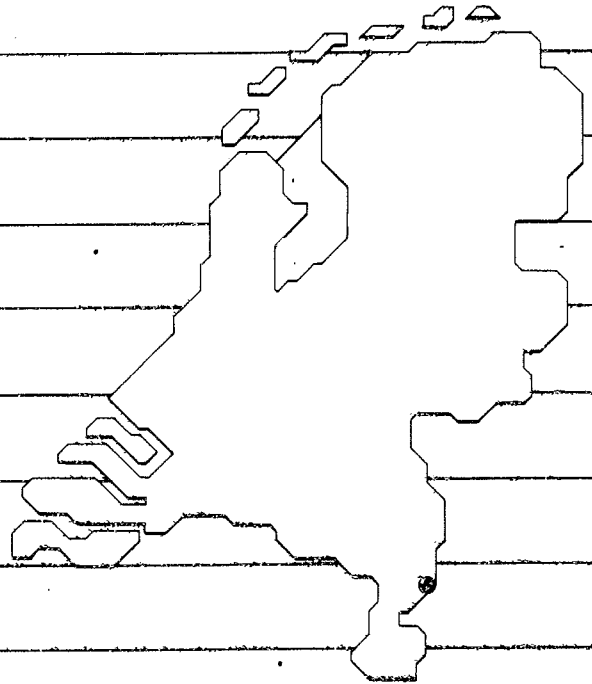


Geohydrologisch interimrapport
verdrogingsonderzoek nationaal park

Meinweg



Rapportnr.: OS 88 - 04

GEOHYDROLOGISCH INTERIMRAPPORT
VERDRÖGINGSONDERZOEK NATIONAAL PARK MEINWEG

Auteurs : Drs. S. Bloemendaal, Ir. H.L.M. Rolf
Opdrachtgever : Staatsbosbeheer
Rapportnr. : OS 88-04
Datum : maart 1988

DIENST GRONDWATERVERKENNING TNO
Delft/Oosterwolde

INHOUD

LIJST VAN FIGUREN
LIJST VAN TABELLEN
LIJST VAN BIJLAGEN

1. INLEIDING
2. DOELSTELLING
3. OVERZICHT EERDER UITGEVOERDE ONDERZOEKEN
4. NEERSLAG EN VERDAMPING
5. OPPERVLAKTEWATER
6. GEOLOGISCHE OPBOUW
7. GEOHYDROLOGISCHE SCHEMATISATIE
8. GEOHYDROLOGISCHE PARAMETERS
9. GRONDWATERSTIJGHOOGTEN EN -BEWEGING
10. GRONDWATERWINNING
11. RELATIE STIJGHOOGTEVERLOOP MET GRONDWATERWINNING
EN NEERSLAGOVERSCHOT
12. EVALUATIE TOEPASSING MODELSTUDIE
13. BEVINDINGEN EN CONCLUSIES
14. LITERATUUR

LIJST VAN FIGUREN

- Figuur 1. Lokatiekaart onderzoekgebied
- Figuur 2. Neerslag, Penman-verdamping en neerslagoverschot periode 1951-1980
- Figuur 3. Tabel van boven-tertiaire en kwartaire formaties, gerangschikt naar ouderdom en genese.
- Figuur 4. Schematische geohydrologische opbouw Meinweggebied
- Figuur 5. Diepte zoet-zout grensvlak t.o.v. NAP in meters
- Figuur 6. Dikte Meinwegklei in meters
- Figuur 7. Basis eerste watervoerend pakket ten opzichte van NAP in meters
- Figuur 8. Doorlatendheidsbepaling uit boorbeschrijvingen van het eerste watervoerend pakket

LIJST VAN TABELLEN

- Tabel 1. Doorlaatvermogen (kD) van WVPI, geschat uit boorbeschrijvingen
- Tabel 2. Grondwaterwinning in de omgeving van het Meinweggebied

LIJST VAN BIJLAGEN

- Bijlage 1. Globale isohypsen freatisch grondwater
- Bijlage 2. Isohypsenpatroon in 1963 van het Duitse Meinweggebied.
- Bijlage 3. Isohypsenpatroon in 1973 van het Duitse Meinweggebied.
