl elk deel nog minstens bestaat uit twee verschillende gebiedstypen, namelijk de beekdalen en de tussengelegen dekzandgronden. Op de schaal van werken zou het echter teveel detail zijn om elk afzonderlijk beekdal een ecohydrologisch district te noemen.

De eigenschap aanwezigheid oppervlaktewater is nauw verwant met

andere gebiedseigenschappen zoals de topografie en de grondwaterstandsdiepte. Dit is overigens ook een causaal verband: er is veel oppervlaktewater omdat een gebied laag gelegen is en gelijktijdig een ondiepe grondwaterstand heeft. Toch Vandaar dat bij soortgelijke gebiedstyperingen ook wel de topografie als indelingscriterium wordt genomen. Vanwege het niet-causale karakter moet men daar zeer voorzichtig mee zijn en is daarvoor bij de onderhavige indeling niet gekozen.

De ligging en nummering van de ecohydrologische districten is aangegeven in figuur 3.1. Bijlage 3A bevat een lijst van de districten met de bijbehorende codes voor de drie genoemde hoofdeigenschappen oppervlaktewater, deklaag en diepere weerstandbiedende laag.

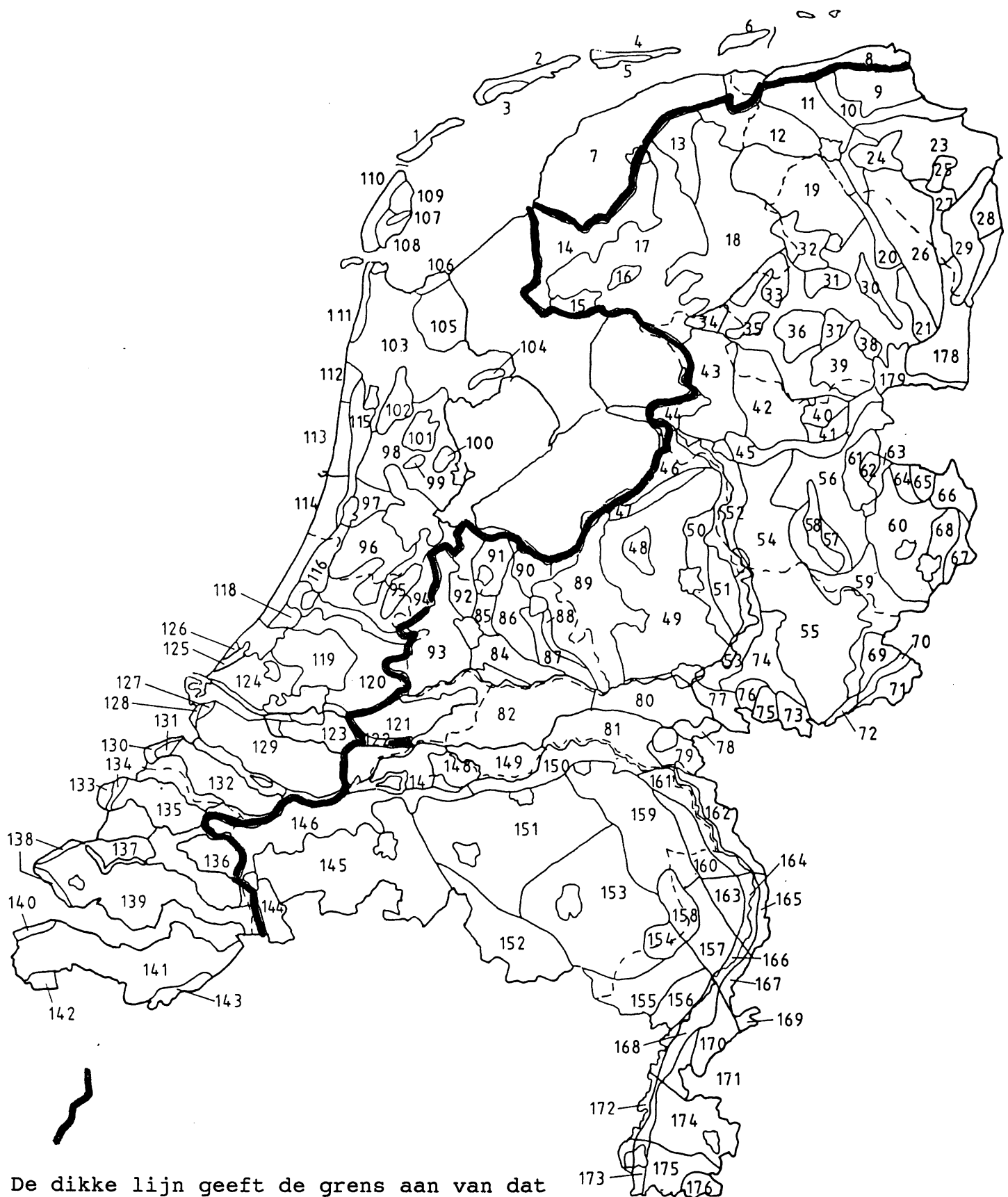
De hydrologische sub-indeling is in eerste instantie alleen opgesteld ten behoeve van deze studie. Bij de vervaardiging is zeer grof te werk gegaan waarbij er slechts weinig tijd beschikbaar was. Voor ander gebruik is de indeling te beschouwen als een eerste concept voor een (geo)hydrologische gebiedsindeling van Nederland terwijl goed rekening moet worden gehouden met de bij de indeling gehanteerde uitgangspunten en criteria. De indeling is zeker voor verbetering vatbaar. Daarbij kan een verdere detaillering qua eigenschappen en categorieën worden overwogen en kunnen meer gekwantificeerde criteria worden gehanteerd. Tevens zal een verificatie moeten worden uitgevoerd.

3.3 Methode van inventarisatie per ecohydrologisch district

Voor de inventarisatie van de omvang van ingrepen per ecohydrologisch district is gebruik gemaakt van een kaart van Nederland, schaal 1 : 400.000, op transparant, met daarin aangegeven de districtsgrenzen.

Voor de inventarisatie van de permanente onttrekkingen is een overzichtskaart daarvan (zie hoofdstuk 4), op schaal 1 : 250.000, opgeblazen naar 1 : 400.000. Vervolgens zijn per ecohydrologisch district de debieten van daarin gelegen onttrekkingen gesommeerd. Deze hoeveelheden (m^3) gedeeld door de respectievelijke districtsoppervlaktes (m^2) leveren de omvang in millimeter. Zie bijlage 3A.

Voor de inventarisatie van de verbetering van de ontwatering en afwatering ten behoeve van de landbouw is (1) een inventarisatie gemaakt van de afname van de natte cultuurgrond. Daartoe is de kaart met de ecohydrologisch districten opgeblazen tot de schaal van de C.O.L.N.-kaart, 1 : 200.000 (zie hoofdstuk 5). Vervolgens is per ecohydrologisch district de oppervlakte zeer natte, natte, niet natte en niet gekarteerde gronden, geïnventariseerd. Verder is (2) per ecohydrologisch district de ontwateringstoestand volgens een door de Landinrichtingsdienst uitgevoerde inventarisatie van de waterhuishouding (Ton en Lourens, 1978) geïnventariseerd. Hierin is per gemeente het percentage slecht ontwaterde cultuurgrond aangegeven in 5 klassen. Met behulp van een gemeentekaart op schaal 1 : 400.000 is per



De dikke lijn geeft de grens aan van dat deel van Nederland, waarvoor een aantal ingrepen, per ecohydrologisch district is geïnventariseerd.

Figuur 3.1 Lokatie en nummering van de ecohydrologische districten.

ecohydrologisch district door weging naar oppervlakte het percentage slecht ontwaterde cultuurgrond anno 1976 benaderd.

Doordat de begrenzingen van de gemeenten enerzijds en van de ecohydrologische districten anderzijds, niet op elkaar passen, zijn de geïnterpreteerde gegevens in meer of mindere mate een soort van ruimtelijk glijdend gemiddelde van de werkelijke waarde van het district en zijn burens. Dit leidt plaatselijk tot minder nauwkeurige waarden.

Voor de inventarisatie van de berekening per ecohydrologisch district is gebruik gemaakt van een landelijke inventarisatie op gemeentebasis van de berekeningssituatie in 1976 (Van Boheemen en de Wilde, 1978). Ook met deze gegevens is op schaal 1 : 400.000 gewerkt. De aldus verkregen cijfers zijn vermenigvuldigd met een factor (tussen 1.0 en 2.0) die is bepaald met een kaart waarop de toename in de onttrekkingen van grondwater ten behoeve van berekening van cultuurgrond voor de PAWN-districten staan aangegeven (Eulen, 1986, zie hoofdstuk 6). Ook voor deze inventarisatie geldt de opmerking over het ruimtelijk glijdend gemiddelde.

3.4 Methode van vertaling

3.4.1 Inleiding

In principe zijn de ecohydrologische districten zo gekozen dat binnen districten met dezelfde hoofdeigenschappen bij gelijke omvang van ingrepen gelijke hydrologische effecten optreden. Om de per district geïnterpreteerde ingrepen tussen districten onderling vergelijkbaar te maken is het nodig om een vertaling toe te passen. Immers, een waterwinning van een bepaalde grootte heeft b.v. op de Veluwe een heel ander effect als een zelfde waterwinning in het Rivierengebied. De hier besproken methode van vertaling is dus in de eerste plaats bedoeld om deze verschillen in dosis-effect relatie te vereffenen zodat het mogelijk wordt om op landelijke schaal de score voor een bepaalde ingreepcategorie te vergelijken met de gevonden mate van verdroging. Het begrip "hydrologisch effect" is hier verder niet in detail gedefinieerd noch wordt er onderscheid gemaakt naar aard, b.v.: grootte van optredende potentiaalverlagingen of omvang van het beïnvloede gebied of de mate van beïnvloeding van b.v. kwelstromen.

Het moge duidelijk zijn dat de eindscore voor het hydrologisch effect van de ingreep vrijwel geen fysische betekenis meer heeft maar uitsluitend kan worden gebruikt om per categorie van ingrepen een landelijke vergelijkbaarheid te krijgen.

De vertaling is toegepast op de twee belangrijkste categorieën van ingrepen namelijk de permanente onttrekkingen en de waterhuishoudkundige maatregelen ter verbetering van de ontwatering en afwatering op cultuurgronden (hierna kortweg ontwatering en afwatering genoemd). Bij de categorie berekening van cultuurgrond is een soortgelijke vertaling overwogen, maar uiteindelijk niet

doorgevoerd omdat van de werkelijke relatie tussen omvang en effecten van berekening te weinig in de praktijk bekend is en anderzijds te complex is om een enigszins aanvaardbare "sleutel" te kunnen vinden.

In de 3.4.2 en 3.4.3 is achtereenvolgens de methode van vertaling voor ontwatering en afwatering en voor permanente onttrekkingen nader toegelicht.

3.4.2 Ontwatering en afwatering

Van belang hierbij is niet zozeer het hydrologisch effect in het ontwaterde gebied zelf, maar de mate van doorwerking naar omliggende gebieden. Voor de vertaling moet een algemene "sleutel" worden gevonden waarvan de waarde afhankelijk is van de hoofdeigenschappen van het ecohydrologisch district. In het algemeen hangt de mate van doorwerking via het watervoerend pakket samen met de waarde van de spreidingslengte:

$$\text{spreidingslengte} = \sqrt{(kD * c)}$$

waarin kD = doorlaatvermogen van het watervoerend pakket
 en c = (totale, samengestelde) hydraulische weerstand

Behalve de laterale doorwerking is het ook van belang in hoeverre een daling van de stijghoogte in het pakket ook leidt tot een daling van de freatische grondwaterstand of een vermindering van de kwel. Deze verticale doorwerking is vooral afhankelijk van de tweede hoofdeigenschap: de aanwezigheid van een slecht doorlatende deklaag. Bij een goed ontwikkelde deklaag zal de verticale doorwerking relatief gering zijn.

Aanwezigheid van oppervlaktewater

Naarmate er meer oppervlaktewater in het gebied aanwezig is wordt de waarde van de hydraulische weerstand C kleiner en neemt de laterale doorwerking af.

Deklaag

Naarmate er een beter ontwikkelde deklaag is zal weliswaar de hydraulische weerstand toenemen (groter effect) maar zal anderzijds de verticale doorwerking naar het freatisch vlak afnemen (kleiner effect). Aangenomen is dat het laatstgenoemde overheerst, zodat een overal aanwezige, goed ontwikkelde deklaag (b.v. in holocene laag Nederland) bij de vertaling leidt tot kleine effecten, d.w.z. een geringe doorwerking op de grondwaterstanden in de omgeving.

Slecht doorlatende laag

De laatste hoofdeigenschap, aanwezigheid van een diepere slecht doorlatende laag leidt tot een vergroting van de totale

hydraulische weerstand, en daardoor tot een grotere laterale doorwerking en uiteindelijk tot een groter effect.

Van de drie hoofdeigenschappen onderling is de eerste, aanwezigheid oppervlaktewater, het meest bepalend geacht. Anderzijds is de aanwezigheid van een diepere slecht doorlatende laag het minst belangrijk geacht.

Bij de uiteindelijke kwantificering is als volgt met een wegingsfactor gewerkt:

$$\text{Effectscore} = \text{Fweeg} * \text{Omvangsscore}$$

De wegingsfactor heeft een waarde tussen 0 en 1 die als volgt wordt berekend:

$$\text{Fweeg} = 0.50 * \text{Opp.water} + 0.30 * \text{Deklaag} + 0.20 * \text{Sld.laag}$$

Hierin is dus het relatieve belang van de drie hoofdeigenschappen verdisconteerd.

De waarde voor Opp.water, Deklaag en Sld.laag is 0, 0.5 of 1.0 afhankelijk van de gebiedskenmerken, zie tabel 3.1.

Tabel 3.1 Wegingsfactor en gebiedseigenschappen

waarde factor	Oppervlakte water	Deklaag	Slecht doorlatende laag
0.0	veel	overal	geen
0.5	extensief	matig	matig
1.0	geen	geen	overal

Volgens deze inschatting zullen verhoudingsgewijs de grootste effecten van ontwatering/afwatering optreden in een ecohydrologisch district nagenoeg zonder oppervlaktewater, geen deklaag en een goed ontwikkelde diepere weerstandbiedende laag (Fweeg = 1.0), bijvoorbeeld de centrale Veluwe, de Havelterberg en delen van het rivierterras in Noord-Limburg. De minste (uitstraling van) effecten zal optreden in gebieden met veel oppervlaktewater, een goed ontwikkelde deklaag en geen diepere slecht doorlatende laag (Fweeg = 0.0) zoals de Noordelijke Peel en een deel van het Maasdal (district 161). Grote delen van laag Nederland hebben soortgelijke eigenschappen.

Bij de vertaling van ontwatering en afwatering is geen rekening gehouden met uitstraling van effecten vanuit het ene district naar een aanliggend district. Dergelijke effecten kunnen wel degelijk optreden, bijvoorbeeld in de vorm van verlagingen in een stuwwalgebied als effect van ontwatering in het omliggende lagere gebied. Het kwantificeren van deze grensoverschrijdende effecten werd voor deze studie methodisch niet haalbaar geacht.

Een soortgelijke kwantificering van grensoverschrijdende effecten is wel uitgevoerd bij de categorie permanente onttrekkingen.

3.4.3 Permanente onttrekkingen

Ook voor deze categorie is het nodig om de omvang van de ingreep, in dit geval de totale onttrekkingshoeveelheid per oppervlakte-eenheid van het betreffende district, te vertalen naar een algemene eenheid die representatief is voor de mate van hydrologische invloed. Evenals bij ontwatering en afwatering heeft deze, hoewel uitgedrukt in mm, maar een zeer beperkte fysische betekenis.

Voor de bepaling van de vertaalsleutels is uitgegaan van de gegeneraliseerde formule van De Glee voor een stationaire grondwaterstroming naar een puntonttrekking in een tweelagensysteem. Daartoe zijn de hoofdeigenschappen van de ecohydrologische subdistricten uitgedrukt in geohydrologische parameters:

- c1 Hydraulische weerstand van het topsysteem
- kD1 Doorlaatvermogen ondiepe watervoerende pakket
- c2 Hydraulische weerstand van de diepere
 weerstandbiedende laag
- kD2 Doorlaatvermogen van het diepe watervoerende
 pakket

Uiteraard is de hantering van getallen voor deze parameters voor de soms zeer grote ecohydrologische districten een uiterst sterke generalisatie van de werkelijkheid.

De waarden voor kD1 en kD2 zijn gefixeerd, respectievelijk op 1000 m²/dag en 2000 m²/dag. Dit met uitzondering van enkele gevallen waar bekend is dat de pakketten regionaal bijzonder dun of dik zijn.

De waarde voor c1 is afhankelijk van de combinatie van eigenschappen "aanwezigheid oppervlaktewater" en "deklaag", en wel als volgt:

oppervlakte- water	deklaag	c1 (dagen)
Afwezig	overal, matig of geen	2000 (1)
Extensief	overal, matig of geen	2000
Veel	overal	2000
Veel	matig	1150
Veel	geen	150

(1) behalve in gebieden met een grote grondwaterstandsdiepte; daar is een c1-waarde van 10.000 dagen aangehouden

Grofweg is aangenomen dat de aard van de deklaag pas invloed heeft op de c1-waarde als er oppervlaktewater aanwezig is. Het is dan ook niet verwonderlijk dat er aan het eind van deze paragraaf wordt geconstateerd dat de aanwezigheid van oppervlaktewater de

belangrijkste parameter blijkt te zijn voor de gezochte
vertaalsleutel

De waarde van c2 is gesteld op 10.000 dagen of 2000 dagen, resp.
in de gebieden waar de diepere weerstandbiedende laag "Overall" of
"Matig" aanwezig is. Daar waar deze laag ontbreekt is met één
watervoerend pakket gerekend door kD1 en kD2 samen te nemen.

Op basis van deze parameterwaarden zijn voor alle combinaties de
verlagingen berekend voor een (eenheids)onttrekking in zowel het
diepe als het ondiepe pakket. Via een grafische bewerking zijn
vervolgens twee karakteristieken bepaald: de grootte van het
beïnvloede gebied en de mate van verlaging binnen het beïnvloede
gebied.

Voor de verschillende berekende combinaties is de mate van
"invloed" vervolgens uitgezet op een schaal van 1 tot 10. Onder
"invloed" is hier verstaan een combinatie van de grootte van het
invloedsgebied en de grootte van de verlaging zelf. Uit de rangorde
van de combinaties blijkt dat de eigenschap "aanwezigheid
oppervlaktewater" doorslaggevend is voor de mate van invloed en
dus voor de vertaalsleutel. De andere twee eigenschappen deklaag
en diepere weerstandbiedende laag zijn naar verhouding van
ondergeschikt belang.

Op grond van bovenstaand onderzoek is uiteindelijk besloten om de
vertaalsleutel voor de permanente onttrekkingen rechtstreeks te
koppelen aan de hoeveelheid (geen, extensief of veel)
oppervlaktewater die in het gebied aanwezig wordt geacht:

$$HI = Q * W$$

waarin:

HI = mate van hydrologische invloed;

Q = maat voor de omvang van onttrekkingen in het
ecohydrologisch district (onttrekkingsgrootte
gedeeld door districtsoppervlak);

W = vertaalsleutel, afhankelijk van:

W=1 indien veel oppervlaktewater aanwezig is;

W=3 indien er een extensief oppervlaktewater-
stelsel aanwezig is;

W=9 indien er (vrijwel) geen oppervlaktewater
aanwezig is.

Behalve de invloed van onttrekkingen in het district zelf kan er
een beïnvloeding optreden naar het naburige district. Deze
grensoverschrijdende invloed is vastgesteld via de onderstaande
zeer globale redenering.

Er wordt uitgegaan van de onttrekkingsgrootte per eenheid van
(district)oppervlakte. De eenheid van deze maat voor de
onttrekkingsomvang is mm per jaar.

Vervolgens is grofweg beredeneerd dat zonder grondwaterwinning
een deel van de natuurlijke grondwateraanvulling (gesteld op 200
mm per jaar) wordt afgevoerd naar het oppervlaktewaterstelsel, en

wel in de volgende hoeveelheden:

- 100% (200 mm) indien er veel oppervlaktewater is;
- 50% (100 mm) bij een extensief stelsel;
- 10% (20 mm) als er (vrijwel) geen oppervlaktewater is.

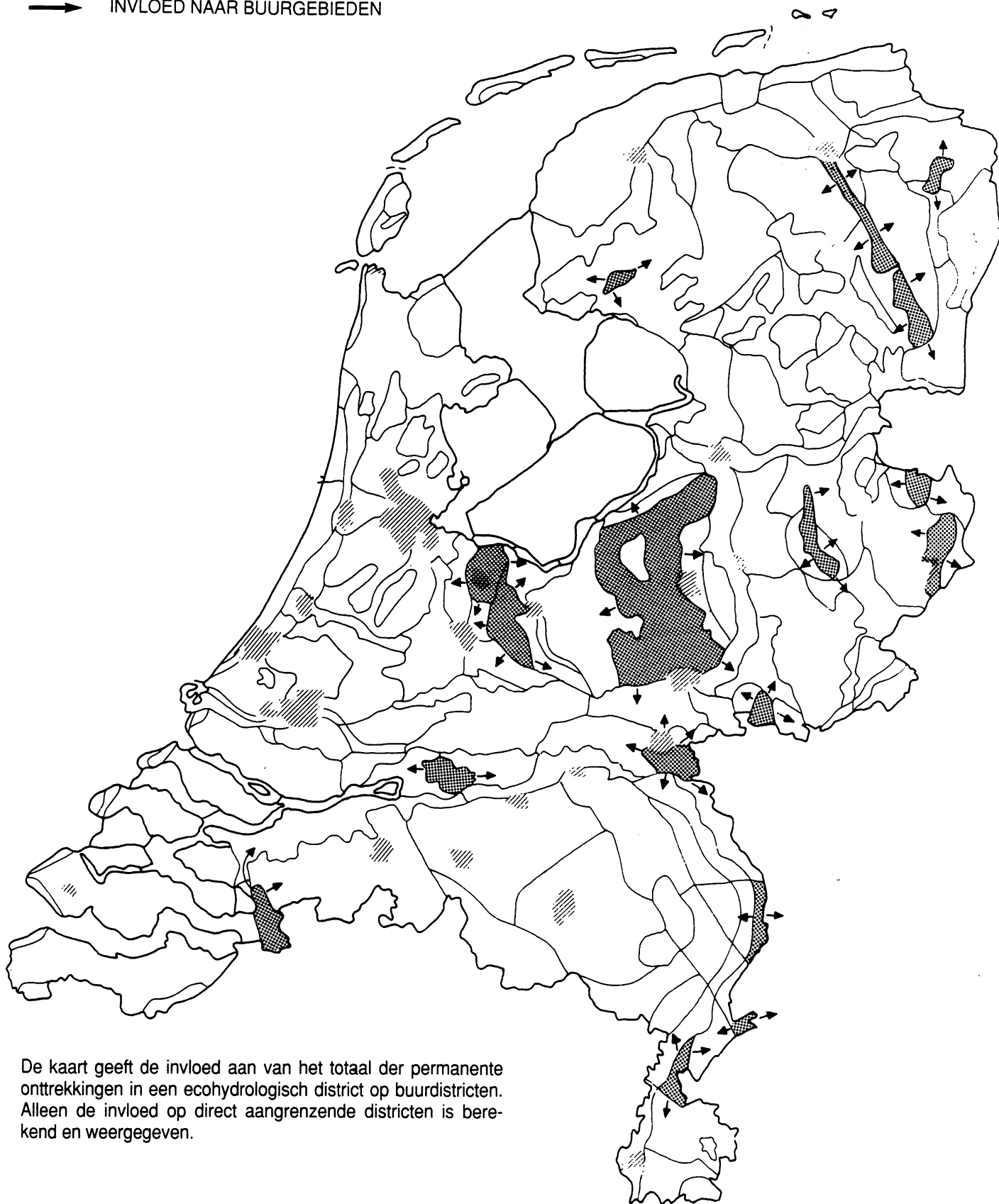
Verder is aangenomen dat er in principe, d.w.z. los van de technische mogelijkheden, via kunstmatige infiltratie van oppervlaktewater (grond)wateriaanvoer mogelijk is tot een maximum van 180 mm in een gebied met veel oppervlaktewater en maximaal 90 mm in een gebied met een extensief stelsel. De werkelijk wateriaanvoer is afhankelijk van de hoogteligging en de technische infrastructuur (gemalen etc.). Bij de inventarisatie is deze mogelijkheid tot wateriaanvoer uitgedrukt in de oppervlaktefractie van het district (vermeld onder de kolom WA in het databestand, zie bijlage 3A).

Gesteld is tenslotte dat de invloed van permanente onttrekkingen beperkt blijft tot het district zelf zolang de winningshoeveelheid kleiner is dan de natuurlijke afvoer, verhoogd met de hoeveelheid wateriaanvoer. Uitgewerkt voor bijvoorbeeld ecohydrologisch district nr. 16 (Gaasterland) geeft dit:

winningshoeveelheid:		554 mm
wateriaanvoer mogelijk voor 70 % van het gebied		
extensief oppervlaktewater,		
natuurlijke afvoer 50%	=	100 mm
maximale wateriaanvoer $0.7 * 90$	=	63 mm

Berekend wordt nu dat er een invloed is op de naburige districten ter grootte van $554 - 163 = 390$ mm. Slechts als er, zoals in het voorbeeld, een positieve restterm overblijft dan wordt aangenomen dat er invloed is op de naburige districten. Over de omvang van deze grensoverschrijdende invloed is getalsmatig niet veel meer te zeggen dan de grootte van de restterm in mm, verdeeld over het aantal aanliggende districten naar rato van de gemeenschappelijke grenslengtes. Voor de doorwerking in de totale score van het betreffende buurdistrict wordt tenslotte nog een correctie toegepast op de oppervlakte van het buurdistrict in verhouding tot de oppervlakte van het "onttrekkings"district. Deze correctie is nog niet doorgevoerd op de getallen van tabel 3.2, waarin de districten zijn aangegeven van waaruit er een invloed optreedt naar aanliggende (buur)districten. De aangegeven "mate" is dus gelijk aan de eerder genoemde restterm. De tabel is verwant met figuur 3.2.

→ INVLOED NAAR BUURGEBIEDEN



De kaart geeft de invloed aan van het totaal der permanente onttrekkingen in een ecohydrologisch district op buurdistricten. Alleen de invloed op direct aangrenzende districten is berekend en weergegeven.

Figuur 3.2 Ruimtelijke invloed van permanente onttrekkingen.

Tabel 3.3 Beïnvloeding door permanente onttrekking op aanliggende districten.

Invloed vanuit: district districtsnaam nummer		Mate (mm)
16	Gaasterland	400
20	Hondsrug Noord	100
21	Hondrug Zuid	150
25	Woldstreek Oost	60
49	Veluwe centraal	25
58	St. Holterberg	150
65	St. Braamberg	80
68	St. Tankenberg	10
75	St. Monterferland	60
79	St. Nijmegen	110
86	Utr.Heuvelrug	150
91	Het Gooi	230
144	Brabantse Wal	180
148	Land v. Altena	30
165	Rivierterras	
	Noord-Limburg	100
169	Meynweg gebied	15
171	Rivierterras	
	Midden-Limburg	70

De resultaten zijn geloofwaardig: beïnvloeding treedt vooral op vanuit 1e orde infiltratiegebieden naar de aanliggende lagere gebieden. In de meeste gevallen betreft het de hogere stuwwallen waar geen of zeer beperkt voeding vanuit oppervlaktewater mogelijk is. Vaak zal in deze gevallen de grensoverschrijdende hydrologische invloed zich vooral manifesteren in een vermindering van de kwel naar deze lagere gebieden. De kwelafname zal zich in de werkelijkheid niet gelijkmatig over het (buur)district voordoen, maar zal zich vooral concentreren in een vrij nauwe zône in het overgangsgebied van hoog naar laag. Op de ruimtelijke schaal van deze studie kan een en ander echter alleen verwerkt worden in de effectscore voor het totale ecohydrologische district als kleinste ruimtelijke hydrologische eenheid.

3.5 Literatuur

Boheemen, van en de Wilde (1979): zie Hoofdstuk 6.

Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (1958):
Diverse provincie - rapporten. COLN/TNO, Den Haag.

Dienst Grondwaterverkenning. Inrichtingsplannen voor het primaire
grondwatermeetnet in verschillende provincies. Diverse OS-
rapporten, 1983 t/m 1989.

Eulen (1984): zie Hoofdstuk 6.

Klijn, F. Milieubeheergebieden: Deel A: Indeling van Nederland
in ecoregio's en ecodistricten. Leiden: Centrum voor Milieu-
kunde, Rijksuniversiteit Leiden; Bilthoven : Rijksinstituut voor
Volksgezondheid en Milieuhygiëne. CML mededelingen, nr. 37.
Leiden 1988.

Provinciale grondwaterplannen: zie Hoofdstuk 4. Inclusief
achterliggende technische rapportages.

Rolf, H.L.M. Verlaging van de grondwaterstand in Nederland;
analyseperiode 1950 - 1986. Dienst Grondwaterverkenning TNO,
rapportnr. OS 89-15, uitgave Rijkswaterstaat, Dienst Binnen-
wateren/RIZA, 1989.

Ton, H. en J. Lourens (1978): Inventarisatie van de
waterbeheersing. Landinrichtingsdienst Utrecht.

Unie van Waterschappen (1981): Inventarisatie watervoorziening
waterschappen 1978 - 1979.

VEWIN tienjarenplan: zie Hoofdstuk 4.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat. De Waterhuishouding van
Nederland 1984. Staatsuitgerij, 's Gravenhage, 1985.

Hoofdstuk 3: Bijlage 3A

Twee pagina's toelichting, 8 pagina's tabel.

De 8 pagina's beslaan de complete tabel met informatie over de ecohydrologische districten als volgt:

1	5	↓ districten	9 t/m 41	→ diverse districtsgegevens
2	6		42 t/m 74	
3	7		75 t/m 93, 121, 144 t/m 156	
4	8		157 t/m 179	

Toelichting:

Algemeen

nr nummer v.h. district
naam naam van het district

COLN gegevens

COLN (h) COLN inventarisatie gegevens in hokjes. 1 hokje is ca. 4 km²
00 - 40 aantal hokjes in het district met een wintergrondwaterstand van 0 tot 40 cm diepte volgens de COLN-kaart
etc. etc.
nk niet gekarteerd
opp oppervlakte van het district

COLN (%) COLN inventarisatie gegevens in procenten, verder alsboven

Inventarisatie v.d. waterbeheersing gegevens

Inv. Bewerkte gegevens uit "Inventarisatie van de waterbeheersing". Oppervlakte in % met:
ao afwatering onvoldoende
* minder nauwkeurige waarde door veel kruisende begrenzingen
as (niet overal ingevuld) afwatering slecht
oo ontwatering onvoldoende
* minder nauwkeurige waarde door veel kruisende begrenzingen

Combinatie COLN en Inventarisatie waterbeheersing

afw. 00 - 70 minus ao
% in % van de totale oppervlakte en
staaf als een staafdiagram (0, 1, 2, 3, 4 of 5 plusjes)
ontw. 00 - 70 minus oo
% in % van de totale oppervlakte en
staaf als een staafdiagram (0, 1, 2, 3, 4 of 5 plusjes)
beide staafdiagram van het gemiddelde van afw. en ontw.

Gegevens permanente onttrekkingen

wawi waterwinning (permanente onttrekkingen van grondwater)
 staaf staafdiagram(0, 1, 2, 3, 4, of 5 plusjes, of 5
 sterretjes) (in oplopende volgorde)
 milj debiet in miljoen m³
 mm debiet per oppervlakte van het district in millimeter

Eigenschappen ecohydrologisch district

sdn code voor het ecohydrologisch district als subdistrict van
 een ecodistrict. Bestaat uit een letter + een cijfer voor
 het soort subdistrict (naar Klijn, 1988) en uit een
 volgnummer

Opp.vl.w. Oppervlaktewater

aanw aanwezigheid (Veel, Extensief en Niet)
 pb (niet overal ingevuld) beheersbaar peil (Wel, Niet)
 wa wateraanvoer, fractie van de oppervlakte van het gebied
 waarvoor water aangevoerd kan worden
 Hgeol. Hydrogeologische eigenschappen
 dl deklaag aanwezigheid (Geen, Matig, Overal)
 sl slecht doorlatende laag aanwezigheid (Geen, Matig, Overal)
 Wateraanv. staaf
 mogelijkheid van wateraanvoer uitgedrukt als staafdiagram

Berekening van een weegfactor

Sleutel O&A

Berekening van een weegfactor (Fweeg) op grond van
 gebiedskarakteristieken (oppervlaktewater, deklaag en
 slecht doorlatende laag) om omvang van ontwatering en
 afwatering om te rekenen naar invloed
 phi invloed van ontwatering en afwatering (Fweeg * ontw in %
 gedeeld door 100)
 staaf phi uitgedrukt als staafdiagram

Berekening met grondwater

Berekening

1976 de situatie in 1976 (Van Boheemen en De Wilde, 1979)
 ->'84 toename tussen 1976 en 1984 (Eulen, 1985)
 (uitgedrukt als een fractie van het ecohydrologisch dis-
 trict waar het beregeningspotentieel verdubbeld is, dit
 geeft, vermenigvuldigd met de hoeveelheid in 1976 de extra
 hoeveelheid mogelijke berekening in mm)
 samen combinatie van deze gegevens voor een schatting van de
 situatie in 1984
 staaf bovenstaande door combinatie verkregen waarde uitgedrukt
 als staafdiagram

Algemeen

ERR Error, deze foutmelding treedt op bij kolommen waarvoor
 gebruik wordt gemaakt van niet geïnventariseerde gegevens.
 In Zuid-limburg (ecohydrologische districten nummers 172
 t/m 176) is geen COLN-kartering uitgevoerd.

Verdroging in Nederland. Deelrapport Ingrepen. Hoofdstuk 3. Bijlage A deelnummer 1

nr	naam	COLN (h)					COLN (%)					Inv.			afw.		ontw.		beide wawi		wawi	
		00-40	40-70	>70	nk	opp	00-40	40-70	>70	nk	00-70	ao	as	oo	in %	staaf	in %	staaf	staaf	staaf	milj	m3
9	Fivelingo Oost	21	10	3	1	44.5	62	29	9	3	91	70 *		85	21 ++	6 +	+	.	.	.	0.0	0
10	Fivelingo West	23.5	7	1.5	0.5	35.5	73	22	5	2	95	50 *		70 *	45 +++	25 ++	++	.	.	.	0.0	0
11	Hunsingo	22	15.5	3	1	46	54	38	7	2	93	50 *		80 *	43 +++	13 +	++	.	.	.	0.0	0
12	Westerkwartiergebied	48	8.5	2.5	0	69	81	14	4	0	96	60 *		80	36 ++	16 +	++	+	+	+	0.2	1
13	Keileemplateau, Friesland's Lage Midden	26	6	1.5	0.5	36	78	18	4	1	96	70 *		80	26 ++	16 +	++	++++	+	+	26.8	186
14	Landaanwinning, Friesland's Lage Midden	83	2	0	1.5	87	98	2	0	2	100	80		75 *	20 ++	25 ++	++	+	+	+	1.3	4
15	Kuststrook Gaasterland	4	4.5	1.5	2	12	40	45	15	17	85	90		50	-5 .	35 ++	+	+	+	+	0.1	2
16	Gaasterland bij Nicolaasga	5	0.5	0	0.5	6.5	91	9	0	8	100	70		70	30 ++	30 ++	++	*****	+	+	14.4	554
17	Fries Veengebied	170	5.5	1.5	26	203.5	96	3	1	13	99	70 *		50 *	29 ++	49 +++	++	+	+	+	4.6	6
18	Friese Wouden	115	38	8.5	12	174	71	24	5	7	95	40 *		50 *	55 +++	45 +++	+++	+	+	+	10.5	15
19	Drents Keileemplateau matrix Noord	60	16	10	6	121	70	19	12	7	88	70 *		70 *	18 +	18 +	+	+	+	+	18.0	37
20	Hondsrug Noord	4	2.5	8.5	5.5	25	27	17	57	27	43	30 *		25 *	13 +	18 +	+	++++	+	+	12.2	122
21	Hondsrug Zuid	0.5	0.5	15.5	5	21.5	3	3	94	23	6	35 *		30 *	-29 .	-24 .	.	++++	+	+	15.7	183
22	Gronings Terpengebied Hunze-oerstroombdal	9	3	1	0.5	16	69	23	8	4	92	50 *		75 *	42 +++	17 +	++	++++	+	+	9.5	148
23	Gronings Terpengebied buiten Hunze...dal	42	33	9	3	96	50	39	11	3	89	15		20 *	74 +++	69 +++	++++	+	+	+	0.1	0
24	Woldstreek Westvlak	8	4	4.5	0.5	19.5	48	24	27	3	73	30		40 *	43 +++	33 ++	++	+	+	+	0.9	12
25	Woldstreek Oostvlak	5.5	2	0.5	0	10	69	25	6	0	94	15		20 *	79 +++	74 +++	++++	*****	+	+	8.6	215
26	Gr.Dr. Veenkolonien Hunze-oerstroombdal N	18	40	37	3	100	19	42	39	3	61	30 *		40 *	31 ++	21 ++	++	+	+	+	11.1	28
27	Gr.Dr. Veenkolonien, buiten Hunze Westvlak	7	8.5	4	1.5	21	36	44	21	7	79	40 *		60	39 ++	19 +	++	+	+	+	0.9	11
28	Gr.Dr. Veenkolonien, buiten Hunze Oostvlak	4	5.5	1.5	0	13.5	36	50	14	0	86	10		50	76 +++	36 ++	+++	.	.	.	0.0	0
29	Beekdalcomplex Westerwolde	10	21	16	0	47	21	45	34	0	66	10		50	56 +++	16 +	++	+	+	+	3.5	19
30	Rug Schoonlo-Sleen	0.5	1	6	4.5	12	7	13	80	38	20	15		10	5 +	10 +	+	.	.	.	0	0
31	Middelhoog van Hooghalen	2.5	5.5	4	3.5	15.5	21	46	33	23	67	30		10	37 ++	57 +++	+++	.	.	.	0	0
32	Fr.Dr. Hoogveengebied	6.5	10.5	4	10	31	31	50	19	32	81	30		40 *	51 +++	41 +++	+++	.	.	.	0	0
33	Middelhoog van Smilde	5	5	2.5	13	24	40	40	20	51	80	25		20	55 +++	60 +++	+++	++	+	+	6	63
34	Stuwwal Woldberg	2.5	2.5	4.5	1.5	11	26	26	47	14	53	30		30	23 ++	23 ++	++	+	+	+	1	23
35	Stuwwal Havelterberg	0.5	1	2.5	3	7	13	25	63	43	38	55 *		40	-18 .	-3 .	.	+	+	+	0.1	4
36	Middelhoog van Dwingelo	4.5	3	13	10	30.5	22	15	63	33	37	50		35	-13 .	2 +	.	.	.	.	0.0	0
37	Zuidenveld West	10	2.5	1	0.5	13	74	19	7	4	93	30	10	10	63 +++	83 +++++	++++	.	.	.	0.0	0
38	Zuidenveld Oost	3	1.5	2.5	2	9	43	21	36	22	64	60	30	30	4 +	34 ++	+	.	.	.	0.0	0
39	Hoogveenlandschap Zuidenveld Centraal	13.5	16.5	9	6.5	48	35	42	23	14	77	65 *	45 *	35 *	12 +	42 +++	++	+	+	+	5.6	29
40	Overijssels Hoogveengebied N. v.d. Vecht	11	4.5	1	0	17	67	27	6	0	94	40		25	54 +++	69 +++	++++	++	+	+	5.4	79
41	Gld.Ov. Zandgebied Oost	1.5	6.5	7	0	13.5	10	43	47	0	53	20	10	20	33 ++	33 ++	++	.	.	.	0.0	0

nr	naam	COLN (h)					COLN (%)					Inv.		afw.	ontw.		beide wawi		wawi	wawi	
		00-40	40-70	>70	nk	opp	00-40	40-70	>70	nk	00-70	ao	as		oo	in %	staaf	in %			staaf
42	Gld.Ov. Zandgebied West	40	29	11	1.5	84	50	36	14	2	86	20		50 *	66 ++++	36 ++	+++	+		4.6	14
43	Veen/poldergebied NW Overijssel	60	5.5	8	7.5	82.5	82	7	11	9	89	50 *		50 *	39 ++	39 ++	++	+		5.2	16
44	IJsseldelta	12	3.5	0	4	19.5	77	23	0	21	100	10		10 *	90 +++++	90 +++++	+++++	+		0.2	3
45	Overijsselse Vechtdal West	10	17.5	12.5	0	30	25	44	31	0	69	20		30	49 +++	39 ++	+++	.		0	0
46	Veluwerand Noord	18	1	3.5	0.5	23	80	4	16	2	84	65 *		70 *	19 +	14 +	+	+		0.3	3
47	Veluwe, overgangsgebied NW	4	5	9	1.5	19.5	22	28	50	8	50	70 *		80	-20 .	-30 .	.	++		3.6	46
48	Veluwe, Hierdensche Beek	1	1.5	3	6.5	13	18	27	55	54	45	85		70	-40 .	-25 .	.	+		0.3	6
49	Veluwe, Centraal Massief	0	3.5	24	246.5	274	0	13	87	90	13	70 *		70 *	-57 -	-57 -	-	+		38.9	35
50	Veluwezoom Oost	12	10	7.5	2.5	32	41	34	25	8	75	65		80	10 +	-5 .	+	+		1.0	8
51	Veluwezoom West	15	7	3	1	30.5	60	28	12	4	88	40		85	48 +++	3 +	++	+		2.5	20
52	IJsseldal Overijssel	17	10.5	8	11	50	48	30	23	24	77	20		65 *	57 +++	12 +	++	+		6	30
53	IJsseldal Gelderland	5	8	10	12	35	22	35	43	34	57	50 *		70 *	7 +	-13 .	.	+		2.3	16
54	Salland	30	25	10	1.5	88	46	38	15	2	85	20		35 *	65 +++++	50 +++++	+++	+		12.2	35
55	Centraal Zandgebied Oost Gelderland	72	50	39	9.5	176	45	31	24	6	76	30		75 *	46 +++	1 +	++	+		15.9	23
56	Dekzandgebied Midden Overijssel	40	27	26	3	92	43	29	28	3	72	30		40 *	42 +++	32 ++	++	++		19.2	52
57	Overgangsgebied Stuwwal Holten	6	7.5	10	3	28	26	32	43	11	57	25 *		15	32 ++	42 +++	++	+		2.6	23
58	Stuwwal Haarler- en Holterberg	0	1	7	8	16	0	13	88	50	13	30 *		20	-18 .	-8 .	.	+++++		10.7	167
59	Gld.Ov. Zandgebied met ondiep Tertiair Terras	33	20.5	16	0.5	73	47	29	23	1	77	35 *		40 *	42 +++	37 ++	++	.		0	0
60	Keileemgebied Midden Twente	60	16	7	2.5	85.5	72	19	8	3	92	65 *		60 *	27 ++	32 ++	++	+		2.6	8
61	Ontgonnen Veengebied Vriezenveen	16.5	7	3.5	0	26	61	26	13	0	87	10	10	20	77 +++++	67 +++++	+++++	.		0	0
62	Hoogveengebied Vriezenveen	3.5	3	2	0	6	41	35	24	0	76	10	10	30	66 +++++	46 +++	+++	.		0	0
63	Ov. Hoogveengebied m. ondiep Tertiair Terras	3.5	0.5	1	0	5	70	10	20	0	80	70		50	10 +	30 ++	++	.		0	0
64	Overgangsgebied Stuwwal Kuiper- en Braamberg	5.5	2.5	1.5	0	11	58	26	16	0	84	70	30	50	14 +	34 ++	++	++		3.2	73
65	Stuwwal Kuiper- en Braamberg	2	2.5	4	0	10	24	29	47	0	53	35 *	20	30 *	18 +	23 ++	++	+++		4	100
66	Dinkeldal Noord	1	4.5	4	0	24	11	47	42	0	58	20	15	20 *	38 ++	38 ++	++	+		0.6	6
67	Dinkeldal Zuid	9.5	1.5	1.5	0	12.5	76	12	12	0	88	70		50	18 +	38 ++	++	++		2.3	46
68	Stuwwal Tankenberg	13	4.5	1.5	1	23	68	24	8	5	92	70		55	22 ++	37 ++	++	+		2.4	26
69	Plateau van de Achterhoek: Terras	11	6.5	1.5	0	19	58	34	8	0	92	30 *		70	62 +++++	22 ++	+++	.		0	0
70	Plateau van de Achterhoek: Geul	3.5	1.5	2	0	7	50	21	29	0	71	45		90	26 ++	-19 .	+	+++		2.4	86
71	Plateau van de Achterhoek: Winterswijk	16.5	6	0	0.5	23	73	27	0	2	100	45		90	55 +++	10 +	++	.		0	0
72	Zandgebied Oost-Gelderland: Geul	2	2	1	0	5	40	40	20	0	80	35		90	45 +++	-10 .	+	++		1.4	70
73	Oude IJsselgebied Zuid	7.5	4.5	4	0	16	47	28	25	0	75	10		10	65 +++++	65 +++++	+++++	.		0	0
74	Oude IJsselgebied Noord	6.5	13.5	20	1.5	46	16	34	50	4	50	30 *		50 *	20 ++	0 +	+	+		6.7	36

Verdroging in Nederland. Deelrapport Ingrepen. Hoofdstuk 3. Bijlage A deelnummer 3

nr	naam	COLN (h)					COLN (%)					Inv.			afw. in %	ontw. in %	beide wawi		wawi milj m3	wawi mm
		00-40	40-70	>70	nk	opp	00-40	40-70	>70	nk	00-70	ao	as	oo			staaf	staaf		
75	Stuwwal Montferland	0	1	6	3	10	0	14	86	30	14	10		10	4 +	4 +	+	+++	3.3	83
76	Zandgebied Stuwwal Montferland	2	2	6.5	0.5	11	19	19	62	5	38	10		10	28 ++	28 ++	++	.	0.0	0
77	Rivierstrangengebied Zevenaar	3.5	5.5	6	6.5	23.5	23	37	40	30	60	80		70 *	-20 .	-10 .	.	+	0.1	1
78	Rivierengebied Ooijpolder	5	1	1.5	1.5	10.5	67	13	20	17	80	30		90	50 +++	-10 .	++	.	0	0
79	Stuwwal van Nijmegen	3	1	7.5	8.5	18.5	26	9	65	43	35	10		60 *	25 ++	-25 .	.	++++	10.2	138
80	Over-Betuwe	14.5	27	7.5	8.5	64	30	55	15	15	85	80 *		10	5 +	75 ++++	++	+	9.3	36
81	Land van Maas en Waal	25	14	9.5	9.5	58	52	29	20	16	80	60		10	20 ++	70 ++++	+++	+	2.9	13
82	Nederbetuwe	58	21.5	41	16	137	48	18	34	12	66	40		45 *	26 ++	21 ++	++	++	38.0	69
83	Rivierengebied: Amsterdam-Rijnkanaal	1	1.5	4	2.5	9	15	23	62	28	38	50		90	-12 .	-52 -	.	+	0.0	0
84	Rivierengebied: Kromme Rijn	9.5	6	22	3	38	25	16	59	7	41	35		75	6 +	-34 .	.	++	6.7	44
85	Utrechtse Heuvelrug: Overgang Vechtgebied	2.5	4	2.5	0.5	11	28	44	28	5	72	55 *		55 *	17 +	17 +	+	++++	6.9	157
86	Utrechtse Heuvelrug: Centrale Deel	1.5	1.5	6	27	38	17	17	67	75	33	65 *		70 *	-32 .	-37 .	.	++++	25.8	170
87	Utrechtse Heuvelrug: Gestuwde Deel	0.5	0.5	6	18.5	25.5	7	7	86	73	14	30 *		50 *	-16 .	-36 .	.	+	0.7	7
88	Gelderse Vallei: Overgangsgebied Heuvelrug	3	1.5	1	1	7	55	27	18	15	82	15 *		50 *	67 ++++	32 ++	+++	+	0.0	0
89	Gelderse Vallei	62.5	38	19.5	10	138	52	32	16	8	84	35 *		60	49 +++	24 ++	++	+	10.8	20
90	Eemvallei	20	1	0	0.5	22	95	5	0	2	100	80 *		80 *	20 ++	20 ++	++	++	4.2	48
91	Het Gooi	1	1	3	16.5	22	20	20	60	77	40	80		50 *	-40 -	-10 .	.	*****	30.6	348
92	Vechtplassengebied	19	1.5	0	7	27.5	93	7	0	25	100	70 *		70 *	30 ++	30 ++	++	+	0.0	0
93	Westelijk Weidegebied	49	15	10	1	84	66	20	14	1	86	70 *		70 *	16 +	16 +	+	++	22.7	68
121	Alblasserwaard en Vijfheerenlanden	59	1	0	1	61	98	2	0	2	100	45 *		30 *	55 +++	70 ++++	++++	+	3.9	16
144	Brabantse Wal	1	2	4.5	10	18.5	13	27	60	57	40	35 *		85	5 +	-45 -	.	*****	20.8	281
145	Zuidwest Brabant	56	57	68	20	211	31	31	38	10	62	25		65	37 ++	-3 .	+	++	42.6	50
146	Noordwest Brabant	31	47	18	8.5	113	32	49	19	8	81	15		20 *	66 ++++	61 ++++	++++	+	0.8	2
147	Biesbosch Zuid	14	7	3.5	33	60	57	29	14	57	86	25		20	61 ++++	66 ++++	++++	+	3.6	15
148	Land van Altena	9.5	5.5	3.5	1	19.5	51	30	19	5	81	10		10	71 ++++	71 ++++	++++	+++	7.8	100
149	Bommelerwaard	13	8	4	9.5	38.5	52	32	16	28	84	50		30	34 ++	54 +++	+++	+	2.3	15
150	Land van Heusden	22	13	9	4	51	50	30	20	8	80	20		60 *	60 +++	20 +	++	+	1.5	7
151	Centrale Slenk Noord	73	62	38	38	115	42	36	22	18	78	30		55	48 +++	23 ++	++	++++	68.2	148
152	Gilze Rijen Hoog	9	20	28	32	87.5	16	35	49	36	51	25		25	26 ++	26 ++	++	+	0.8	2
153	Centrale Slenk Midden	48.5	38	73	51.5	224	30	24	46	24	54	25		55	29 ++	-1 .	+	+++	75.4	84
154	Peel Zuid	4.5	2.5	4.5	4	15.5	39	22	39	26	61	15		25	46 +++	36 ++	+++	.	0	0
155	Centrale Slenk Zuid	10	6.5	30	11	58	22	14	65	19	35	40 *		35	-5 .	0 +	.	++	9.5	41
156	Leubeekgebied	4	3	18.5	4	31	16	12	73	14	27	25		20	2 +	7 +	+	+	3.9	31

Verdroging in Nederland. Deelrapport Ingrepen. Hoofdstuk 3. Bijlage A deelnummer 4

nr	naam	COLN (h)					1 h = 4 km2				COLN (%)				Inv.			afw.	ontw.	beide wawi		wawi
		00-40	40-70	>70	nk	opp	00-40	40-70	>70	nk	00-70	ao	as	oo	in %	staaf	in %	staaf	staaf	staaf	milj	m3
157	Peelhorst Zuid	9	7	25	5.5	44.5	22	17	61	12	39	50		65	-11 .	-26 .	.	+		2.5	14	
158	Peel Noord	5	2.5	6	11	27	37	19	44	45	56	25		25	31 ++	31 ++	++	.		0	0	
159	Peelhorst Noord	23	35	48	21	128	22	33	45	17	55	20		20	35 ++	35 ++	++	+		0.1	0	
160	Venlo Slenk Noord	6	8	10	5	31	25	33	42	17	58	20 *		35 *	38 ++	23 ++	++	++		7.2	58	
161	Maasdal Noord #1	3.5	5	28	1.5	38.5	10	14	77	4	23	40 *		60 *	-17 .	-37 .	.	+		2.5	16	
162	Noord Limburg's Rivierterras Noord	1	5	14	12	35	5	25	70	38	30	25		10	5 +	20 ++	+	+		2.2	16	
163	Venlo Slenk Zuid	3.5	5	13	3.5	24	16	23	60	14	40	30		50 *	10 +	-10 .	.	+		2.9	30	
164	Maasdal Noord #2	1.5	1.5	8.5	3.5	18	13	13	74	23	26	30		40 *	-4 .	-14 .	.	++		5.3	74	
165	Noord Limburgs Rivierterras Midden	1.5	1	6.5	6	16	17	11	72	40	28	35		30	-7 .	-2 .	.	++++		7.8	122	
166	Maasdal Noord #3	0.5	0.5	6	1	8	7	7	86	13	14	50 *		30	-36 .	-16 .	.	+		0.8	25	
167	Noord Limburgs Rivierterras Zuid	4	1	4.5	1	10.5	42	11	47	10	53	35		30	18 +	23 ++	++	.		0	0	
168	Maasdal Midden Limburg	1	3.5	19	4.5	28	4	15	81	16	19	30 *		15	-11 .	4 +	.	++		5.2	46	
169	Meynweggebied	0	0	1	4	5	0	0	100	80	0	10		20	-10 .	-20 .	.	++		1.3	65	
170	Midden Limburg's Rivierterras Oost	2.5	3	23.5	5.5	34.5	9	10	81	16	19	15		30	4 +	-11 .	.	+		1.4	10	
171	Midden Limburg's Rivierterras West	0.5	1	7	6	14.5	6	12	82	41	18	15		10	3 +	8 +	+	++++		9.9	171	
172	Maasdal Zuid #1				8.5	8.5	ERR	ERR	ERR	100	ERR	10		10	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	+	0.8	24
173	Maasdal Zuid #2				18	18	ERR	ERR	ERR	100	ERR	10		10	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	++++	9.9	138
174	Lossgebied				74.5	74.5	ERR	ERR	ERR	100	ERR	10		10	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	+++	24.5	82
175	Krijtgebied Margraten				42.5	42.5	ERR	ERR	ERR	100	ERR	10		10	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	+++	15.3	90
176	Krijtgebied Vaals				13	13	ERR	ERR	ERR	100	ERR	10		10	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	+	0.5	10
177	Drents Keileemplateau matrix Zuid	63	41.5	55	13	176	39	26	34	8	66	45 *		40 *	21 ++	26 ++	++	+		9.1	13	
178	Gr.Dr. Veenkolonieren Hunze-oerstroombdal Z	9	40	19	12	79.5	13	59	28	15	72	70 *		15	2 +	57 +++	++	+		3	9	
179	Overijsselse Vechtdal Oost	16	10	5.5	1	36	51	32	17	3	83	45 *	30 *	30 *	38 ++	53 +++	+++	+		3.2	22	

Verdroging in Nederland. Deelrapport Ingrepen. Hoofdstuk 3. Bijlage A deelnummer 5

nr	naam	sdn	Opp.vl.w.			Hgeol.	WATERaanv.	Sleutel O&A			O&A			phi	phi	Berekening (mm extr.)							
			aanw	pb	wa			dl	sl	staaf	[opp.w.]	[dekl]	sdl			Fweeg	getal	staaf	1976	->84	Samen	Staaft	
9	Fivelingo Oost	H3/4	3	V	N	0.7	M	O	4.5	++++	0	0	0.5	0.5	0.5	1	0.35	0.02	+	0	0.0	0	.
10	Fivelingo West	H3/4	4	V	W	0.8	M	O	5.0	++++	0	0	0.5	0.5	0.5	1	0.35	0.09	+	0	0.0	0	.
11	Hunsingo	H3/4	5	V	W	0.8	O	O	5.0	++++	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	0.03	+	0	0.0	0	.
12	Westerkwartiergebied	H3/4	6	V	N	0.9	M	O	5.5	++++	0	0	0.5	0.5	0.5	1	0.35	0.06	+	0	0.0	0	.
13	Keileemplateau, Friesland's Lage Midden	P3	1	EV		1.0	O	M	6.0	++++	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.35	0.05	+	0	0.0	0	.
14	Landaanwinning, Friesland's Lage Midden	H3/4	7	V	W	1.0	O	M	6.0	++++	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0.10	0.03	+	0	0.0	0	.
15	Kuststrook Gaasterland	P4	1	E	N	0.6	O	M	4.0	++++	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.35	0.12	++	0	0.0	0	.
16	Gaasterland bij Nicolaasga	P4	2	E		0.7	O	O	4.5	++++	0.5	0.5	0.5	0	0.5	1	0.45	0.14	++	0	0.0	0	.
17	Fries Veengebied	H5	1	V	W	0.1	O	M	1.5	+	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0.10	0.05	+	1	0.0	1	.
18	Friese Wouden	P3	2	E	N	0.4	M	M	3.0	+++	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.50	0.22	+++	1	0.0	1	.
19	Drents Keileemplateau matrix Noord	P3	3	E		0.4	O	M	3.0	+++	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.35	0.06	+	1	0.0	1	.
20	Hondsrug Noord	P3	4	A	N	0.1	O	G	1.5	+	0.5	1	0.5	0	0	0	0.50	0.09	+	0	0.0	0	.
21	Hondsrug Zuid	P3	5	A	N	0.0	M	G	0.0	.	0.5	1	0.5	0.5	0	0	0.65	-0.16	.	0	0.0	0	.
22	Gronings Terpengebied Hunze-oerstroombdal	H3/4	8	V	W	0.4	M	G	3.0	+++	0	0	0.5	0.5	0	0	0.15	0.03	+	0	0.0	0	.
23	Gronings Terpengebied buiten Hunze...dal	H3/4	9	V	W	0.3	M	O	2.5	++	0	0	0.5	0.5	0.5	1	0.35	0.24	+++	0	0.0	0	.
24	Woldstreek Westvlak	P4	3	EV		0.7	M	M	4.5	++++	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.50	0.16	++	0	0.0	0	.
25	Woldstreek Oostvlak	P4	4	EV		0.0	G	M	0.0	.	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	0.65	0.48	++++	0	0.0	0	.
26	Gr.Dr. Veenkolonien Hunze-oerstroombdal N	P12	1	EV	W	0.7	M	M	4.5	++++	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.50	0.11	++	0	0.0	0	.
27	Gr.Dr. Veenkolonien, buiten Hunze Westvlak	P12	2	V	W	0.4	G	G	3.0	+++	0	0	1	1	0	0	0.30	0.06	+	0	0.0	0	.
28	Gr.Dr. Veenkolonien, buiten Hunze Oostvlak	P12	3	V	W	0.7	G	G	4.5	++++	0	0	1	1	0	0	0.30	0.11	++	2	0.0	2	+
29	Beekdalcomplex Westerwolde	P13	1	EV	WN	0.7	G	M	4.5	++++	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	0.65	0.10	++	1	0.0	1	.
30	Rug Schoonlo-Sleen	P3	6	A		0.0	M	G	0.0	.	0.5	1	0.5	0.5	0	0	0.65	0.07	+	0	0.0	0	.
31	Middelhoog van Hooghalen	P3	7	E		0.0	M	G	0.0	.	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0.40	0.23	+++	3	0.0	3	+
32	Fr.Dr. Hoogveengebied	P12	4	E		0.2	M	M	2.0	++	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.50	0.20	+++	3	0.0	3	+
33	Middelhoog van Smilde	P3	8	E		0.1	M	G	1.5	+	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0.40	0.24	+++	1	0.0	1	.
34	Stuwwal Woldberg	P3	9	A		0.0	G	O	0.0	.	0.5	1	1	1	0.5	1	1.00	0.23	+++	3	0.0	3	+
35	Stuwwal Havelterberg	P3	10	A		0.2	G	O	2.0	++	0.5	1	1	1	0.5	1	1.00	-0.03	.	1	0.0	1	.
36	Middelhoog van Dwingelo	P3	11	E		0.0	M	G	0.0	.	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0.40	0.01	+	2	0.0	2	+
37	Zuidenveld West	P3	12	V		0.1	M	G	1.5	+	0	0	0.5	0.5	0	0	0.15	0.12	++	3	0.0	3	+
38	Zuidenveld Oost	P3	13	V		0.2	M	G	2.0	++	0	0	0.5	0.5	0	0	0.15	0.05	+	3	0.0	3	+
39	Hoogveenlandschap Zuidenveld Centraal	P12	5	EV		0.6	M	M	4.0	++++	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.50	0.21	+++	2	0.0	2	+
40	Overijssels Hoogveengebied N. v.d. Vecht	P12	6	EV	WN	0.9	G	M	5.5	++++	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	0.65	0.45	++++	7	0.0	7	+
41	Gld.Ov. Zandgebied Oost	P9	1	EV	WN	0.3	G	M	2.5	++	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	0.65	0.22	+++	8	0.0	8	+

Verdroging in Nederland. Deelrapport Ingrepen. Hoofdstuk 3. Bijlage A deelnummer 6

nr	naam	sdn	Opp.vl.w.				Hgeol.	Wateraanv.	Sleutel O&A				O&A				phi				Berekening (mm extr.)	
			aanw	pb	wa	dl			sl	staaf	[opp.w.]		[dekl]		sdl	Fweeg	getal	staaf	1976	->84	Samen	Staaf
42	Gld.Ov. Zandgebied West	P9	2	V	N	0.3	M	0	2.5	++	0	0	0.5	0.5	0.5	1	0.35	0.13	++	7	0.0	7 +
43	Veen/poldergebied NW Overijssel	H5	2	V	W	1.0	O	0	6.0	++++	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	0.08	+	3	0.0	3 +
44	IJsseldelta	H8	1	V	W	1.0	O	0	6.0	++++	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	0.18	++	1	0.0	1 .
45	Overijsselse Vechtdal West	P13	2	V	N	0.1	M	0	1.5	+	0	0	0.5	0.5	0.5	1	0.35	0.14	++	11	0.0	11 +
46	Veluwerand Noord	H5	3	V	W?	0.6	O	0	4.0	++++	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	0.03	+	3	0.0	3 +
47	Veluwe, overgangsgebied NW	P1	1	E	N	0.0	M	0	0.0	.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.60	-0.18	.	2	0.0	2 +
48	Veluwe, Hierdensche Beek	P1	2	E	N	0.0	O	0	0.0	.	0.5	0.5	0.5	0	0.5	1	0.45	-0.11	.	2	0.0	2 +
49	Veluwe, Centraal Massief	P1	3	A	N	0.0	G	0	0.0	.	0.5	1	1	1	0.5	1	1.00	-0.57	----	15	0.0	15 +
50	Veluwezoom Oost	P11	1	E	N	0.0	M	0	0.0	.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.60	-0.03	.	5	0.0	5 +
51	Veluwezoom West	P11	2	E	N	0.1	M	0	1.5	+	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.60	0.02	+	15	0.0	15 +
52	IJsseldal Overijssel	H2	1	V	W	0.6	O	0	4.0	++++	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	0.02	+	23	0.6	37 +++
53	IJsseldal Gelderland	H2	2	V	N	0.0	O	0	0.0	.	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	-0.03	.	15	0.0	15 +
54	Salland	P9	3	EV		0.5	G	0	3.5	+++	0.5	0.5	1	1	0.5	1	0.75	0.37	++++	25	1.0	50 ++++
55	Centraal Zandgebied Oost Gelderland	P9	4	EV		0.1	G	M	1.5	+	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	0.65	0.01	+	30	0.8	54 ++++
56	Dekzandgebied Midden Overijssel	P9	5	EV		0.0	M	M	0.0	.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.50	0.16	++	9	0.2	11 +
57	Overgangsgebied Stuwwal Holten	P9	6	E	N	0.1	G	G	1.5	+	0.5	0.5	1	1	0	0	0.55	0.23	+++	15	0.7	26 ++
58	Stuwwal Haarler- en Holterberg	P2	1	A	N	0.0	G	G	0.0	.	0.5	1	1	1	0	0	0.80	-0.06	.	15	0.0	15 +
59	Gld.Ov. Zandgebied met ondiep Tertiair Terras	P9	7	EV		0.1	G	G	1.5	+	0.5	0.5	1	1	0	0	0.55	0.20	+++	10	0.2	12 +
60	Keileemgebied Midden Twente	P5	1	E	N	0.0	G	G	0.0	.	0.5	0.5	1	1	0	0	0.55	0.17	++	2	0.0	2 +
61	Ontgonnen Veengebied Vriezenveen	P12	7	V	W	0.0	M	G	0.0	.	0	0	0.5	0.5	0	0	0.15	0.10	++	2	0.0	2 +
62	Hoogveengebied Vriezenveen	P12	8	E	N	0.0	G	G	0.0	.	0.5	0.5	1	1	0	0	0.55	0.26	+++	0	0.0	0 .
63	Ov. Hoogveengebied m. ondiep Tertiair Terras	P12	9	E	N	0.0	G	G	0.0	.	0.5	0.5	1	1	0	0	0.55	0.17	++	0	0.0	0 .
64	Overgangsgebied Stuwwal Kuiper- en Braamberg	P5	2	E	N	0.0	G	G	0.0	.	0.5	0.5	1	1	0	0	0.55	0.19	++	0	0.0	0 .
65	Stuwwal Kuiper- en Braamberg	P2	2A	A	N	0.0	G	G	0.0	.	0.5	1	1	1	0	0	0.80	0.18	++	2	0.0	2 +
66	Dinkeldal Noord	P13	3	E	N	0.0	G	G	0.0	.	0.5	0.5	1	1	0	0	0.55	0.21	+++	2	0.0	2 +
67	Dinkeldal Zuid	P13	4	E	N	0.0	G	G	0.0	.	0.5	0.5	1	1	0	0	0.55	0.21	+++	0	0.0	0 .
68	Stuwwal Tankenberg	P2	2	A	N	0.0	G	G	0.0	.	0.5	1	1	1	0	0	0.80	0.30	+++	0	0.0	0 .
69	Plateau van de Achterhoek: Terras	P5	3	E	N	0.0	G	G	0.0	.	0.5	0.5	1	1	0	0	0.55	0.12	++	12	0.0	12 +
70	Plateau van de Achterhoek: Geul	P5	4	E	N	0.0	G	G	0.0	.	0.5	0.5	1	1	0	0	0.55	-0.10	.	8	0.0	8 +
71	Plateau van de Achterhoek: Winterswijk	P5	5	E	N	0.0	G	G	0.0	.	0.5	0.5	1	1	0	0	0.55	0.06	+	5	0.0	5 +
72	Zandgebied Oost-Gelderland: Geul	P9	8	E	N	0.0	G	G	0.0	.	0.5	0.5	1	1	0	0	0.55	-0.06	.	15	0.0	15 +
73	Oude IJsselgebied Zuid	H2	3	V	W?	0.0	G	G	0.0	.	0	0	1	1	0	0	0.30	0.20	++	75	0.0	75 +++++
74	Oude IJsselgebied Noord	H2	4	V	N?	0.0	O	M	0.0	.	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0.10	0.00	.	31	0.0	31 ++

Verdroging in Nederland. Deelrapport Ingerepen. Hoofdstuk 3. Bijlage A deelnummer 7

nr	naam	sdn	Opp.vl.w.			Hgeol.	WATERAANV.	Sleutel O&A			O&A			phi	phi	Berekening (mm extr.)							
			aanw	pb	wa			dl	sl	staaf	[opp.w.]	[dekl]	sdl			Fweeg	getal	staaf	1976	->84	Samen	Staaf	
75	Stuwwal Montferland	P2	3	A	N	0.0	G	G	0.0	.	0.5	1	1	1	0	0	0.80	0.03	+	75	0.0	75	++++
76	Zandgebied Stuwwal Montferland	P2	4	E	N	0.0	G	O	0.0	.	0.5	0.5	1	1	0.5	1	0.75	0.21	+++	35	0.0	35	+++
77	Rivierstrangengebied Zevenaar	H2	5	V	W?	0.0	M	O	0.0	.	0	0	0.5	0.5	0.5	1	0.35	-0.04	.	20	0.0	20	++
78	Rivierengebied Ooijpolder	H2	6	V	W	0.0	G	M	0.0	.	0	0	1	1	0.5	0.5	0.40	-0.04	.	37	0.0	37	+++
79	Stuwwal van Nijmegen	P2	5	A	N	0.2	G	G	2.0	++	0.5	1	1	1	0	0	0.80	-0.20	-	50	0.0	50	++++
80	Over-Betuwe	H2	7	V	W	0.9	O	M	5.5	++++	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0.10	0.07	+	26	0.0	26	++
81	Land van Maas en Waal	H2	8	V	W	0.7	O	M	4.5	++++	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0.10	0.07	+	13	0.0	13	+
82	Nederbetuwe	H2	9	V	W	1.0	O	O	6.0	++++	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	0.04	+	12	0.0	12	+
83	Rivierengebied: Amsterdam-Rijnkanaal	H2	10	V	W	1.0	O	O	6.0	++++	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	-0.10	.	15	0.0	15	+
84	Rivierengebied: Kromme Rijn	H2	11	V	W	0.9	O	O	5.5	++++	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	-0.07	.	20	0.0	20	++
85	Utrechtse Heuvelrug: Overgang Vechtgebied	P1	4	EV	WN	0.5	M	O	3.5	+++	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.60	0.10	++	3	0.0	3	+
86	Utrechtse Heuvelrug: Centrale Deel	P1	5	A	N	0.1	G	G	1.5	+	0.5	1	1	1	0	0	0.80	-0.29	-	14	0.0	14	+
87	Utrechtse Heuvelrug: Gestuwde Deel	P1	6	A	N	0.0	G	G	0.0	.	0.5	1	1	1	0	0	0.80	-0.29	-	16	0.0	16	++
88	Gelderse Vallei: Overgangsgebied Heuvelrug	P10	1	AE	N	0.9	G	O	5.5	++++	0.5	0.5	1	1	0.5	1	0.75	0.24	+++	16	0.0	16	++
89	Gelderse Vallei	P10	2	E	N	0.1	M	O	1.5	+	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.60	0.14	++	9	0.0	9	+
90	Eemvallei	H5	4	V	W	0.8	O	O	5.0	++++	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	0.04	+	1	0.0	1	.
91	Het Gooi	P1	7	E	N	0.2	G?	G	2.0	++	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0.40	-0.04	.	1	0.0	1	.
92	Vechtplassengebied	H5	5	V	W	1.0	O	O	6.0	++++	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	0.06	+	2	0.0	2	+
93	Westelijk Weidegebied	H2	12	V	W	1.0	O	O	6.0	++++	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	0.03	+	1	0.0	1	.
121	Alblasserwaard en Vijfheerenlanden				V	1.0			6.0	++++	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	0	0.0	0	.
144	Brabantse Wal	P8	3	E	N	0.0	M	M	0.0	.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.50	-0.23	-	7	0.0	7	+
145	Zuidwest Brabant	P8	4	E	N	0.1	O	O	1.5	+	0.5	0.5	0.5	0	0.5	1	0.45	-0.01	.	28	0.1	31	++
146	Noordwest Brabant	H3/4	20	V	W	0.8	O	O	5.0	++++	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	0.12	++	2	0.0	2	+
147	Biesbosch Zuid	H8	3	V	W	0.8	O	O	5.0	++++	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	0.13	++	2	0.0	2	+
148	Land van Altena	H2	14	V	W	0.9	O	O	5.5	++++	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	0.14	++	2	0.0	2	+
149	Bommelerwaard	H2	15	V	W	0.8	O	O	5.0	++++	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	0.11	++	17	0.0	17	++
150	Land van Heusden	H2	16	V	W	0.9	O	M	5.5	++++	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0.10	0.02	+	5	0.7	9	+
151	Centrale Slenk Noord	P14	1	E	N	0.3	M	O	2.5	++	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.60	0.14	++	30	0.5	45	+++
152	Gilze Rijen Hoog	P14	2	E	N	0.0	G	M	0.0	.	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	0.65	0.17	++	45	1.0	90	*****
153	Centrale Slenk Midden	P14	3	E	N	0.1	G	O	1.5	+	0.5	0.5	1	1	0.5	1	0.75	-0.01	.	35	0.6	56	++++
154	Peel Zuid	P12	10	E	WN	0.4	O	O	3.0	+++	0.5	0.5	0.5	0	0.5	1	0.45	0.16	++	15	1.0	30	++
155	Centrale Slenk Zuid	P14	4	E	N	0.4	O	O	3.0	+++	0.5	0.5	0.5	0	0.5	1	0.45	0.00	+	7	0.0	7	+
156	Leubeekgebied	P7	1	E		0.0	O	O	0.0	.	0.5	0.5	0.5	0	0.5	1	0.45	0.03	+	20	0.0	20	++

Verdroging in Nederland. Deelrapport Ingrepen. Hoofdstuk 3. Bijlage A deelnummer 8

nr.	naam	sdn	Opp.vl.w.			Hgeol.	WATERaanv.	Sleutel O&A			O&A			phi	phi	Berekening (mm extr.)							
			aanw	pb	wa			dl	sl	staaf	[opp.w.]	[dekl]	sdl			Fweeg	getal	staaf	1976	->84	Samen	Staaft	
157	Peelhorst Zuid	P6	1	E	N	0.1	O	G	1.5	+	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0.25	-0.06	.	35	0.0	35	+++
158	Peel Noord	P12	11	V		0.4	O	G	3.0	+++	0	0	0.5	0	0	0	0.00	0.00	.	70	1.0	140	*****
159	Peelhorst Noord	P6	2	E		0.1	O	G	1.5	+	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0.25	0.09	+	55	1.0	110	*****
160	Venlo Slenk Noord	P6	3	E		0.0	O	G	0.0	.	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0.25	0.06	+	60	1.0	120	*****
161	Maasdal Noord #1	H2	17	V		0.0	O	G	0.0	.	0	0	0.5	0	0	0	0.00	0.00	.	60	1.0	120	*****
162	Noord Limburg's Rivierterras Noord	P7	2	A		0.0	O	G	0.0	.	0.5	1	0.5	0	0	0	0.50	0.10	++	75	0.0	75	++++
163	Venlo Slenk Zuid	P6	4	E		0.1	O	O	1.5	+	0.5	0.5	0.5	0	0.5	1	0.45	-0.05	.	55	1.0	110	*****
164	Maasdal Noord #2	H2	18	V		0.0	O	O	0.0	.	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	-0.03	.	60	1.0	120	*****
165	Noord Limburgs Rivierterras Midden	P7	3	A		0.0	G	O	0.0	.	0.5	1	1	1	0.5	1	1.00	-0.02	.	15	1.0	30	++
166	Maasdal Noord #3	H2	19	V		0.0	M	G	0.0	.	0	0	0.5	0.5	0	0	0.15	-0.02	.	35	0.6	56	++++
167	Noord Limburgs Rivierterras Zuid	P7	4	A		0.0	M	G	0.0	.	0.5	1	0.5	0.5	0	0	0.65	0.15	++	25	1.0	50	++++
168	Maasdal Midden Limburg	H2	20	V		0.0	O	O	0.0	.	0	0	0.5	0	0.5	1	0.20	0.01	+	20	0.3	26	++
169	Meynweggebied	P7	5	A		0.0	M	M	0.0	.	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.75	-0.15	.	15	1.0	30	++
170	Midden Limburg's Rivierterras Oost	P7	6	E		0.0	M	O	0.0	.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.60	-0.07	.	45	1.0	90	*****
171	Midden Limburg's Rivierterras West	P7	7	E		0.0	O	O	0.0	.	0.5	0.5	0.5	0	0.5	1	0.45	0.03	+	25	0.2	30	++
172	Maasdal Zuid #1	H2	21	V		0.0	O	M	0.0	.	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0.10	ERR	ERR	5	0.0	5	+
173	Maasdal Zuid #2	H2	22	V		0.0	O	G	0.0	.	0	0	0.5	0	0	0	0.00	ERR	ERR	2	0.0	2	+
174	Lossgebied	L2	1	E		0.0	O	M	0.0	.	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.35	ERR	ERR	0	0.0	0	.
175	Krijtgebied Margraten	L1	1	E		0.0	O	G	0.0	.	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0.25	ERR	ERR	0	0.0	0	.
176	Krijtgebied Vaals	L1	2	E		0.0	O	G	0.0	.	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0.25	ERR	ERR	0	0.0	0	.
177	Drents Keileemplateau matrix Zuid	P3	3A	EV		0.5	O	G	3.5	+++	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0.25	0.06	+	2	0.0	2	+
178	Gr.Dr. Veenkolonieren Hunze-oerstroombdal Z	P12	1A	V	N	0.8	M	O	5.0	+++++	0	0	0.5	0.5	0.5	1	0.35	0.20	++	0	0.0	0	.
179	Overijsselse Vechtdal Oost	P13	2A	V	N	0.7	M	G	4.5	++++	0	0	0.5	0.5	0	0	0.15	0.08	+	1	0.0	1	.

4 PERMANENTE ONTTREKKINGEN VAN GRONDWATER

4.1 Inleiding

Een grondwateronttrekking leidt tot een daling van de grondwaterstand, een afname van de afvoer en/of een toename van de (behoefte aan) infiltratie. Hierdoor veranderen het stromingspatroon en de lokale samenstelling van het grondwater. Deze laatste veranderingen zijn dermate complex dat er op deze schaal niets over gezegd kan worden. Voor een indicatie van de verlaging van de grondwaterstand die als gevolg van de grondwaterwinning optreedt dienen de volgende factoren bekend te zijn:

- (1) De grootte van de winning;
- (2) De geohydrologische parameters (KD- en c-waarden van de ondergrond);
- (3) De eigenschappen van het voedingssysteem (zoals eigenschappen van het oppervlaktewaterstelsel).

Onttrekkingen van grondwater kunnen worden ingedeeld in de volgende categorieën:

- **Permanente grondwateronttrekking;** winning van grondwater door drinkwaterleidingbedrijven, industrie en de zogenaamde COAR-sector (commercieel, openbaar, agrarisch, recreatief) vallen hieronder.
- **Periodieke grondwateronttrekking;** winning van grondwater ten behoeve van beregening in de land- en tuinbouw.
- **Tijdelijke grondwateronttrekking;** bronbemaling voor het drooghouden van bouwputten is hiervan het belangrijkste voorbeeld. Bronbemalingen van bijvoorbeeld vuilstorten met een min of meer permanent karakter horen thuis in de eerste categorie.

Van deze categorieën hebben de permanente onttrekkingen betrekking op verreweg het grootste volume, zoals de cijfers in paragraaf 3 aantonen. De permanente onttrekkingen hebben een geconcentreerd karakter in tegenstelling tot de diffuse onttrekkingen ten behoeve van beregening.

Dit hoofdstuk rapporteert over de inventarisatie van permanente onttrekkingen. Het primaire produkt van deze inventarisatie bestaat uit een kaart en een lijst. De opzet, inhoud en totstandkoming daarvan worden in paragraaf 4.2 besproken, paragraaf 4.3 bevat een overzicht van het verloop in de tijd van permanente grondwateronttrekkingen.

4.2 Inventarisatie van permanente onttrekkingen

4.2.1 Inleiding

Voor de onttrekkingen van drinkwaterleidingbedrijven zijn studies uitgevoerd, veelal door of onder begeleiding van de Technische Commissie Grondwater Beheer, waarin verlagingen en andere effecten

worden berekend. Deze studies bieden informatie in diverse vormen zoals beschermingszônes, intrekgebieden en verlagingsberekeningen. In verband met vergunningsaanvragen voor (lopende) particuliere grondwateronttrekkingen worden (door de provincies) ook voor dergelijke onttrekkingen berekeningen gemaakt.

Bestaande berekeningen zijn niet overgenomen aangezien dit niet tot een homogeen en dekkend beeld van verlagingen en andere invloeden zou leiden.

De omvang, lokatie en enkele andere gegevens van alle (grote) permanente onttrekkingen in Nederland zijn geïnteriseerd. Met de aldus verkregen gegevens is per ecohydrologisch district de som van debieten van daarin gelegen onttrekkingen bepaald en uitgedrukt in miljoen m³ per jaar en in mm per jaar (zie hoofdstuk 3: bijlage 3A en paragraaf 3.3).

4.2.2 De inventarisatie

De gebruikte bronnen zijn het VEWIN tienjarenplan voor de onttrekkingen door waterleidingbedrijven en van de provinciale grondwaterplannen voor de resterende (voornamelijk industriële) onttrekkingen.

Verder is gebruik gemaakt van een door het RIVM vervaardigd overzicht van de geohydrologische situering van onttrekkingen ten behoeve van de openbare watervoorziening (Van Duyvenbouden en Busz, 1978).

Permanente bronbemalingen zijn niet integraal in het overzicht opgenomen. Onttrekkingen van kunstmatig geïnfiltreerd water, die met name in de duinen gesitueerd zijn, zijn ook niet opgenomen.

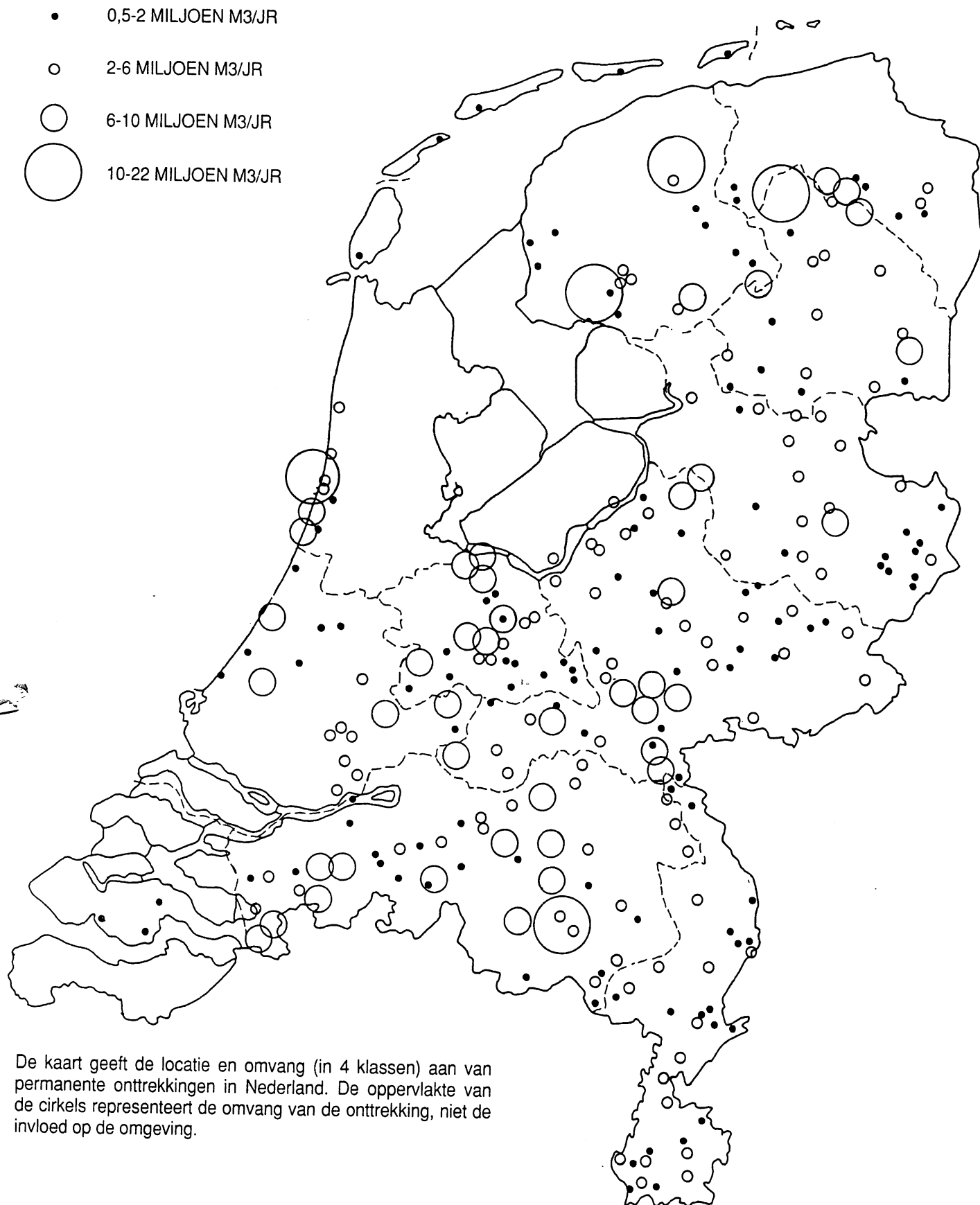
Het overzicht, dat bestaat uit een kaart met deels genummerde lokaties en een bijbehorende lijst, bevat alle onttrekkingen t.b.v. de drinkwatervoorziening en alle industriële onttrekkingen met een debiet van meer dan 0,1 miljoen kubieke meter per jaar.

4.2.3 De kaart

De kaart met lokaties van onttrekkingen bestaat uit een Noord-blad en een Zuid-blad op een schaal van 1 : 250.000. De kaart is als werkdocument gebruikt en niet in dit rapport opgenomen, wel een daarvan afgeleide kaart op A4-schaal (figuur 4.1).

De nauwkeurigheid van de lokaties is bepaald door de mate van detail van het basismateriaal. De lokaties van onttrekkingen door drinkwaterleidingbedrijven zijn voor het hele land even nauwkeurig. De lokatienauwkeurigheid van industriële onttrekkingen verschilt per provincie.

Een lokatie met meerdere industriële onttrekkingen bij elkaar in een stedelijk gebied, is op het oog geplaatst in het zwaartepunt van die onttrekkingen. Voor het gebruik van deze kaarteenheden is gekozen om diverse redenen. Een technische reden is het voorkomen van onduidelijke klusters van punten in een stedelijk (industrie-)gebied. Methodologische overwegingen zijn het gegeven dat vele kleintjes bij elkaar een grote onttrekking maken en de verminderde grondwatervoeding in een gebied met plaveisel en



Figuur 4.1 Lokatie en omvang van grote permanente onttrekkingen.

riolering. In steden wordt ook veel grondwater in kleinere hoeveelheden voor diverse doeleinden en in grote hoeveelheden voor het drooghouden van bouwputten onttrokken.

4.2.4 De lijst

Bij de kaart met genummerde lokaties hoort een lijst met diverse aanvullende gegevens. Deze lijst is opgenomen in de bijlagen 4A en 4B.

Bijlage 4A bevat gegevens van de onttrekkingen door drinkwaterleidingbedrijven, per provincie gerangschikt. Opgenomen zijn de volgende categorieën informatie:

- nummer - Vewin-code voor het pompstation;
- naam - Naam van het pompstation;
- bedrijf - Exploiterend bedrijf;
- cap 84 - Capaciteit in 1984;
- verg 84 - Vergunning voor 1984;
- onttr 83 - Onttrekking in 1983 (in miljoen m³ per jaar).
- class. - Classificatie van de winning volgens Van Duyvenbouden en Busz (1978);
- aanv. - Aanvang van de winning
- opm. - Diverse opmerkingen, o.a. filterlengtes in meters op verschillende dieptes.

Bijlage 4B bevat gegevens van de industriële onttrekkingen, ook per provincie gerangschikt. Van elke onttrekking is een debiet (hoeveelheid) of debietsklasse in miljoen m³ per jaar opgenomen. Andere soorten informatie zijn niet integraal opgenomen, omdat hiervan geen landsdekkend beeld voor handen is. Type S geeft aan dat meerdere, bij elkaar gelegen onttrekkingen in een stedelijk gebied, gesommeerd zijn.

4.3 Permanent onttrekkingen in de periode 1957 - heden

Het Centraal Bureau voor de Statistiek heeft sinds 1957 om de vijf jaar gegevens verzameld over grondwateronttrekkingen in Nederland. Deze zijn gepubliceerd in diverse Maandstatistieken van de Industrie en in de Statistiek van de Watervoorziening in Nederland 1976, 1981 en 1988. De cijfers van 1957 en 1962 zijn herzien in 1969. De (herziene) cijfers zijn opgenomen in tabel 3.1. Deze cijfers zijn inclusief infiltratiewater en exclusief grondwater dat onttrokken wordt bij delfstoffenwinning (in Zuid-Limburg).

Tabel 4.1. CBS gegevens grondwateronttrekking (miljoen m³)

	1957	1962	1967	1972	1976	1981	1986
Waterleiding- bedrijven	333	443	601	729	863	845	770
Industrie	369	436	473	515	433	309	318
Totaal	702	879	1074	1244	1297	1154	1088

Tabel 4.2 Gegevens uit de provinciale grondwaterplannen over grondwateronttrekking.

Gegevens grondwateronttrekking uit de provinciale grondwaterplannen

Opmerkingen	(1)			(2)	(3)	(2)			(4)	(5)				(2)	
Provincie	Gr.	Fr.	Dr.	N-H	Z-H		Ov.	Ge.	Ut.	Zee.	N-Br.	L.	Fl.	Nederland	
Jaar	1984	1983	1983	1984	1984		1983	1984	1985	1984	1984	1983	1983	'83-'85	
Drinkwater	<u>20.2</u>	<u>45.0</u>	<u>54.7</u>	<u>43.2</u>	(121.3)	<u>51.9</u>	(132.1)	<u>63.4</u>	<u>115.0</u>	<u>68.2</u>	<u>5.8</u>	<u>188.0</u>	<u>46.5</u>	<u>9.0</u>	710.9 (869.2)
Industriewater	<u>20.5</u>	<u>18.1</u>	<u>15.8</u>			<u>24.1</u>		<u>19.8</u>	<u>58.1</u>			<u>66.0</u>			
L & T berekening			<u>1.4</u>					<u>14.4</u>	<u>1.3</u>			<u>9.0</u>			
Agrarisch overig															
Agrarisch totaal	<u>0.0</u>	<u>0.2</u>	1.4	<u>3.1</u>	(2.9 ?)	<u>3.7</u>	14.4	<u>1.3</u>	<u>1.3</u>	0.3	<u>77.0</u>	9.0	<u>1.8</u>	113.5	
COAR								<u>12.3</u>							
COR						<u>1.7</u>									
Bronbemaling	<u>0.9</u>	<u>7.3</u>	<u>0.1</u>	<u>8.8</u>	(8.8)		<u>7.3</u>	<u>11.4</u>	<u>8.3</u>	<u>34.0</u>	<u>40.1</u>	<u>18.0</u>			
Industrie + COR	20.5	18.1	15.8	<u>37.4</u>	(38.2)	24.1	19.8	<u>58.1</u>	<u>13.8</u>	<u>2.3</u>	<u>66.0</u>	<u>35.0</u>			310.9 (311.7)
Industrie + COAR								<u>15.1</u>	<u>2.6</u>						
Totaal	41.6	70.6	<u>72.0</u>	<u>92.5</u>	(171.2)	81.4	(161.6)	105.0	197.6	92.2	42.4	371.1	108.5	10.8	1271.5 (1430.3)

(1) Geen jaartal genoemd voor de bronbemaling

(2) Tussen haakjes onttrekking inclusief infiltratiewater

(3) Indelingen onduidelijk

(4) Drinkwateronttrekkingen exclusief Bethunepolder

(5) Voornamelijk zout water

(6) Landbouwcijfers onzeker

L & T = Land- en Tuinbouw

COAR = Commercieel, Openbaar Agrarisch en Recreatief

COR = Commercieel, Openbaar en Recreatief

40 cijfers volgens opgave provincies
40 berekende cijfers

Door de provincies worden sinds ca. 1975 (grote) grondwateronttrekkingen geregistreerd. De meeste cijfers in tabel 4.2 zijn afkomstig uit de (ontwerp) grondwaterplannen, alleen de cijfers van Zeeland uit een overzicht van grondwaterwinningen en infiltraties van de provinciale waterstaat.

De onttrekking ten behoeve van de openbare (drink)watervoorziening vertoont een stijgende lijn. De grootte van bronbemalingen is sterk variabel.

Het industrieel grondwaterverbruik vertoont de laatst jaren (sinds, bij benadering, 1972) een dalende tendens. Hiervoor is een aantal oorzaken aan te wijzen, zoals de invoering van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater, de economische recessie en het (provinciale) overheidsbeleid.

De in tabel 4.2 genoemde beregeningscijfers zijn onder andere gebaseerd op het aantal **geregistreeerde** beregeningsinstallaties. Er is de laatste jaren een duidelijke toename waarneembaar in het aantal beregeningsinstallaties en dus in de hoeveelheid onttrokken grondwater ten behoeve van beregening, die echter sterk afhankelijk is van de jaarlijkse klimatologische omstandigheden (zie hoofdstuk 6).

4.4 Literatuur

Centraal Bureau voor de Statistiek. Maandstatistiek van de Industrie. Februari 1959, juli 1964, augustus 1969 en september 1974.

Centraal Bureau voor de Statistiek. Statistiek van de watervoorziening in Nederland 1976. Uitgave 1979.

Centraal Bureau voor de Statistiek. Statistiek van de watervoorziening in Nederland 1981. Uitgave 1984.

Centraal Bureau voor de Statistiek. Statistiek van de watervoorziening in Nederland 1986. Uitgave 1988.

Duyvenbouden, W. van en G.T. Busz. Overzicht van de grondwaterwinplaatsen voor de openbare drinkwatervoorziening op basis van een classificatie van de geëxploiteerde watervoerende pakketten. Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening, rapportnummer hy.h-78/01. Bilthoven, 1978.

Provinciale Waterstaat Zeeland. Grondwaterbeheer in Zeeland: overzicht winningen en infiltraties, periode 1976 - 1986. 1987.

Provinciale Waterstaat van de provincies. (Concept/ontwerp) Grondwaterplan. Uitgaven van de provincies in 1986 en 1987.

Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland (VEWIN). Tienjarenplan '84. Uitgave VEWIN, Rijswijk. Hoofd- en deelrapporten. 1984.

Hoofdstuk 4**Bijlage 4A: Lijst met onttrekkingen door waterleidingbedrijven**

(7 pagina's) Grote onttrekkingen van grondwater door de waterleidingbedrijven. Volgnummer 1.

nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83	onttr 84	class.	aanv.	opm.
Groningen pompstations waterleidingbedrijven									
nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83	onttr 84	class.	aanv.	opm.
1-1	Haren	GWG	2.0	2.00	7.4	1.08	A2		1912
1-2a	De Punt	GWG	13.0	13.00	4.0	6.70	B		1930
2-2	Onnen	WAPROG	15.0	19.80	11.4	8.95	A2		1934
2-4	Sellingen	WAPROG	3.5	3.50	3.4	3.50	A2		1971
Groningen totalen			33.5	38.30	26.20	20.22			

Friesland pompstations waterleidingbedrijven

nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83	onttr 84			
3-1	Vlieland	WLF	0.14	0.04	0.1	0.10	A2		1952
3-2	Terschelling	WLF	0.19	0.19	0.2	0.20	A1		1958
3-3	Hollum	WLF	0.25	0.10	0.2	****	A1		1961
3-4	Buren	WLF	0.17	0.10	0.2	0.40	A1		
3-5	Schiermonnikoog	WLF	0.15	0.15	0.1	0.10	A1		1950
3-6	Noordbergum	WLF	25.0	25.00	20.8	22.00	A2		1925
3-7	Spannenburg	WLF	15.0	15.00	11.4	13.00	B		1941
3-8	Oldeholtade	WLF	6.5	6.50	6.0	6.00	A2		1939
3-9	Terwisscha	WLF	6.0	7.50	6.0	6.00	A1		1960
Friesland totalen			53.4	54.58	45.03	47.80			

Drenthe pompstations waterleidingbedrijven

nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83	onttr 82			
2-1	Nietap	WAPROG	15.0	15.00	11.7	12.81	A2		1953
2-3	De Groeve	WAPROG	10.0	10.00	8.7	8.93	A2		1965
4-1	Zuidlaren	WMD	1.6	2.50	1.6	1.39	A2		1953
4-2	Norg	WMD	0.4	1.00	0.2	0.14	A1		1972
4-4	Assen	WMD	4.7	5.00	3.3	3.26	B		1897
4-5	Beilen	WMD	3.9	3.50	3.2	3.23	A1		1943
4-6	Gasselte	WMD	2.5	2.50	2.1	2.12	A1		1953
4-7	Leggeloo	WMD	0.5	1.00	0.3	0.33	A2		1972
4-8	Ruinerwold	WMD	1.7	2.50	1.2	1.29	A1		1953
4-9	Zuidwolde	WMD	0.9	1.00	0.9	0.55	A1		1969
4-10	Valtherbos	WMD	6.5	5.00	5.0	4.98	A1		1965
4-11	Noordbargeres	WMD	5.0	5.00	4.9	4.52	A1		1909
5-1	De Loo	Coevorden	1.9	2.00	1.7	1.73	A2		1915
6-1	Hoogeveen	Hoogeveen	6.0	6.00	4.1	4.28	A1/B		1927 25/50
9-1/	Havelte/						A2		1894
1a	Havelterberg	WMO	5.5	5.30	5.4	5.32	A2		1930
Drenthe totalen			66.1	67.30	54.30	54.86			

Overijssel pompstations waterleidingbedrijven

nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83			
1-1	Engelse Werk	WZO	9.5	8.00	9.8		A1C	1952
9-2	St. Janskloost.	WMO	5.0	2.00	5.2		A2	1936
9-3	Staphorst	WMO	0.5	0.50	0.6		A2	1955
9-4	Witharen	WMO	3.5	3.00	3.2		A1(2)/B	1933 20/15
9-5	Brucht	WMO	5.0	4.00	5.4		B	1958
9-6	Archemerberg	WMO	3.5	4.00	3.1		A1	1959
9-7	Boerhaar	WMO	1.0		1.0			
9-8	Diepenveen	WMO	4.0	4.00	3.3		B	1934
9-9	Espelosebroek	WMO	1.7		1.7		A2	1973
9-10	Holten	WMO	2.5	2.50	2.4		A1	1956

Grote onttrekkingen van grondwater door de waterleidingbedrijven. Volgnummer 2.

nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83	onttr 84	class.	aanv.	opm.
9-11	Nijverdal	WMO	6.0	6.00	4.3		A2		1954
9-13	Hooge Heksel	WMO	2.5	2.50	2.4		A2		1933
9-14/ 14a	Manderveen/ Manderheide	WMO	4.0	3.00	3.2		A2		1962
9-15	Vasserheide	WMO	0.7		0.8		A1		1975
9-16	Denekamp	WMO	0.6	0.50	0.6		B		1959
9-17	Weerselo	WMO	1.0	1.00	1.1		A1		1966
9-18	Hasselo	WMO	0.7	0.70	0.6		A2		1932
9-19	Goor	WMO	1.0	1.00	0.8		A2		1915
9-20	Herikerberg	WMO	4.0	4.00	4.0		A1		1958
10-1	Ceintuurbaan	Deventer	1.9	2.20	1.6		B		1893
10-2	Zutphenseweg	Deventer	2.2	2.60	1.2		B		1954
11-1	Wierden	Almelo	6.5	6.50	6.5		A2		1892
12-1	Oldenzaal	Oldenz.	1.5	1.50	1.4		A1		1906
13-1	Hengelo	Hengelo	1.2	1.00	0.7		A2		1897
14-1	Kotmanlaan	Enschede	0.5	1.50	0.4		B		
14-2	Losser	Enschede	2.4	2.40	2.3		A2/B		1932 10/20
14-3a	Weerseloseweg	Enschede	1.5	1.50	1.5		A1D		1892
Overijssel totalen			74.4	65.90	69.10				

Gelderland pompstations waterleidingbedrijven

nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83			
7-1	Wezep	Kampen	5.0	5.00	4.0		A	
15-3	Noordijkerveld	WOG	1.0	3.00	1.2			
15-4/ 4a	Haarlo/ Olden Eibergen	WOG	2.8	2.80	2.9		A1	1934
15-5	Ruurlo	WOG	0.75	0.75	0.6		A1	1955
15-6	Lochem	WOG	3.0	3.00	2.2		A1	1925
15-7	Vorden	WOG	0.3	3.00	0.3		A1	1969
15-8	Harfsen	WOG	0.75	1.50	0.8		A1	1967
15-9	Wogbos	WOG	0.75	0.75	0.5			
15-10	Vierakker	WOG	1.7	1.70	2.0			
15-11	't Klooster	WOG	3.85	5.00	2.8		A1	1967
15-12	Hengelo	WOG	0.45	0.44	0.3		A1	1953
15-14	Dr. van Heek	WOG	3.75	3.75	3.3		A1	1961
15-15	De Pol	WOG	3.6	3.60	3.6		A1	1938
15-17	Lichtenvoorde	WOG	1.5	1.50	1.6		A1	1966
15-19	Dinxperlo	WOG	2.0	2.00	1.4		A1	1973
15-20	Tolkamer	WOG	0.2	0.19	0.1		B	1944
11-1	Ellecom	WOF	6.0	6.00	4.6		A1	1951
16-1	Corle	Wintersw.	2.5	2.00	2.4		A2	1926
17-1	Eerbeek	WMG	1.5	2.00	1.2		A1	1957
17-2	Twello	WMG	2.0	2.00	1.2			
17-3	Epe	WMG	4.2	6.00	3.7		A/B	
17-4	Elburg	WMG	0.4	1.20	0.2		A	
17-5	De Haere	WMG	3.1	3.00	2.3		A	
17-6	Harderwijk	WMG	4.0	4.00	3.0		A1	1895
17-7	Speuld	WMG	0.4	0.50	0.3		B	1977
17-8	Putten	WMG	0.1	4.50	4.1		A1	1959
17-10	Holk	WMG	3.3	10.00	3.0		B	1970
17-12	Kolff	WMG	3.2	8.00	2.9		A2	1958
17-13	Velddriel	WMG	3.7	3.00	3.1		A2	1977
17-14	Zoelen	WMG	2.6	4.00	2.4		A2/B	1970 35/40

Grote onttrekkingen van grondwater door de waterleidingbedrijven. Volgnummer 3.

nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83	onttr 84	class.	aanv.	opm.
17-15	Tiel	WMG	1.8	2.50	1.1		A2C/B	1890	25/50
17-16	Culemborg	WMG	1.4	0.75	0.9		A2C	1911	
17-17	Van Verschuer	WMG	0.6	1.00	0.7		A2/B	1941	11/8?
17-18	Druten	WMG	3.5	6.25	2.9		A2	1953	
17-19	Fikkersdries	WMG	8.0	4.00	7.2		B	1961	
17-20	Lent	WMG	2.0	4.00	2.1		B	1935	
17-21	De Muntberg	WMG	0.9	1.00	0.8		A1/B	1933	20/25
18-1	Nieuwe Marktstr.	Nijmegen	2.5	4.40	2.0		B	1897	
18-2	Heumensoord	Nijmegen	10.0	10.00	9.4		A1	4192	
20-1	Hoog Soeren	VNB	0.03	0.03	0.0		A1/B	1954	5/15
20-2	Amersfoortseweg	VNB	7.0	7.00	6.5		A1	1894	
20-3	Hoenderloo	VNB	1.2	1.20	0.8		A1	1947	
20-4	Schalterberg	VNB	3.0	3.00	3.0				
20-5	Edese Bos	VNB	6.0	3.50	5.1		A1	1969	
20-7	Wageningse Berg	VNB	3.6	3.00	3.4		B	1897	
21-1	Pinkenberg	Rheden	2.2	1.00	1.8		A1/B	1899	1976 B
22-1	La Cabine	Arnhem	11.0	11.00	8.2		B	1909	1976 B
22-2	Immerloo	Arnhem	4.0	4.00	1.9				
23-1	Heelsum	Renkum	0.2	0.20	0.2		B		
23-2	Oosterbeek	Renkum	1.0	1.10	1.0		B	1908	
Gelderland totalen			138.3	163.1	121.0				

Utrecht pompstations waterleidingbedrijven

nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83	Class.	Aanvang	Diepte	
								van	tot
25-1	Hogeweg	Amersf.	4.0	4.00	3.2	B	1913	20	75
25-2	Berg	Amersf.	3.0	3.00	3.0	A1	1955	30	85
26-1	Lijstereng	Rhenen	2.0	2.00	1.3	B	1955	80	115
27-1	Doorn	Doorn	1.6	1.60	0.9	B	1903	30	40
28-1	IJsselstein	IJsselst.	2.5	3.60	1.4	B	1911	70	110
29-1	Woudenberg	WMN	1.4	1.40	1.1	B	1970	55	95
29-2	Veenendaal	WMN	3.0	2.00	2.6	A1(B)/B	1930	40	65
29-3	Leersum	WMN	0.8	0.25	0.7	B	1966	40	70
29-4	Cothen	WMN	1.8	3.00	1.3	B	1972	60	80
29-5	Tull en 't Waal	WMN	3.5	6.00	4.1	B	1936	95	145
29-6	Bunnik	WMN	1.5	3.50	1.0	B	1961	75	135
29-7	Lopik	WMN	0.7	0.70	0.7	A2/B	1961	20/20, ON	45
29-8	Montfoort	WMN	0.5	0.50	0.3	B	1926	65	90
29-9	Linschoten	WMN	6.5	6.50	6.6	B	1965	70	135
29-10	De Meern	WMN	1.9	1.10	1.9	B	1927	90	120
29-11	Driebergen	WMN	0.9	0.90	1.1	B	1896	40	85
29-12	Zeist	WMN	5.0	5.00	4.2	B	1896	60	75
29-13	Beerschoten	WMN	8.0	8.00	7.2	B	1962	55	80
29-14	Bilthoven	WMN	2.0	2.00	1.2	A1(2)	1927	20	60
29-15	Groenekan	WMN	10.0	10.00	6.9	B?	1961	60	115
29-16	Soestduinen	WMN	8.0	9.00	7.9	A1	1883	25	95
29-17	Soest	WMN	1.2	1.20	1.1	A2(1)	1929	65	115
29-18	Lage Vuursche	WMN	0.1	0.10	0.0	A1	1933	50	60
29-19	Loosdrecht	WMN	3.7	3.70	3.2	B	1928	55	135
29-20	Baarn	WMN	1.2	1.20	1.1	A1	1894	25	65
34-2b	Bethunepolder	GW	*** 29.0		*** 25.9				
53-1	Kamerik	Elf Ge-meenten	3.0	3.00	2.9				
Utrecht totalen			77.8	83.3	66.9				

Grote onttrekkingen van grondwater door de waterleidingbedrijven. Volgnummer 4.

nummer naam bedrijf cap 84 verg 84 onttr 83 onttr 84 class. aanv. opm.

Flevoland pompstations waterleidingbedrijven

nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83		
30-1	Bremerberg	RIJP	8.0	8.00	5.3	A2C	1962
30-3	Fledite	RIJP	5.0	5.00	2.8	B	1973
Flevoland totalen			13.0	13.0	8.1		

Noord-Holland pompstations waterleidingbedrijven

nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83	onttr 81	
29-21	Laren	WMN	8.0	8.00	6.5	A1	1900
32-1a	Moksloot	PWN	0.6	0.54	0.5	0.42 A1	
32-3a	Bergen	PWN	2	2	2.0	1.77 A1/B	1885 25/25
32-4a	Castricum	PWN	5.0	5.30	2.4	2.47 A1D/B	1967 8/15
32-5a	Wim Mensink	PWN	2.0	2.00	1.9	1.54 A1(2)	1975
32-6a	Laren	PWN	3.8	3.80	3.7	A1	1933
32-6b	Huizen	PWN	1.0	1.00	1.1	A1	
32-7	Grindweg	PWN	3.2	3.20	2.0	A1	1898
34-1	Westerveld	GW	2.0	2.10	0.6		
34-3a	Leiduin	GW	13.0	32.00	11.1	A1D/B	1853 DRAINS/15
38-1	Dokweg	SVHB	0.8	0.75	0.5	0.48	
40-1	Bloemendaal	WLZK	10.5	1.00	1.0	B	1913
40-2a	Overveen	WLZK	9.4	9.41	7.2	A1/B	1898 5/25
40-3a	Coenstr. Tunnel	WLZK	0.8	0.53	0.5		
40-3b	Heerenduinen	WLZK	1.1	1.10	1.1	B	
40-4	Santpoort	WLZK	1.4	1.60	1.8	B	1962
40-5	Bentveld	WLZK	0.9	0.90	1.2	B	1912
Noord-Holland totalen			65.5	75.2	45.1	6.68	

Zuid-Holland pompstations waterleidingbedrijven

nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83	onttr 84	
45-1	Langeveld	Noordwijk	1.1	1.10	1.1	1.20 A2	1920
49-1a	Katwijk	LDM	*** 25.0	** 25.00	*** 21.2	** 22.46 A2D	1878
51-1	Hazerswoude	Rijns- streek	2.5	2.50	2.5	2.29 A2C	1909
52-1	Hoorn	Alphen a/d Rijn	2.5	2.50	2.0	2.18 A2C	1903
55-1	Hofplein	Vianen	1.5		0.9	0.98 B	1909
57-1	De Put	A en V	4.5	3.00	3.5	3.78	
57-2	De Laak	A en V	8.0	1.40	7.0	7.09 B	1936
57-3	't Kromme Gat	A en V	2.5	0.50	0.8	0.88 A2C	1924
57-4	Leerdam	A en V	2.0	1.20	1.1	1.15 A2/B	1900 10/15
58-1	Schoonhoven	GWN	0.5	0.48	0.3	0.45 A2C	1959
58-2	C. Rodenhuis	GWM	11.4	15.00	8.7	9.29 A2C	1968
58-3	Dijklaan	GWM	0.9	0.90	0.8	0.83	
58-4	Lekkerkerk	GWM	2.9	4.00	2.9	3.09 A2C	1910
62-1a	Scheveningen	Den Haag	***48.0	** 48.00	*** 47.1	** 47.33 A2D	1874
63-1a	Monster	WDM	*** 3.2	** 5.00	0.8	** 4.30 A2D	1923
71-1	Kievitsweg	O.IJssel- monde	2.7	5.60	2.4	2.52	
71-2	Crezeepolder	idem.	0.9	0.90	0.7	1.08	
71-3	Ringdijk	idem.	4.2	4.50	3.5	3.31 A2C/B	10/20
75-1a	Wantijpark/ Jeugdpunder	Dordrecht	3.5	3.50	3.2	2.97 A2C	1893

Grote onttrekkingen van grondwater door de waterleidingbedrijven. Volgnummer 5.

nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83	onttr 84	class.	aanv.	opm.
75-1b	Heerenweg	Dordrecht	0.5	0.50	0.5	0.60	A2C		
76-1	's-Gravendeel	Hoeksche Waard	5.2	5.20	4.3	4.83	A2C	1928	
77-1a	Ouddorp	WMZ	1.0	1.00	1.1	2.59	A2D	1934	
Zuid-Holland totalen			58.3	53.8	48.1	51.09			

Zeeland pompstations waterleidingbedrijven

nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83			
77-2a	Haamstede	WMZ	1.1	1.10	1.0		A2	1930
77-6	Oranjezon	WMZ	1.0	1.05	0.7		A1	1891
77-7	St. Jansteen	WMZ	2.5	3.50 ***	3.1		A2D	1937
Zeeland totalen			4.6	5.7	1.7			

Noord-Brabant pompstations waterleidingbedrijven

nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83			
77-3	Halsteren	WMZ	2.5	2.50	1.8		B	1923
77-4	Huijbergen	WMZ	10.0	10.00	9.5		B	1963
77-5	Ossendrecht	WMZ	6.0	6.00	4.8		A2/B	1899 10/45
79-1	Mondaf	Bergen op Zoom	5.0	5.00	4.8		A2/B	1887 40/35
80-1	Borteldonk	Roos./ Nispen	5.0	5.00	3.5		B	1894
81-1	Dorst	Breda	10.5	10.50	5.5		B	1894
81-2	Ginneken	Breda	0.5	0.40				
82-1	Altena	NWB	4.0	4.00	2.8		B	1968
82-2	Schijf	NWB	10.5	10.50	7.4		B	1972
82-3	Seppe	NWB	15.0	15.00	11.1		B	1922
82-6	Gilze	NWB	2.0	2.00	1.5		B	1955
82-7	Prinsenbosch	NWB	5.0	5.00	1.3		B	1972
82-8	Oosterhout	NWB	15.0	15.00	13.7		B	
82-9	Genderen	NWB	5.0	5.00	4.9		A2C/B	1962 25/35
83-1	Waalwijk	Waalwijk	3.0	3.00	1.8		A2	1901
84-1	Gilzerbaan	Tilburg	15.0	18.00	11.0		B	1898
85-1	Nuland	Den Bosch	10.0	10.00	8.2		A2C/B	1887 35/65
88-1/ 1a	Vlijmen/ Helvoirt	WOB	6.0	6.00	2.4		A2	1956
88-2	Haaren	WOB	8.0	8.00	6.2		B	1962
88-3	Vessem	WOB	8.5	8.50	8.7		A2	1952
88-6	Macharen	WOB	4.0	6.7	2.8		A1/B	1950 10/35
88-8	Loosbroek	WOB	8.0	8.00	6.5		B	1969
88-9	Schijndel	WOB	8.0	8.00	7.8		B	1976
88-10	Son	WOB	8.0	8.00	8.5		B	1972
88-11	Veghel	WOB	6.4	9.50	5.5		B	1941
88-13	Boxmeer	WOB	1.6	2.00	1.9		A1	1951
88-14	Vierlingsbeek	WOB	3.0	3.00	2.7		A1	1965
88-15	Budel	WOB	5.5	5.50	3.1		A2	1949
88-16	Vlierden	WOB	4.0	4.00	3.7		A2	1954
88-17	Someren	WOB	4.0	4.00	3.3			
89-1	Aalsterweg	Eindhoven	25.0	20.00	17.9		A2/B	1905 55/75
89-1a	Groote Heide	Eindhoven	5.0	10.00	3.7		A2/B	1969 45/70
92-1	Bakelsedijk	Helmond	6.4	8.00	5.2		A2/B	1899 40/20
Noord-Brabant totalen			235.4	246.1	183.5			

Grote onttrekkingen van grondwater door de waterleidingbedrijven. Volgnummer 6.

nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83	onttr 84	class.	aanv.	opm.
Limburg pompstations waterleidingbedrijven									
nummer	naam	bedrijf	cap 84	verg 84	onttr 83				
94-2	Plasmolen	WML	1.0		0.9	A1		1966	
94-3	Hanik	WML	1.0	2.00	1.1	B		1976	
94-5	Oostrum	WML	1.0		0.8	A1		1975	
94-6	Breehei	WML	2.1	2.00	2.3	B		1950	
94-7	Grubbenvorst	WML	3.0	3.00	3.0	B		1962	
94-8	Californie	WML	1.0	2.00	0.6				
94-11	Beegden	WML	4.0	1.50	3.9	A2		1958	
94-12	Helden	WML	3.0		2.5	A1		1954	
94-13	Ospel	WML	3.0	3.00	2.3	B		1968	
94-16	Reuver	WML	1.0	1.00	0.8	A1		1952	
94-17	Pey	WML	2.0		2.3	B		1951	
94-18	Herkenbosch	WML	1.0		1.3	B		1960	
94-19	Susteren	WML	6.0	4.00	5.8	B		1960	
94-21	Geulle	WML	2.0	2.00	0.8	B		1930	
94-22	IJzeren Kuilen	WML	4.5	2.80	4.0	A1		1941	
94-23	Heytgracht	WML	0.3	0.30	0.2	A1		1904	
94-24	Heer-Vroendaal	WML	2.0	2.00	0.7	A1		1936	
94-25	De Dommel	WML	3.0	2.00	2.8	A1		1973	
94-26	Waterval	WML	2.5	2.50	1.6	A1		1962	
94-27	De Landeus	WML	0.5	0.50	0.5	A1		1931	
94-28	Roodborn	WML	6.0	1.50	5.9	A1		1952	
94-29	Schin-/ Schuttersveld	WML	3.5		2.5				
94-30	Hoensbroek	WML	0.5	1.00	0.1	A2		1936	
95-1	Graafschap					A2/B		1929 25/35	
	Hornelaan	Weert	5.5	5.50	3.0				
96-1	Grote Heide	Venlo	5.0	5	4.6	A2/B		1889 15/35	
97-1	Tegelen	Tegelen	1.5	1.40	1.4	B		1931 A voor 1965	
98-1	Asselt	Roermond	1.3	1.25	0.7				
98-2	Herten	Roermond	2.8	2.75	2.9	A2		1899	
99-2	Bergerweg	Sittard	3.3	4.60	3.1	A1		1915	
101-1	Heerlen(totaal)	Heerlen	4.4	5.40	3.9	A1		1919..1960	
104-1	Itteren/ Borgharen	Maastrich	2.5	4.00	1.5				
104-2	Caberg	Maastrich	2.5	2.5	2.3	A2		1954	
104-3	De Tombe	Maastrich	3.0	3.00	1.5	A1		1973	

Bijlage 4A pagina 7 Gebruikte afkortingen waterleidingbedrijven (YEWI, 1984)

- 1 (GWG) Gemeentelijk Waterbedrijf Groningen
- 2 (WAPROG) N.V. Waterleidingmaatschappij voor de provincie Groningen
- 3 (WLF) N.V. Waterleiding Friesland
- 4 (WMD) N.V. Waterleidingmaatschappij „Drenthe“
- 5 Coevorden, Gemeentelijk Waterleidingbedrijf
- 6 Hoogeveen, Gemeentewerken en- bedrijven, Afd. Water
- 7 Kampen, Gemeentelijke Nutsbedrijven, Afd. Water
- 8 Zwolle, Gemeente Waterleidingbedrijf
- 9 (WMO) Waterleiding Maatschappij „Overijssel“ N.V.
- 10 Deventer, Gemeente Energie- en Waterleiding- bedrijven
- 11 Almelo, Gemeentelijk Elektriciteits- en Water- leidingbedrijf
- 12 Oldenzaal, Gemeentebedrijven
- 13 Hengelo, Gemeentelijk Gas- en Drinkwaterbedrijf
- 14 Enschede, Openbare Nutsbedrijven
- 15 (WOG) N.V. Waterleidingmij. Oostelijk Gelderland
- 16 Winterswijk, Gemeentebedrijven
- 17 (WMG) N.V. Waterleiding Maatschappij Gelderland
- 18 Nijmegen, Openbare Nutsbedrijven
- 20 (VNB) Veluwe Nutsbedrijven N.V.
- 21 Rheden, Gemeentelijk Gas- en Waterleidingbedrijf
- 22 Arnhem, Gemeentelijk Gas-, Elektriciteits- en Waterbedrijf
- 23 Renkum, Gas- en Waterbedrijf der gemeente
- 25 Amersfoort, Gas-, Water- en CAI-bedrijf
- 26 „Rhenen“, N.V. Waterleiding Maatschappij
- 27 „Doorn“, N.V. Bronwaterleiding
- 28 IJsselstein, Gemeentelijk Waterleidingbedrijf
- 29 (WMN) Waterleidingbedrijf Midden-Nederland
- 30 (RIJP) Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders
- 32 (PWN) Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland
- 34 (GW) Gemeentewaterleidingen
- 35 Ouder-Amstel, Waterbedrijf der gemeente
- 36 Amstelveen, Gas- en Waterbedrijf der gemeente
- 38 (SVHB) Staatsvisserijhavenbedrijf IJmuiden
- 40 (WLZK) Waterleidingbedrijf Zuid-Kennemerland
- 43 Heemstede, Gemeentelijk Technisch Bedrijf
- 44 Bloembollenstreek, Gas- en Watervoorzienings- bedrijf voor de
- 45 Noordwijk, Gemeente Bedrijven
- 46 Katwijk, Gemeentebedrijven
- 47 Rijnsburg, Gemeentelijk Waterleidingbedrijf
- 48 Warmond, Gemeente Waterleidingbedrijf
- 49 (LDM) N.V. Leidsche Duinwater Maatschappij
- 50 Voorschoten, Gemeentelijk Gas-, Water- en Electriciteitsbedrijf
- 51 Rijnstreek“, Waterleidingbedrijf "De
- 52 Alphen a/d Rijn, Gemeentebedrijven voor elektri- citeit, gas, water en centrale antenne
- 53 Elf Gemeenten“, Stichting "Drinkwaterleiding De
- 54 Woerden, Gemeentebedrijven
- 55 Vianen, Gemeentelijk Waterleidingbedrijf
- 57 (A en V) „Drinkwaterleiding De Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden“
- 58 (GWM) De Goudse Waterleiding Maatschappij N.V.
- 59 Tien Gemeenten„, Stichting Drinkwaterleiding "De
- 60 Vlietstreek, Drinkwaterleiding De
- 61 Wassenaar, Gemeentelijke Technische Diensten
- 62 's-Gravenhage, Duinwaterleiding van
- 63 (WDM) N.V. Westlandsche Drinkwaterleiding Maatschappij
- 64 Delft, Gemeentebedrijven
- 65 Schipluiden, Openbare Nutsbedrijven
- 66 Maasland, Gemeentelijk Waterleidingbedrijf
- 67 Maassluis, Gemeente Bedrijven
- 68 Vlaardingen, Gemeentelijke Energie- en Waterleidingbedrijven
- 69 Schiedam, Gemeentelijke Technische Bedrijven
- 70 Rotterdam, Drinkwaterleiding
- 71 Oost IJsselmonde, Samenwerkingsorgaan Drinkwatervoorziening
- 75 Dordrecht, Gemeentelijk Energiebedrijf
- 76 Hoeksche Waard, Stichting Bronwaterleiding
- 77 (WMZ) N.V. Watermaatschappij Zuid-West- Nederland
- 79 Bergen op Zoom, Gemeentebedrijven
- 80 Roosendaal en Nispen, Gemeentelijk Energie- en Waterleidingbedrijf
- 81 Breda, Energie- en Waterbedrijf
- 82 (NWB) N.V. Waterleiding Maatschappij „Noord- West-Brabant“
- 83 Waalwijk, Gemeente Licht- en Waterbedrijven
- 84 (Tilburg) N.V. Tilburgsche Waterleiding- Maatschappij
- 85 's-Hertogenbosch, Gemeentelijk Energie- en Waterbedrijf
- 86 Vught, Technische Dienst der gemeente
- 87 Oisterwijk, Gemeentelijk Gas- en Water- leidingbedrijf
- 88 (WOB) N.V. Waterleidingmaatschappij Oost- Brabant
- 89 Eindhoven, Nutsbedrijven
- 90 Valkenswaard, Gemeentelijk Waterleiding- bedrijf
- 91 Geldrop, Gemeentelijk Waterleidingbedrijf
- 92 Helmond, Gemeentelijk Waterleidingbedrijf
- 93 Mierlo, Gemeente Werken en Bedrijven
- 94 (WML) N.V. Waterleiding Maatschappij Limburg
- 95 Weert, Gemeentewerken en- bedrijven
- 96 Venlo, Gemeente Bedrijven
- 97 Tegelen, Gemeentelijk Waterleidingbedrijf
- 98 (Roermond) N.V. Roermondse Waterleiding Maatschappij
- 99 Sittard, Gemeentelijk Waterleidingbedrijf
- 100 Brunssum, Gemeentelijk Waterleidingbedrijf
- 101 Heerlen, Gemeentebedrijven
- 103 Kerkrade, Algemene Technische Dienst der Gemeente
- 104 Maastricht, Gemeentebedrijven
- I (WZO) Stichting Waterwinningsbedrijf Zwolle en Omgeving
- II (WOV) N.V. Waterwinningsmaatschappij „Oost- Veluwezoom“
- III (WRK) N.V. Watertransportmaatschappij Rijn- Kennemerland
- IV (AVR) N.V. Afvalverwerking Rijnmond
- V (PZEM) Provinciale Zeeuwsche Energie Maatschappij
- VI (WBB) N.V. Waterwinningbedrijf Brabantse Biesbosch

Hoofdstuk 4**Bijlage 4B: Lijst met industriële onttrekkingen**

(5 pagina's)

Grote onttrekkingen van grondwater door de industrie. Volgnummer. 1

code	type	aantal	onttrekker(s)	gemeente	debiet
Groningen					1984
code	type	aantal	onttrekker(s)	gemeente	debiet
G1			Domo	Marum	0.56
G2			Storteboom	Grootegast	1.22
G3			De Eendracht	Appingedam	1.70
G4			Silenka	Sappemeer	0.58
G5			Avebe-Foxhol	Sappemeer	0.92
G6			Scholten karton	Sappemeer	0.74
G7			Akzo Zout Chemie	Scheemda	3.70
G8			Akzo Zout Chemie	Veendam	4.90
G9			Avebe-DWM	Veendam	1.34
G10			De Kroon	Oude Pekela	0.65
G11			Avebe-Chemie	Vlagtwedde	1.30
Totaal (miljoen m3/jaar)					17.60

Drenthe					1982
code	type	aantal	onttrekker(s)	gemeente	debiet
D1	S	3			0.24
D2		1			0.92
D3	S	6			6.18
D4		1			1.74
D5	S	4			0.70
D6	S	5			0.48
Totaal (miljoen m3/jaar)					10.26

Noord-Holland					1981
code	type	aantal	onttrekker(s)	gemeente	debiet
N1	S	1+11			0.31
N2					0.95
N3					4.20
N4					18.50
N5	S	1+8			0.25
N6	S	4+20			1.65
N7	S	1+10			6.60
N8	S	1+5			6.50
N9	S	0+4			0.40
N10	S	2			0.86
Totaal (miljoen m3/jaar)					40.22

Aantal : grote + kleine onttrekkers (> cq. < 0.1 milj m3)

Debiet : minimum.

Gelderland					1981
code	type	aantal	onttrekker(s)	gemeente	debiet
E1			Chem. Fabr. Smits		6.00
E2	S	1+4	Tiel		11.40
E3	S	2+1	Renkum		6.10

Grote onttrekkingen van grondwater door de industrie. Volgnummer. 2

code	type	aantal	onttrekker(s)	gemeente	debiet
E4	S	0+5	Wageningen		1.80
E5	S	2+3	Ede		5.00
E6	S	1+2	Nijkerk		1.20
E7	S	1+9	Harderwijk		3.00
E8			N. I. Vered. Ei		5.00
E9			Nestle		1.30
E10			Plukon		6.10
E11	S	1+2	Epe		1.00
E12	S	4+6	Apeldoorn		4.20
E13	S	1+1	Twello		1.30
E14	S	2+2	Eerbeek		4.50
E15			Aviko Steenderen		0.67
E16	S	2+1	Zutphen		1.91
E17	S	1+1	Borculo		1.27
E18	S	2+5	Doetinchem		3.10
E19	S	3+3	Arnhem		8.00
E20	S	3+3	Nijmegen		6.80
E21	S	1+1	Zaltbommel		1.20
Totaal (miljoen m ³ /jaar)					80.85

Aantal : grote + kleine onttrekkers
(Resp. > 0.5 en > 0.1 milj. m³ per jaar)

Debiet : minimum.

Overijssel					1986
code	type	aantal	onttrekker(s)	gemeente	debiet
01	S	0+5	Zwolle		0.95
02	S	0+2	Steenwijk		1.21
03			Plukon	Dedemsvaart	0.62
04	S	1+1	Hardenberg		4.82
05			Avebe "Onder Ons"	Gramsbergen	1.22
06			Grolsch Bierbr.	Enschede	0.64
07	S	0+2	Hengelo		0.20
08	S	0+2	Wierden		0.40
09	S	0+2	Hellendoorn/Nijv.		1.36
010	S	2+0	Raalte		0.31
011	S	0+2	Deventer		1.25
Totaal (miljoen m ³ /jaar)					12.98

Aantal : grote + kleine onttrekkers
(Resp. > 0.5 en > 0.1 milj. m³ per jaar)
02 is exclusief 0.58 milj m³ winning door Dijka (teruginfiltratie)

Zeeland					1986
code	type	aantal	onttrekker(s)	gemeente	debiet
Z1			M & T Chemicals	Vlissingen	1.94
Z2			Oostrom Conserve	Kapelle	0.46
Z3			SVZ	Baarland	0.28

Grote onttrekkingen van grondwater door de industrie. Volgnummer. 3

code	type	aantal	onttrekker(s)	gemeente	debiet
Totaal (miljoen m3/jaar)					2.69

Limburg					1986
code	type	aantal	onttrekker(s)	gemeente	debiet
L1					1.85
L2					0.50
L3	S		Weert		0.84
L4					1.30
L5					0.97
L6					2.03
L7	S		Blerick		0.25
L8	S	3	Venlo		0.74
L9	S		Roermond		1.20
L10					1.10
L11	S		Melick Herkenbach		0.65
L12					1.05
L13					1.63
L14	S		Sittard		0.77
L15					0.53
L16					1.54
L17					0.68
L18					6.92
L19					0.99
L20	S		Maastricht (W. v.d. Maas)		2.31
L21	S		Maastricht (O. v.d. Maas)		1.94
L22	S		Ten N. van Maastricht		0.81
L23					2.31
L24					1.27
Totaal (miljoen m3/jaar)					34.18

Utrecht					1984
code	type	aantal	onttrekker(s)	gemeente	debiet
U1	S	2+6	Utrecht	Utrecht	4.30
U2	S	1+1	Maarssen	Maarssen	0.75
U3				Soest	0.49
U4	S	0+3	Amersfoort	Amersfoort	0.81
U5	S	1+2	Veenendaal	Veenendaal	1.27
U6				Veenendaal	0.82
U7				Bunnik	0.84
U8	S	1+1	Zeist	Zeist	1.41
Totaal (miljoen m3/jaar)					10.68

Friesland (1984)

stop

Code	Type	Lokatie	1987
		Onttrekdebiet	opm.
F1	S	Bolswar	0.1
F2	S	Leeuwar	0.5
F3		Bergum+	2.8

Grote onttrekkingen van grondwater door de industrie. Volgnummer. 4

code	type	aantal onttrekker(s)	gemeente	debiet
F4		Gerkesk	0.2	
F5	S	Drachte	0.4	
F6		Olterte	0.7	
F7		Haulerw	0.9	
F8			0.3	
F9		Oosterw	0.7	
F10	S	Wolvega	1.4	
F11		Oosterz	0.7	
F12		Ouwster	0.0	vuilstortbemaling: '77: 4, '84: 8
F13	S	Joure D	2.4	
F14		Scharst	0.8	
F15	S	St. Nic	0.6	
F16		Heeg	0.4	
F17		Workum	0.9	

Zuid-Holland (1984)

		Aantal in klasse nummer				
Code	Type	Onttrek	1	2	3	4 Q 1980
I1					1	
I2					1	
I3					1	
I4					1	
I5					1	
I6					1	
I7					1	
I8					1	
I9	S	Rotterdam		3	3	
I10						1 13

Verklaring van de debietsklassen:

Klasse	1	2	3	4
Ondergr	0.001	0.1	0.5	2
Bovengr	0.1	0.5	2	--

Ondergrens klasse 1 is 0.05 miljoen m³/jaar.

Q 1980, PWS-kaart 1980, gegevens op gemeentebasis.

Noord-Brabant

		Lokatiedebiet	
Code	Type	Onttrek	1987
B1		Nedalco	1.7
B2	S	Roosend	1.0
B3		Campbel	2.0
B4	S	Etten-L	3.5
B5		Campina	0.8
B6	S	Breda	2.6
B7	S	Oosterh	2.9
B8		Curver	0.4
B9		Eurogla	0.9
B10	S	Tilburg	2.5
B11	S	Drunen	2.3

Grote onttrekkingen van grondwater door de industrie. Volgnummer. 5

code	type	aantal onttrekker(s)	gemeente	debiet
B12		Jonker	1.5	
B13	S	Den Bos	9.0 w.o. Heineken: 7.0	
B14	S	Oss	3.9	
B15	S	Cuyk	2.4	
B16		Campina	0.8	
B17	S	Veghel	2.7	
B18		Bavaria	2.5	
B19	S	Helmond	1.5	
B20		Goosens	0.6	
B21	S	Maarhee	0.9	
B22		Budelco	1.9	
B23		Campina	0.8	
B24	S	Eindhoven	15.7	
B25		Best	0.0	
B26		N.C.B.	1.0	
B27		Encebe	1.0	

5 VERBETERINGEN IN DE ONTWATERING EN AFWATERING VAN LANDBOUWGRONDEN

5.1 Inleiding

Met verbeteringen in de ontwatering en afwatering van landbouwgronden worden bedoeld: alle maatregelen in de waterhuishouding van het landelijk gebied om de ontwatering en afwatering van landbouwgronden te verbeteren. Hiertoe behoren o.a. ingrepen als (polder)peilverlaging, beekverbetering, verbeteringen van de waterafvoerleidingen en verbeteringen van de detailontwatering (sloten, drains).

Veel van deze werken zijn (en worden) uitgevoerd in het kader van landinrichtingsprojecten (ruilverkavelingen, herinrichtingen) en A2-werken. Vele kleinere werken geschieden ook ad hoc, bijvoorbeeld op basis van subsidieregelingen voor drainage. Het gemeenschappelijke doel van al deze werken is het droger maken van gronden die, in agrarisch-bedrijfskundig opzicht, te nat zijn. Deze behoefte aan een grotere drooglegging is er vooral in de winter en in het voorjaar.

Hoe droog een grond moet zijn is vastgesteld in **normen** die afhankelijk zijn van het soort gewas (gras, maïs etc.) en van de grondsoort (zand, klei etc.). Deze normen zijn in 1980 geïnventariseerd door de Werkgroep Afvoernormen. In de loop der tijd zijn ze echter niet steeds hetzelfde geweest.

Van landinrichtingsprojecten worden geen systematische (voor dit onderzoek relevante) evaluaties uitgevoerd. Een inventarisatie maken van de omvang en/of invloed van waterhuishoudkundige maatregelen (t.b.v. een verbetering van de ontwatering en afwatering) die per landinrichtingsproject zijn uitgevoerd kan daardoor niet binnen een redelijk tijdsbestek uitgevoerd worden of is zelfs helemaal niet mogelijk.

De ligging en periode van uitvoering van ruilverkavelingswerken zijn centraal geregistreerd. Voor A2-werken (beekverbeteringen) geldt dat niet, waardoor de lokatie, intensiteit en periode van uitvoering van deze werkzaamheden moeilijk te inventariseren zijn.

Werkzaamheden die zijn uitgevoerd op initiatief van particulieren of waterschappen zijn nog moeilijker te achterhalen.

5.2 Methode

5.2.1 Inleiding

Er is uitgevoerd een - door de beperkte tijd - tentatieve inventarisatie van de mate waarin, verspreid over het onderzochte "hoge" (oostelijk en zuidelijk) deel van Nederland (zie figuur 3.1), de grondwaterstand onder cultuurgronden gedaald is. De gebruikte methode is gebaseerd op twee landelijke inventarisiestudies: (1) het onderzoek van de C.O.L.N., uitgevoerd in het begin van de jaren '50 en (2) het onderzoek van de LD-Werkgroep Inventarisatie Landbouw, weergegeven in het rapport: "Inventarisatie van de waterbeheersing" (Ton en Lourens, 1978).

5.2.2 C.O.L.N.-studie

Na de tweede wereldoorlog begon men steeds meer het nut in te zien van een goede landbouwwaterhuishouding ter verhoging van de landbouwproduktie. Dit leidde tot de oprichting van het Archief van Grondwaterstanden van T.N.O. en tot het instellen van de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (C.O.L.N.). Deze commissie, die tot taak had het bestuderen van het landbouwkundig belang van bepaalde grondwaterstanden, introduceerde in 1950 het plan om het grondwaterregime in Nederland systematisch in kaart te brengen. De kartering, gebaseerd op een gemiddelde winter- en een gemiddelde zomergrondwaterstand, was in 1955 voltooid.

In deze studie is gebruik gemaakt van die C.O.L.N-kaarten, waarop de gemiddelde diepte van de wintergrondwaterstand in de jaren '50 staat aangegeven. Op deze kaarten, met een schaal van 1 : 200.000, zijn 7 klassen aangegeven, namelijk:

0 - 20, 20 - 40, 40 - 70, 70 - 100, 100 - 140, 140 - 200 en > 200 cm minus maaiveld.

Per ecohydrologisch district zijn, m.b.v. overlays, oppervlakten van de volgende deelgebieden geïnventariseerd:

- (1) Gebied met een wintergrondwaterstand van 0 - 40 cm;
- (2) Gebied met een wintergrondwaterstand van 40 - 70 cm;
- (3) Gebied met een wintergrondwaterstand van > 70 cm;
- (4) Niet gekarteerd gebied.

De niet agrarische gebieden zijn niet gekarteerd. Dit zijn de stedelijke gebieden en de grote bos- en natuurgebieden.

De oppervlakten (1), (2) en (3) zijn tezamen gelijkgesteld aan alle cultuurgrond (= 100 %) in een ecohydrologisch district. De oppervlakten (1) + (2) geven bij benadering het oppervlakte landbouwkundig te natte cultuurgrond aan. Het criterium daarbij is dus een grondwaterstandsdiepte van 70 cm in de winter.

5.2.3 Inventarisatie van de waterbeheersing

In de inventarisatie van de waterbeheersing (Ton en Lourens, 1978) is getracht aan te geven, voor geheel Nederland, waar vanuit landbouwkundig oogpunt de knelpunten in de waterbeheersing liggen. Hiervoor is informatie betrokken van medewerkers van de Provinciale Onderzoeksafdelingen van de Landinrichtingsdienst. Hoewel er een groot aantal normen als richtlijn is opgegeven, is het niet uitgesloten dat er subjectieve elementen in de inventarisatiegegevens zitten. In combinatie met een door de Stiboka uitgevoerde bodemkundig-hydrologische inventarisatie (Haans en Van Soesbergen, 1977) is de ontwateringssituatie geïnventariseerd. De daarvoor gebruikte steekproefpunten waren echter niet allemaal recent.

De ontwateringssituatie is bij de inventarisaties op twee manieren benaderd. De Stiboka heeft op grond van steekproefpunten (1 per 100 ha) de grondwatertrappen bepaald. Voor iedere grondwatertrap

is, afhankelijk van de cultuurtoestand en bodemgesteldheid, een opbrengstdepressie vastgesteld. Op deze wijze kon per gemeente een gemiddelde opbrengstdepressie per ha worden berekend, welke maatgevend is voor de ontwateringstoestand. Voor een vergelijking met gegevens van de inventarisatie van de waterbeheersing is een depressiepercentage van meer dan 5 % beschouwd als onvoldoende ontwaterd. Bij de volgende grondwatertrappen is de ontwatering als onvoldoende beschouwd:

grasland:	I, II, III en V
bouwland:	I, II, III, III*, V en V*

Vervolgens zijn de oppervlaktecijfers "onvoldoende ontwaterd" van de Stiboka getoetst aan het kengetal 9 ("onvoldoende peilbeheersing") van de Inventarisatie van de Waterbeheersing. In die gevallen waarin uit de ontwateringscijfers van de Stiboka een minder slechte waardering blijkt dan uit het kengetal 9 (onvoldoende peilbeheersing) heeft een extra bestudering van de beschikbare gegevens plaatsgevonden.

5.2.4 Combinatie van de gegevens

Om per ecohydrologisch district te bepalen in welke mate er een afname van de oppervlakte natte cultuurgronden heeft plaatsgevonden, te beschouwen als een maat voor de verbetering van de ontwatering en afwatering, is de oppervlakte (in procenten) slecht ontwaterde cultuurgrond volgens de Inventarisatie van de waterbeheersing (situatie jaren '70 en eerder) vergeleken met de oppervlakte te natte cultuurgrond volgens de C.O.L.N-kaart (periode 1950 - 1955).

5.3 Resultaten en discussie

5.3.1 Resultaten en kanttekeningen

De resultaten van deze inventarisatie zijn opgenomen in bijlage 3A van hoofdstuk 3 en deels in bijlage 5A van dit hoofdstuk. De aldus berekende indicatie van de **omvang** van verbeteringen in de ontwatering en afwatering is omgerekend naar een **invloed** volgens de in paragraaf 3.4 beschreven sleutel.

Aan de voor de inventarisatie gebruikte methode kleven een aantal nadelen. De belangrijkste nadelen zijn:

(1) De situatie van de jaren '50 wordt vergeleken met de situatie in de jaren '70. De veranderingen t.g.v. ontwaterings- en afwateringswerken tussen halverwege de jaren '70 en heden zijn niet meegenomen. Daarnaast is voor de situatie van de jaren '70 gebruik gemaakt van de toenmalig beschikbare, veelal minder recente Gt gegevens, die grotendeels gebaseerd waren op profielkenmerken van de bodem.

(2) De manier waarop in de beide studies gegevens zijn verzameld en geïnterpreteerd, zijn verschillend, waardoor de gegevens minder goed vergelijkbaar zijn.

(3) De veranderingen (dalingen) in de grondwaterstand onder cultuurgronden zijn niet louter door ontwaterings- en afwateringswerken bewerkstelligd; ook andere ingrepen in de waterhuishouding kunnen een rol spelen. Met name van belang is (onbedoelde) ontwatering ten gevolge van grondwaterwinning.

(4) Bij de interpretatie van de C.O.L.N. gegevens zijn alle wintergrondwaterstanden van maximaal 70 cm beneden maaiveld opgevat als landbouwkundig te nat. Dit is niet voor elke situatie correct.

5.3.2 Alternatieve benaderingen

Om een inzicht te verkrijgen in de ernst van deze nadelen zijn enkele alternatieve benaderingen toegepast, waarvan de resultaten in bijlage 5A van dit hoofdstuk staan. Deze bijlage bevat de volgende gegevens:

Allereerst staan aangegeven: nummer en naam van het ecohydrologisch district, de omvang van de afname van de oppervlakte natte cultuurgrond (in % (I) en als staafdiagram (II)) volgens de hierboven beschreven methode, de weegfactor (III) waarmee de omvangsscore wordt vermenigvuldigd om de invloedsscore te verkrijgen en de invloedsscore zelf (IV en V, resp. uitgedrukt als getal en als staafdiagram).

In **kolom A** staat (per ecohydrologisch district) het relatieve oppervlak (in %) van de cultuurgronden dat in de jaren '50 zeer nat was, dat wil zeggen: een gemiddelde wintergrondwaterstand van max. 40 cm beneden maaiveld had.

In **kolom B** staat het relatieve oppervlak (in %) van de cultuurgrond dat in de jaren '50 nat was, dat wil zeggen: een gemiddelde wintergrondwaterstand van maximaal 70 cm beneden maaiveld had.

In **kolom C** staat het percentage cultuurgrond dat in de inventarisatie van 1978 als onvoldoende ontwaterd is aangeduid.

In **kolom D** staat aangegeven het percentage zeer natte cultuurgrond in de jaren '50 (Kolom A) minus het percentage cultuurgrond dat in de inventarisatie van 1978 als onvoldoende ontwaterd is aangeduid (Kolom C).

In **kolom E** staat aangegeven of in het district meer dan "ca. 40 mm grondwater per jaar wordt gewonnen". (Zie paragraaf 4.4.3.)

In **kolom F** staat aangegeven of er in het district **veel** oppervlaktewater aanwezig is (is dat niet het geval, dan is het **extensief** aanwezig of **afwezig**, zie hoofdstuk 3). De aanwezigheid van veel oppervlaktewater gaat dikwijls samen met een beheersbaar peil.

In **kolom G** is aangegeven of ontwatering door waterwinning van meer dan incidenteel belang is. Dit wordt geacht het geval te zijn voor districten waarin meer dan 40 mm grondwater wordt gewonnen en waar niet "veel" oppervlaktewater aanwezig is.

Voor een bruikbare alternatieve benadering kan worden uitgaan van het standpunt dat **alle** cultuurgronden in hoog Nederland met een gemiddeld winterpeil van < 40 cm in de jaren '50, inmiddels zijn ontwaterd.

Een indruk van de veranderingen sinds 1950 wordt dan gegeven door kolom A. Deze methode komt tegemoet aan nadeel nummer 1 (een nadeel dat een onderschatting inhoudt), maar overschat daarentegen waarschijnlijk de mate waarin de ont- en afwatering verbeterd is door het niet tegemoet komen aan nadeel nummer 3 en door het uitgangspunt.

Deze benadering kan ook toegepast worden met een gemiddeld winterpeil van 70 cm als uitgangspunt (kolom B). Het van kracht worden van nadeel 4 leidt dan echter tot een extra onnauwkeurigheid (overschatting).

Voor de ecohydrologische districten waarvoor in kolom D een (significant) positief getal (> 10) staat, is een **zekere** afname van de hoeveelheid natte cultuurgrond vastgesteld. Bezwaar (4) is hierbij ondervangen. Deze districten zijn in kolom H met een sterretje gemarkeerd. Het gaat om 35 districten. Voor die districten, waarvoor tevens in kolom E **niet** is aangegeven dat waterwinning **wel** een rol van belang speelt, bij de afname van het areaal natte cultuurgronden, is tegemoet gekomen aan de bezwaren (3) en (4) (die beide een overschatting van de ontwaterings- en afwateringswerken inhouden). Deze districten zijn in kolom I met een sterretje aangegeven. Het gaat hier om 30 van de 35 districten.

Slechts voor 5 van de 35 districten waar een duidelijke afname van de hoeveelheid natte cultuurgrond heeft plaatsgevonden (significant positieve score in kolom C) wordt waterwinning als mogelijke mede-oorzaak aangeduidt. Dit zijn de districten Gaasterland bij Nicolaasga (16), Woldstreek Oostvlak (25), Middelhoog van Smilde (33), Overijssels hoogveengebied ten noorden van de Vecht (40) en Dinkeldal Zuid (67).

Van de 117 onderzochte ecohydrologische districten hebben er 46 een significant negatieve score (< -10) in kolom D. Een negatieve score in kolom D betekent voor een ecohydrologisch district dat in de jaren '70 de oppervlakte onvoldoende ontwaterde cultuurgrond (volgens de normen van de Landinrichtingsdienst), groter was dan de oppervlakte gronden met in de jaren '50 een gemiddelde wintergrondwaterstand van 0 tot 40 cm onder maaiveld. Aangezien cultuurgronden sinds de jaren '50 in het algemeen zeker niet natter zijn geworden, geeft dit aan dat de gehanteerde norm ter beoordeling van de ontwatering in 1976 "droger" is dan de grenswaarde voor een wintergrondwaterstand van 40 cm onder maaiveld zoals die door de C.O.L.N. gekarteerd is.

Geconcludeerd kan worden dat de toegepaste (in paragraaf 5.2 beschreven) methode een niet onbetrouwbaar beeld biedt van de omvang van verbeteringen in de ontwatering en afwatering van landbouwgronden.

5.4 Literatuur

COLN: Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (1958): De landbouwwaterhuishouding van Nederland. COLN-TNO, Den Haag.

COLN: Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (1958): De landbouwwaterhuishouding in de provincie (alle provincies). COLN-TNO Den Haag.

Haans, J.C.F.M. en G.A. van Soesbergen (1977): Bodemkundig-hydrologische inventarisatie. Stiboka rapport nummer 1266, Wageningen.

Provincie Groningen (1987): Grondwaterplan.

Ton, H. en Lourens, J. (1978): Inventarisatie van de waterbeheersing. Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Werkgroep Afvoernormen (1980): Richtlijnen voor het berekenen van afwateringsstelsels in landelijke gebieden. Wageningen.

Werkgroep HELP-tabel (1987): De invloed van de waterhuishouding op de landbouwkundige produktie. Mededelingen Landinrichtingsdienst nummer 176, Utrecht.

Districtsomschrijving		I	II	III	IV	V	A	B	C	D	E	F	G	H	I
		ANC	ANC	Fweeg	Gew.	ANC	COLN en Invent.	v.d. Waterbeheersing	Winningen	Gebied	Winning	Score	Combinatie		
		Omvang			Invloed		Jaren '50	Jaren '50	Jaren '70	A-C	meer dan	oppervl.	van	kolom C	C > 10 en
nr	naam	in %	staaf		score	staaf	0 - 40 cm	0 - 70 cm	onv.ontw.		40 mm	water	belang	> 10	G niet ja
9	Fivelingo Oost	6	+	0.35	0.02	+	62	91	85	-23		Veel			
10	Fivelingo West	25	++	0.35	0.09	+	73	95	70	3		Veel			
11	Hunsingo	13	+	0.20	0.03	+	54	93	80	-26		Veel			
12	Westerkwartiergebied	16	+	0.35	0.06	+	81	96	80	1		Veel			
13	Keileemplateau, Frieslands's Lage Midden	16	+	0.35	0.05	+	78	96	80	-2 JA			JA		
14	Landaanwinning, Friesland's Lage Midden	25	++	0.10	0.03	+	98	100	75	23		Veel		*	*
15	Kuststrook Gaasterland	35	++	0.35	0.12	++	40	85	50	-10					
16	Gaasterland bij Nicolaasga	30	++	0.45	0.14	++	91	100	70	21 JA			JA	*	
17	Fries Veengebied	49	+++	0.10	0.05	+	96	99	50	46		Veel		*	*
18	Friese Wouden	45	+++	0.50	0.22	+++	71	95	50	21				*	*
19	Drents Keileemplateau matrix Noord	18	+	0.35	0.06	+	70	88	70	0					
20	Hondsrug Noord	18	+	0.50	0.09	+	27	43	25	2 JA			JA		
21	Hondsrug Zuid	-24	.	0.65	-0.16	.	3	6	30	-27 JA			JA		
22	Gronings Terpengebied Hunze-oerstroomdal	17	+	0.15	0.03	+	69	92	75	-6 JA		Veel			
23	Gronings. Terpengebied buiten Hunze...dal	69	++++	0.35	0.24	+++	50	89	20	30		Veel		*	*
24	Woldstreek Westvlak	33	++	0.50	0.16	++	48	73	40	8					
25	Woldstreek Oostvlak	74	++++	0.65	0.48	+++++	69	94	20	49 JA			JA	*	
26	Gr.Dr. Veenkolonieren Hunze-oerstroomdal N	21	++	0.50	0.11	++	19	61	40	-21					
27	Gr.Dr. Veenkolonieren, buiten Hunze Westvlak	19	+	0.30	0.06	+	36	79	60	-24		Veel			
28	Gr.Dr. Veenkolonieren, buiten Hunze Oostvlak	36	++	0.30	0.11	++	36	86	50	-14		Veel			
29	Beekdalcomplex Westerwolde	16	+	0.65	0.10	++	21	66	50	-29					
30	Rug Schoonlo-Sleen	10	+	0.65	0.07	+	7	20	10	-3					
31	Middelhoog van Hooghalen	57	+++	0.40	0.23	+++	21	67	10	11				*	*
32	Fr.Dr. Hoogveenengebied	41	+++	0.50	0.20	+++	31	81	40	-9					
33	Middelhoog van Smilde	60	++++	0.40	0.24	+++	40	80	20	20 JA			JA	*	
34	Stuwwal Woldberg	23	++	1.00	0.23	+++	26	53	30	-4					
35	Stuwwal Havelterberg	-3	.	1.00	-0.03	.	13	38	40	-28					
36	Middelhoog van Dwingelo	2	+	0.40	0.01	+	22	37	35	-13					
37	Zuidenveld West	83	+++++	0.15	0.12	++	74	93	10	64		Veel		*	*
38	Zuidenveld Oost	34	++	0.15	0.05	+	43	64	30	13		Veel		*	*
39	Hoogveenlandschap Zuidenveld Centraal	42	+++	0.50	0.21	+++	35	77	35	0					

Verdroging in Nederland. Deelrapport Ingrepn. Hoofdstuk 5. Bijlage 5A deelnummer 2

Districtsomschrijving		I	II	III	IV	V	A	B	C	D	E	F	G	H	I
		ANC	ANC	Fweeg	Gew.	ANC	COLN en Invent. v.d. Waterbeheersing				Winningen	Gebied	Winning	Score	Combinatie
nr naam		Omvang		Invloed			Jaren '50	Jaren '50	Jaren '70	A-C	meer dan	oppervl.	van	kolom C	C > 10 en
		in % staaf		score staaf			0 - 40	0 - 70	cm onv.ontw.		40 mm	water	belang	> 10	G niet ja
40	Overijssels Hoogveengebied N. v.d. Vecht	69	++++	0.65	0.45	+++++	67	94	25	42	JA		JA	*	
41	Gld.Ov. Zandgebied Oost	33	++	0.65	0.22	++	10	53	20	-10					
42	Gld.Ov. Zandgebied West	36	++	0.35	0.13	++	50	86	50	0		Veel			
43	Veen/poldergebied NW Overijssel	39	++	0.20	0.08	+	82	89	50	32		Veel		*	*
44	IJsseldelta	90	+++++	0.20	0.18	++	77	100	10	67		Veel		*	*
45	Overijsselse Vechtdal West	39	++	0.35	0.14	++	25	69	30	-5		Veel			
46	Veluwerand Noord	14	+	0.20	0.03	+	80	84	70	10		Veel			
47	Veluwe, overgangsgebied NW	-30	.	0.60	-0.18	.	22	50	80	-58	JA		JA		
48	Veluwe, Hierdensche Beek	-25	.	0.45	-0.11	.	18	45	70	-52					
49	Veluwe, Centraal Massief	-57	-	1.00	-0.57	----	0	13	70	-70					
50	Veluwezoom Oost	-5	.	0.60	-0.03	.	41	75	80	-39					
51	Veluwezoom West	3	+	0.60	0.02	+	60	88	85	-25					
52	IJsseldal Overijssel	12	+	0.20	0.02	+	48	77	65	-17		Veel			
53	IJsseldal Gelderland	-13	.	0.20	-0.03	.	22	57	70	-48		Veel			
54	Salland	50	+++	0.75	0.37	++++	46	85	35	11				*	*
55	Centraal Zandgebied Oost Gelderland	1	+	0.65	0.01	+	45	76	75	-30					
56	Dekzandgebied Midden Overijssel	32	++	0.50	0.16	++	43	72	40	3	JA		JA		
57	Overgangsgebied Stuwwal Holten	42	+++	0.55	0.23	+++	26	57	15	11				*	*
58	Stuwwal Haarler- en Holterberg	-8	.	0.80	-0.06	.	0	13	20	-20	JA		JA		
59	Gld.Ov. Zandgebied met ondiep Tertiair Terras	37	++	0.55	0.20	+++	47	77	40	7					
60	Keileemgebied Midden Twente	32	++	0.55	0.17	++	72	92	60	12				*	*
61	Ontgonnen Veengebied Vriezenveen	67	++++	0.15	0.10	++	61	87	20	41		Veel		*	*
62	Hoogveengebied Vriezenveen	46	+++	0.55	0.26	+++	41	76	30	11				*	*
63	Ov. Hoogveengebied m. ondiep Tertiair Terras	30	++	0.55	0.17	++	70	80	50	20				*	*
64	Overgangsgebied Stuwwal Kuiper- en Braamberg	34	++	0.55	0.19	++	58	84	50	8	JA		JA		
65	Stuwwal Kuiper- en Braamberg	23	++	0.80	0.18	++	24	53	30	-6	JA		JA		
66	Dinkeldal Noord	38	++	0.55	0.21	+++	11	58	20	-9					
67	Dinkeldal Zuid	38	++	0.55	0.21	+++	76	88	50	26	JA		JA	*	
68	Stuwwal Tankenberg	37	++	0.80	0.30	+++	68	92	55	13				*	*
69	Plateau van de Achterhoek: Terras	22	++	0.55	0.12	++	58	92	70	-12					
70	Plateau van de Achterhoek: Geul	-19	.	0.55	-0.10	.	50	71	90	-40	JA		JA		

Verdroging in Nederland. Deelrapport Ingrepen. Hoofdstuk 5. Bijlage 5A deelnummer 3

Districtsomschrijving		I	II	III	IV	V	A	B	C	D	E	F	G	H	I
		ANC	ANC	Fweeg	Gew.	ANC	COLN en Invent. v.d. Waterbeheersing				Winningen	Gebied	Winning	Score	Combinatie
		Omvang			Invloed		Jaren '50	Jaren '50	Jaren '70	A-C	meer dan	oppervl.	van	kolom C	C > 10 en
nr	naam	in %	staaf		score	staaf	0 - 40	0 - 70	cm onv.ontw.		40 mm	water	belang	> 10	G niet ja
71	Plateau van de Achterhoek: Winterswijk	10	+	0.55	0.06	+	73	100	90	-17					
72	Zandgebied Oost-Gelderland: Geul	-10	.	0.55	-0.06	.	40	80	90	-50	JA		JA		
73	Oude IJsselgebied Zuid	65	++++	0.30	0.20	++	47	75	10	37		Veel		*	*
74	Oude IJsselgebied Noord	0	+	0.10	0.00	.	16	50	50	-34		Veel			
75	Stuwwal Montferland	4	+	0.80	0.03	+	0	14	10	-10	JA		JA		
76	Zandgebied Stuwwal Montferland	28	++	0.75	0.21	+++	19	38	10	9					
77	Rivierstrangengebied Zevenaar	-10	.	0.35	-0.04	.	23	60	70	-47		Veel			
78	Rivierengebied Ooijpolder	-10	.	0.40	-0.04	.	67	80	90	-23		Veel			
79	Stuwwal van Nijmegen	-25	.	0.80	-0.20	-	26	35	60	-34	JA		JA		
80	Over-Betuwe	75	++++	0.10	0.07	+	30	85	10	20		Veel		*	*
81	Land van Maas en Waal	70	++++	0.10	0.07	+	52	80	10	42		Veel		*	*
82	Nederbetuwe	21	++	0.20	0.04	+	48	66	45	3	JA	Veel			
83	Rivierengebied: Amsterdam-Rijnkanaal	-52	-	0.20	-0.10	.	15	38	90	-75		Veel			
84	Rivierengebied: Kromme Rijn	-34	.	0.20	-0.07	.	25	41	75	-50	JA	Veel			
85	Utrechtse Heuvelrug: Overgang Vechtgebied	17	+	0.60	0.10	++	28	72	55	-27	JA		JA		
86	Utrechtse Heuvelrug: Centrale Deel	-37	.	0.80	-0.29	-	17	33	70	-53	JA		JA		
87	Utrechtse Heuvelrug: Gestuwde Deel	-36	.	0.80	-0.29	-	7	14	50	-43					
88	Gelderse Vallei: Overgangsgebied Heuvelrug	32	++	0.75	0.24	+++	55	82	50	5					
89	Gelderse Vallei	24	++	0.60	0.14	++	52	84	60	-8					
90	Eemvallei	20	++	0.20	0.04	+	95	100	80	15	JA	Veel		*	*
91	Het Gooi	-10	.	0.40	-0.04	.	20	40	50	-30	JA		JA		
92	Vechtplassengebied	30	++	0.20	0.06	+	93	100	70	23		Veel		*	*
93	Westelijk Weidegebied	16	+	0.20	0.03	+	66	86	70	-4	JA	Veel			
121	Alblasserwaard en Vijfheerenlanden	70	++++				98	100	30	68		Veel		*	*
144	Brabantse Wal	-45	-	0.50	-0.23	-	13	40	85	-72	JA		JA		
145	Zuidwest Brabant	-3	.	0.45	-0.01	.	31	62	65	-34	JA		JA		
146	Noordwest Brabant	61	++++	0.20	0.12	++	32	81	20	12		Veel		*	*
147	Biesbosch Zuid	66	++++	0.20	0.13	++	57	86	20	37		Veel		*	*
148	Land van Altena	71	++++	0.20	0.14	++	51	81	10	41	JA	Veel		*	*
149	Bommelerwaard	54	+++	0.20	0.11	++	52	84	30	22		Veel		*	*
150	Land van Heusden	20	+	0.10	0.02	+	50	80	60	-10		Veel			

Districtsomschrijving		I	II	III	IV	V	A	B	C	D	E	F	G	H	I
		ANC	ANC	Fweeg	Gew.	ANC	COLN en Invent.	v.d. Waterbeheersing	Winningen	Gebied	Winning	Score	Combinatie		
		Omvang			Invloed		Jaren '50	Jaren '50	Jaren '70	A-C	meer dan	oppervl.	van	kolom C	C > 10 en
nr	naam	in %	staaf		score	staaf	0 - 40 cm	0 - 70 cm	onv.ontw.		40 mm	water	belang	> 10	G niet ja
151	Centrale Slenk Noord	23	++	0.60	0.14	++	42	78	55	-13	JA		JA		
152	Gilze Rijen Hoog	26	++	0.65	0.17	++	16	51	25	-9					
153	Centrale Slenk Midden	-1	.	0.75	-0.01	.	30	54	55	-25	JA		JA		
154	Peel Zuid	36	++	0.45	0.16	++	39	61	25	14				*	*
155	Centrale Slenk Zuid	0	+	0.45	0.00	+	22	35	35	-13	JA		JA		
156	Leubeekgebied	7	+	0.45	0.03	+	16	27	20	-4					
157	Peelhorst Zuid	-26	.	0.25	-0.06	.	22	39	65	-43					
158	Peel Noord	31	++	0.00	0.00	.	37	56	25	12		Veel		*	*
159	Peelhorst Noord	35	++	0.25	0.09	+	22	55	20	2					
160	Venlo Slenk Noord	23	++	0.25	0.06	+	25	58	35	-10	JA		JA		
161	Maasdal Noord #1	-37	.	0.00	0.00	.	10	23	60	-50		Veel			
162	Noord Limburg's Rivierterras Noord	20	++	0.50	0.10	++	5	30	10	-5					
163	Venlo Slenk Zuid	-10	.	0.45	-0.05	.	16	40	50	-34					
164	Maasdal Noord #2	-14	.	0.20	-0.03	.	13	26	40	-27	JA	Veel			
165	Noord Limburgs Rivierterras Midden	-2	.	1.00	-0.02	.	17	28	30	-13	JA		JA		
166	Maasdal Noord #3	-16	.	0.15	-0.02	.	7	14	30	-23		Veel			
167	Noord Limburgs Rivierterras Zuid	23	++	0.65	0.15	++	42	53	30	12				*	*
168	Maasdal Midden Limburg	4	+	0.20	0.01	+	4	19	15	-11	JA	Veel			
169	Meynweggebied	-20	.	0.75	-0.15	.	0	0	20	-20	JA		JA		
170	Midden Limburg's Rivierterras Oost	-11	.	0.60	-0.07	.	9	19	30	-21					
171	Midden Limburg's Rivierterras West	8	+	0.45	0.03	+	6	18	10	-4	JA		JA		
172	Maasdal Zuid #1			0.10					10			Veel		Geen COLN	kartering
173	Maasdal Zuid #2			0.00					10		JA	Veel		Geen COLN	kartering
174	Lossgebied			0.35					10		JA		JA	Geen COLN	kartering
175	Krijtgebied Margraten			0.25					10		JA		JA	Geen COLN	kartering
176	Krijtgebied Vaals			0.25					10					Geen COLN	kartering
177	Drents Keileemplateau matrix Zuid	26	++	0.25	0.06	+	39	66	40	-1					
178	Gr.Dr. Veenkolonien Hunze-oerstroombdal Z	57	+++	0.35	0.20	++	13	72	15	-2		Veel			
179	Overijsselse Vechtdal Oost	53	+++	0.15	0.08	+	51	83	30	21		Veel		*	*

6 BEREGENING UIT HET GRONDWATER

6.1 Inleiding

In droge perioden kan de natuurlijke beschikbaarheid van water voor de gewasgroei (regenwater plus voeding vanuit het grondwater) ontoereikend zijn voor een optimale agrarische produktie. Kunstmatige beregening met grond- of oppervlaktewater wordt toegepast om dergelijke tekorten te voorkomen.

In het zeer droge jaar 1976 hebben zich ten aanzien van de watervoorziening van de land- en tuinbouw grote problemen voorgedaan. De toepassing van beregening in de land- en -tuinbouw is hierdoor in sterke mate gestimuleerd. Een mede hieraan ten grondslag liggende oorzaak is de toenemende intensivering in de land- en tuinbouw en het streven in droge perioden de bedrijfsrisicos zoveel mogelijk te beperken (SWLT, 1980).

De rendabiliteit van beregening uit het grondwater staat echter ter discussie. In een onderzoeksrapport van de Provincie Gelderland en Stichting proefstation voor de rundveehouderij, schapehouderij en paardenhouderij naar de rendabiliteit van beregening op melkveebedrijven (1985) wordt gesteld dat beregening van grasland bedrijfseconomisch onrendabel is voor alle bedrijfsgrootten en voor nagenoeg heel Gelderland, met uitzondering van een zeer beperkt gebied met zeer droogtegevoelige gronden. Van de in Nederland met grondwater beregenbare oppervlakte landbouwgrond is ca. 80 % grasland (situatie 1985, zie tabel 6.3).

Van belang voor deze studie is beregening uit het grondwater. Beregening veroorzaakt, plaatselijk, verlagingen van de grondwaterstand- en stijghoogte, verandert de intensiteit - en richting van stroming van het grondwater (bijvoorbeeld een afname van kwel) en beïnvloedt daarmee de kwaliteit van het grondwater (Van Lanen, 1983). De onttrekking van grondwater die hiervoor plaats vindt is gebonden aan het groeiseizoen en dus niet permanent en vindt op vele lokaties plaats; d.w.z. is "ruimtelijk diffuus". In deze twee eigenschappen onderscheidt beregening zich van de permanente onttrekkingen door drinkwaterleidingbedrijven en industrie. Daarnaast wordt voor beregening doorgaans minder diep onttrokken.

Een inventarisatie van kwantitatieve gegevens kan betrekking hebben op (1) de omvang, (2) de intensiteit en (3) de hydrologische effecten van beregening.

ad 1) Hoeveel kan er beregend worden uit het grondwater? Wat zijn lokaties en capaciteit van de apparatuur, wat voor oppervlaktes kunnen beregend worden?

Tellingen van arealen cultuurgrond die (uit het grondwater) beregend kunnen worden zijn meermaals door het Centraal Bureau voor de Statistiek uitgevoerd (o.a. in 1985). Provinciale overheden registreren lokaties en capaciteiten van beregeningsinstallaties.

ad 2) Hoeveel grondwater wordt er onttrokken?

Diverse modellen zijn beschikbaar voor het berekenen van de benodigde beregeningsgift voor verschillende meteorologische omstandigheden, bodems, gewassen en grondwaterstanden (o.a. Mülschlegel en Thunnissen, 1986; Eulen, 1986). De praktijk leert dat de werkelijke beregeningsgift niet louter wordt bepaald door de benodigde hoeveelheid water, maar mede door allerlei sociale factoren.

ad 3) Wat zijn de (eco)hydrologische effecten?

Het gekwantificeerd aangeven van hydrologische effecten is moeilijk. Er moet rekening worden gehouden met het seizoensgebonden karakter. Daarnaast spelen de aanwezigheid en het functioneren van het oppervlaktewater een grote rol. De effecten beïnvloeden niet alleen de grondwaterstijghoogte, -stand en kwelhoeveelheden. Een extra verlaagde grondwaterstand in de zomer kan, middels een hierdoor verhoogde mineralisatie in organische stof bevattende gronden, een verstoring van de nutriënten-huishouding veroorzaken.

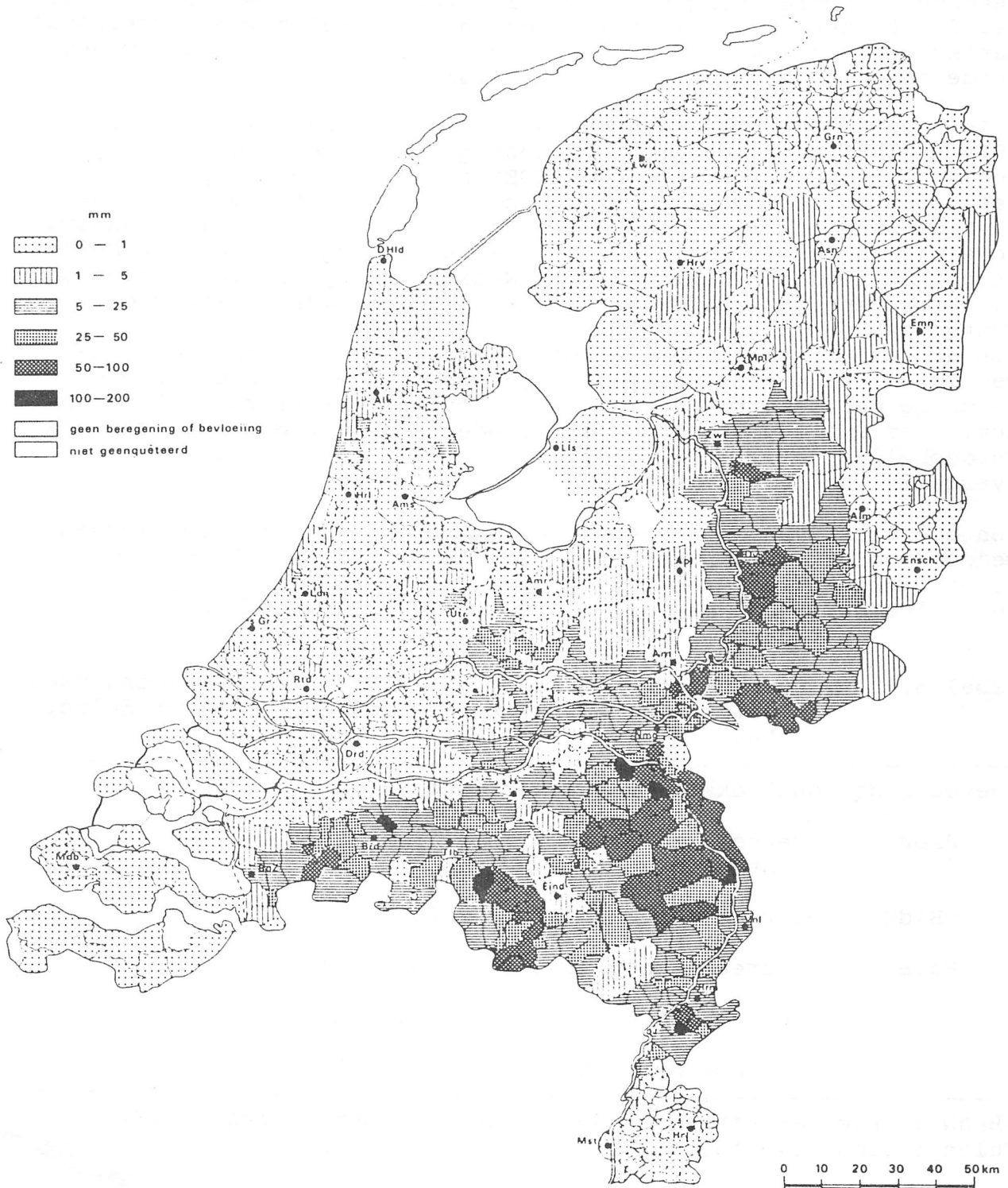
De hydrologische effecten kunnen in delen van Nederland (bijvoorbeeld bij de Groote Peel: Poelman, 1988) doorwerken tot in het volgend voorjaar en hoeven derhalve niet beperkt te zijn tot het (groei)seizoen waarin onttrokken wordt.

Om deze redenen is de uitgevoerde inventarisatie beperkt en is er afgezien van het - per ecohydrologisch district - schatten van hoeveelheden grondwater die ten behoeve van berekening worden onttrokken en van het kwantificeren van de hierdoor veroorzaakte hydrologische effecten.

6.2 Methode

De inventarisatie, op basis van de ecohydrologische districten, is gebaseerd op gegevens uit rapporten van eerder uitgevoerde landelijke inventarisaties van berekening. Met name uit de twee hieronder genoemde studies, respectievelijk uitgevoerd door het ICW en door Rijkswaterstaat, zijn gegevens geput.

Door Van Boheemen en De Wilde (1979) is een studie uitgevoerd naar de watervoorziening land- en tuinbouw in het droge jaar 1976. De daaruit afkomstige figuur 6.1 geeft de hoeveelheid grondwater die in 1976 is gebruikt voor berekening en bevloeiing, omgeslagen over



Figuur 6.1

Berekening en bevoeding met grondwater in 1976
(naar Van Boheemen en De Wilde, 1979)

de totale oppervlakte per gemeente.

In de periode april tot en met augustus van 1976 is, volgens deze studie, ca. 300 miljoen kubieke meter grondwater onttrokken ten behoeve van beregening en bevloeiing van open grond. Hiervoor zijn ca. 22.500 beregeningsinstallaties en ca. 3.650 bevloeiingsinstallaties gebruikt. Van de beregeningsinstallaties is ongeveer een derde deel in het onderzochte jaar aangeschaft.

Eulen (1986) heeft de toename van beregeningsmogelijkheden tussen 1976 en 1985 bestudeerd en berekeningen uitgevoerd met het hydrologisch-landbouwkundig model DEMGEN om benodigde beregeningshoeveelheden te berekenen. Hierbij is gebruik gemaakt van de indeling in Nederland in districten die in het kader van de beleidsanalytische studie Policy Analysis for the Watermanagement of the Netherlands. In figuur 6.2 zijn die PAWN-districten, waarvoor geldt dat de beregening met grondwater sterk is toegenomen, gearceerd weergegeven.

Het areaal dat beregend kan worden is sterk toegenomen met als gevolg dat de vraag naar beregeningswater, met name grondwater, in droge perioden tijdens het groeiseizoen ook sterk is toegenomen. Voor extreem droge omstandigheden betekent dit meer dan een verdubbeling van de onttrekking van grondwater voor beregening (vergelijking 1976 - 1985).

Een overzicht van de hoeveelheden die in beide rapporten worden genoemd wordt gegeven in tabel 6.1. De cijfers van Eulen (1986) geven waarschijnlijk een kleine overschatting (ca. 10 %) van de hoeveelheden (mond. med. P. Kusse, Landinrichtingsdienst).

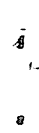
Tabel 6.1 Hoeveelheden beregening met grondwater volgens twee studies (Van Boheemen en De Wilde, 1979: en Eulen, 1986)

Hoeveelheden onttrokken grondwater in miljoen m³.

Bron	meteorologische omstandigheden	1976	1985
vB&dW	extreem droog jaar	299	---
Eulen	extreem droog jaar	269	614
	10 % droog jaar	159	221
	gemiddeld jaar	109	210

vB&dW : inventarisatie van de hoeveelheid beregening in 1976
 Eulen : simulatie met gegevens van 1976 en van 1985

6



1

Toename in de onttrekkingen aan het grondwater
t.b.v. berekening van cultuurgrond (naar Eulen,
1986)

Uitgaande van deze twee studies, de eerste op (ruimtelijke) basis van gemeentes, de tweede op basis van PAWN-districten, is een inventarisatie gemaakt op basis van de ecohydrologische districten, zoals besproken in hoofdstuk 3. Deze inventarisatie geeft een beeld van de (geschatte) hoeveelheden grondwater die in een extreem droge zomer onttrokken kunnen worden, uitgaande van de huidige (1985) "beregenings-infrastructuur". De resultaten hiervan zijn opgenomen in figuur 6.3, in bijlage 3A van hoofdstuk 3 en in tabel 6.2.

Tabel 6.3 Relatie tussen beregeningshoeveelheid en score.

Gift (mm)	Score (cijfer)	Score (staafdiagram)
0 of 1	0	.
2 t/m 15	1	+
16 t/m 31	2	++
32 t/m 47	3	+++
48 t/m 63	4	++++
64 t/m 79	5	+++++
80 en hoger	6 of meer	*****

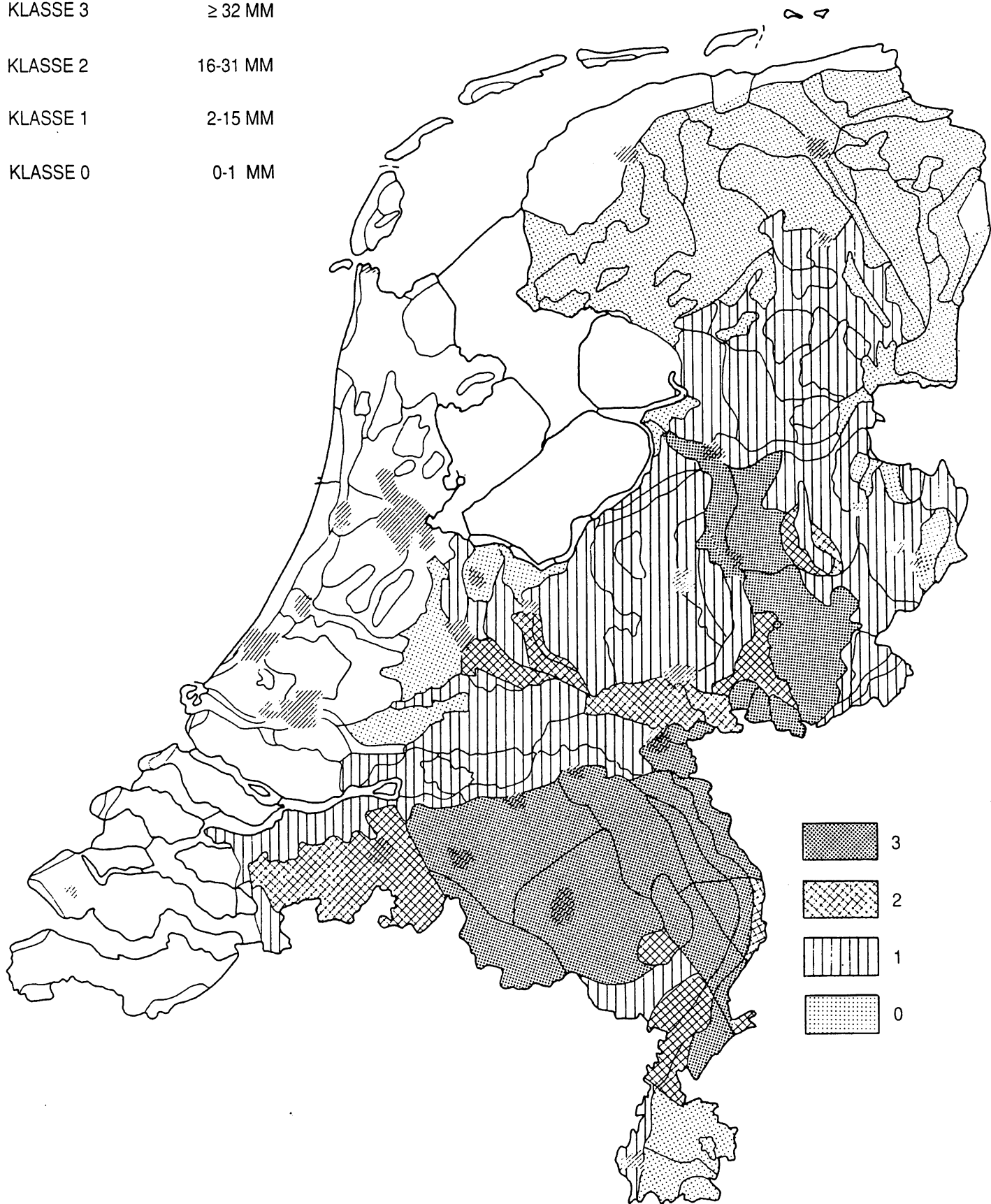
Deze cijfers zijn verkregen door per ecohydrologisch district een beregeningshoeveelheid voor 1976 te bepalen m.b.v. de kaart (figuur 6.1) van Van Boheemen en De Wilde. Deze hoeveelheid werd vervolgens vermenigvuldigd met een faktor (tussen 1.0 en 2.0) die is bepaald met de kaart van Eulen (figuur 6.2). De aldus verkregen hoeveelheden (in mm) zijn omgerekend naar staafdiagrammen volgens de rekenregel:

- Als $mm > 1$ dan:
score = truncate[(mm * 2.5) / 40] + 1,
- als $mm = 0$ of $mm = 1$ dan:
score = 0.

De toepassing van deze rekenregel leidt tot de scores in bijlage 3A van hoofdstuk 3.

De achterliggende gedachte voor het hanteren van een grens van 80 mm voor de score +++++ (in vergelijking met de grens voor permanente onttrekkingen betekent dit een vermenigvuldiging met 2.5) is dat beregening slechts in enkele maanden van het jaar plaatsvindt.

KLASSE 3	≥ 32 MM
KLASSE 2	16-31 MM
KLASSE 1	2-15 MM
KLASSE 0	0-1 MM



Figuur 6.3 Omvang van berekening met grondwater per ecohydrologisch district (uitgaande van de "berekeningsinfrastructuur" van 1985 en van een extreem droge zomer)

6.3 Conclusies

Het kaartbeeld van figuur 6.3 maakt duidelijk dat verdroging door beregening met name te verwachten valt in de Achterhoek, Salland, de oostelijke Betuwe, en op de zandgronden van Noord-Brabant en Limburg. Lokaal kan beregening ook elders bijdragen aan verdroging.

De toename van beregening uit het grondwater tussen 1950 en heden kan worden benaderd door e.e.a. van het hiervoor besprokene te vergelijken met gegevens die door het Centraal Bureau voor de Statistiek in 1958 en 1961 zijn verzameld en door Baars (1965) zijn geïnterpreteerd. Figuur 6.4 geeft de beregenbare oppervlakte in procenten van de totale oppervlakte aan cultuurgrond per gemeente in 1961. In figuur 6.5 is aangegeven in welke mate hiervoor grondwater is gebruikt.

Bij vergelijking van gegevens van 1961 met die van 1958 blijkt dat de beregening in de landbouw in deze periode sterk is toegenomen, vooral in de droge zomer van 1959 en in het droge voorjaar van 1960. Het meest opvallend waren de uitbreidingen in de veenkolonies (van 160 tot 5060 ha) en in de Noordoostpolder (van 10 tot 1.300 ha).

De totale beregenbare oppervlaktes in die jaren staan in tabel 6.3 weergegeven. Hieruit blijkt een toename van de uit grondwater beregenbare landbouwgronden van ca. 3.700 ha in 1958 naar 151.000 ha in 1985. Dit is een toename met een factor 40.

Als de 151.000 ha uit Eulen 10 % overschat is bedraagt de werkelijk beregenbare oppervlakte landbouwgrond in 1985 ca. 136.000 ha en is er sprake van een toename met een factor 36.

In tabel 6.4 zijn gegevens over oppervlaktes en hoeveelheden in 1976 en 1985 gecombineerd met de oppervlaktegegevens van 1958. Dit geeft een schatting van de omvang in volume van de onttrekking van grondwater ten behoeve van beregening in 1958.

Dit geeft een reëel beeld van de toename, tussen 1950 en heden, van de onttrekking van grondwater ten behoeve van de beregening van landbouwgronden.

Tabel 6.3 Oppervlaktes beregenbare cultuurgrond vroeger en nu.

Beregenbaar uit grond- of oppervlaktewater (oppervlakte in ha)

	1958	1961	1976	1985
Grasland			184.000	273.000
Akkers			42.000	70.000
Landbouw- gronden	4.650	25.300	226.000	343.000
Tuinbouw- gronden	8.900	19.300	30.000	53.000
Totaal	13.550	44.600	256.000	386.000

Beregenbaar uit grondwater (oppervlakte in ha)

	1958 *	1961	1976	1985
Grasland			52.000	122.000
Akkers			10.000	29.000
Landbouw- gronden	3.720		62.000	151.000
Tuinbouw- gronden	7.120		8.000	19.000
Totaal	10.840		70.000	170.000

* Hiervoor is 80 % genomen van de totale beregenbare oppervlakte.
 1958 en 1961 uit Baars (1965)
 1976 en 1985 uit Eulen (1986) (Waarschijnlijk 10 % overschatting)

Tabel 6.4 Omvang van beregning met grondwater (miljoen m³/jaar)

Oppervlakte met grondwater beregenbare cultuurgrond (ha)			
1958		1976	1985
10.840		70.000	170.000

Hoeveelheid onttrokken grondwater (miljoen m³)

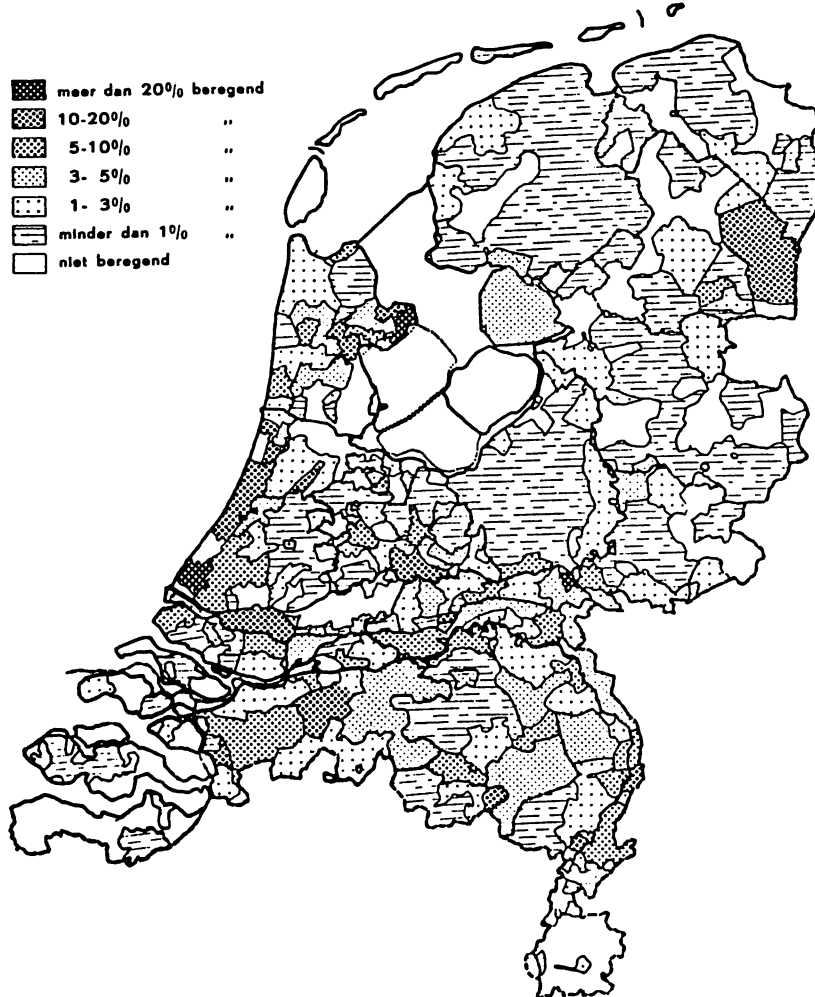
1958			1976			1985		
ED	10%	GJ	ED	10%	GJ	ED	10%	GJ
42	25	17	269	159	109	614	221	210

Hoeveelheid water per oppervlakte grond (m³/ha)

1958			1976			1985		
ED	10%	GJ	ED	10%	GJ	ED	10%	GJ
3843	2271	1557	3843	2271	1557	3611	130	1235

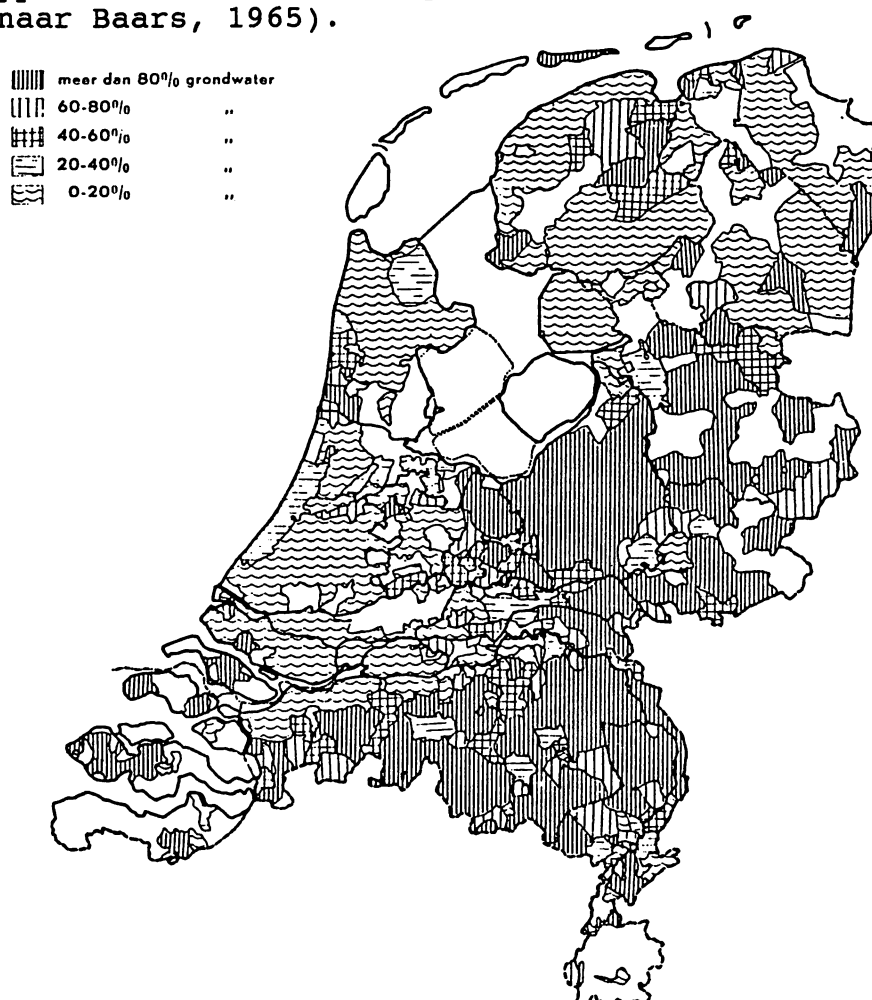
42 (onderstreept): schatting
 ED extreem droog jaar
 GJ gemiddeld jaar

3843 aanname
 10% 10 % droog jaar



Figuur 6.4

Beregenbare oppervlakte in % van de totale oppervlakte aan cultuurgrond per gemeente in 1961 (naar Baars, 1965).



Figuur 6.5

Watervoorziening ten behoeve van beregening in 1961 (naar Baars, 1965).

6.4 Literatuur

Baars, C. (1965): Gegevens over kunstmatige beregening in Nederland. Tijdschrift Cultuurtechniek, 2de jaargang, nr. 6, Reflex, Rotterdam.

Boheemen, P.J.M. van en J.G.S. de Wilde (1979): Watervoorziening land- en tuinbouw in het droge jaar 1976. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, regionale studies nr. 15, Wageningen.

Eulen, J.R. (1985): Ontwikkelingen in de beregening van het landbouwareaal. Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren, DBW/RIZA rapport nr. 86.48, Lelystad.

Lanen, H.A.J. van (1983): Beregening uit het grondwater op hogere gronden en het effect daarvan op lagere gronden. Tijdschrift H₂O (16), 1983 nr. 16.

Mülschlegel, J. en H. Thunnissen (1986): Hydrologische effecten van beregening uit grondwater in een studiegebied in midden en west Noord-Brabant; model verzadigde grondwaterstroming. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, rapport nr. 840358001, Bilthoven.

Poelman, A. (1988): Modelstudie de Groote Peel. Staatsbosbeheer Utrecht.

Stichting proefstation voor de rundveehouderij, schapenhouderij en paardenhouderij en Provincie Gelderland, Dienst Waterbeheer (1985): Rendabiliteit van beregening op melkveebedrijven en waterbehoefte van Gelderse landbouwgronden. Dienst Waterbeheer Provincie Gelderland, Arnhem. Eindrapport, commentaren, reacties en aanvullende resultaten. Onderbouwd door 5 basisrapporten van diverse auteurs.

SWLT: Studiecommissie Waterbehoefte Land- en Tuinbouw (1980): Aanvullende watervoorziening van de land- en tuinbouw. Ministeries L & V en V & W, Den Haag/Utrecht.

Wilde, J.G.S. de, A.H. Ryhiner en Th. J. Linthorst (1977): Beregening en bevoeiing in Nederland in het droge jaar 1973. ICW verspreide overdruk 196, uit Landbouwk. Tijdschrift (89), 4, 1977.

Wilde, J.G.S. de en Th. J. Linthorst (1977): Beregening en bevoeiing in Nederland in het zeer droge jaar 1976. ICW verspreide overdruk 212, uit Landbouwk. Tijdschrift 3, 1978.

Tienstra, H. (1982): Beregening in Overijssel. Tijdschrift H₂O (15), 1982 nr. 17.

7 ANALYSE VAN OORZAKEN VAN VERDROGING

7.1 Inleiding

Ontwatering, afwatering, peilbeheer, ontrekkingen en een reeks van andere maatschappelijke activiteiten grijpen in op de grondwaterhuishouding. Met elkaar vormen zij de oorzaken van de verdroging van natuur en landschap zoals die is gedefiniëerd en gekwantificeerd in deze studie. In de huidige studie is de analyse van het verband tussen de ingrepen in de grondwaterhuishouding en de gevolgen voor natuur, bos en landschap, gericht op het scheppen van een ruimtelijk gedifferentieerd landelijk beeld. Dit houdt in: een in kwantitatieve termen gestelde beschrijving van de samenhang tussen de mate van verdroging van natuur en landschap enerzijds en de omvang en hydrologische invloed van de ingrepen in de grondwaterhuishouding anderzijds.

De ecohydrologische districten fungeren als ruimtelijke basiseenheid waarbinnen verbanden tussen ingrepen en effecten worden gelegd (zie hoofdstuk 3). Verschillende districten vormen tezamen zogenaamde geomorfologische eenheden welke een intern min of meer gelijkvormige geohydrologische opbouw en landschapsvorm hebben (zie figuur 7.1).

7.2 Methode

De uiteenlopende aard en kwaliteit van de basisgegevens en de beperkte kennis van de mechanismen die leiden tot daling van de grondwaterstand en verandering van het watertype in de verschillende ecohydrologische districten, hebben er toe geleid dat toepassing van statistische analyses op de resultaten van de effect- en ingrepenbeschrijving niet verantwoord is. De relatieve bijdrage van elk van de ingrepen aan een eenheid daling van de grondwaterstand kan met de huidige kennis en inzichten niet op verantwoorde wijze worden berekend. Als alternatief voor deze aanpak is daarom gekozen voor een zogenoemde **confrontatie-analyse**.

Deze benadering houdt in dat de gegevens die beschikbaar zijn op het niveau van de ecohydrologische districten zijn samengevoegd in grotere ruimtelijke eenheden en in samenhang zijn beschreven. Hiervoor zijn de geomorfologische eenheden gebruikt. Het totaalbeeld van de effectgegevens binnen een geomorfologische eenheid is daarbij geconfronteerd met het totaalbeeld van de ingreepgegevens.

Deze aanpak is gehanteerd voor de districten waarvoor zowel effect- als ingreepbeschrijvingen per ecohydrologisch district beschikbaar zijn. Dit is het geval voor het oosten, midden en zuiden van het land ("hoog"-Nederland). Voor het merendeel van de districten in het noorden en westen van het land ("laag"-Nederland) is niet een zelfde volledige beschrijving van de omvang en invloed van ingrepen per ecohydrologisch district

beschikbaar. De analyse voor dit gedeelte van Nederland berust dientengevolge op een meer globale benadering.

7.3 Complicaties in de analyse

De manier waarop de ingrepen zijn beschreven, als gevolg van de aard van de beschikbare gegevens, heeft tot twee complicaties in de oorzaak-analyse geleid. Ten eerste is de afname van natte cultuurgronden niet in alle districten eenduidig te wijten aan werken ter verbetering van ontwatering en afwatering of aan veranderd peilbeheer. De daling van de grondwaterstand van cultuurgronden kan in een aantal districten ook (mede) het gevolg zijn van de invloed van permanente ontrekkingen en ontrekkingen ten behoeve van beregening. De analyse heeft zich derhalve in eerste instantie gericht op het identificeren van de districten waar de invloed van permanente ontrekkingen afwezig tot gering is. In deze districten worden de effecten geacht het gevolg te zijn van de combinatie van veranderde ontwatering en afwatering en eventueel van het gebruik van beregeningsinstallaties. Om een indruk van de rol van de laatste factor te krijgen, wordt vervolgens gekeken naar de relatieve omvang van het opgesteld vermogen. Op deze wijze wordt een deel van Nederland geïdentificeerd waar de afname van natte cultuurgronden overwegend (naast lokaal spelende ingrepen) het gevolg is van gewijzigde ontwatering, afwatering en/of peilbeheer.

Op vergelijkbare wijze kunnen districten worden geïdentificeerd waar de invloed van respectievelijk permanente ontrekkingen en ontrekkingen voor beregening de belangrijkste ingreep zijn. In de resterende districten wordt de verdroging geacht veroorzaakt te zijn door combinaties van ingrepen.

De tweede complicatie is dat de scoreschalen ingreep -specifiek zijn gedefiniëerd. Dat wil zeggen dat de klassen van invloed van permanente onttrekking en van de afname van natte cultuurgronden niet per district onderling mogen worden vergeleken. Wel mag worden geconstateerd dat een bepaald type ingreep geen tot vrijwel geen invloed (klasse 0 en 1), een grote invloed (klasse 4), of een matig grote invloed (klasse 2 en 3) uitoefent op de hydrologie van het district.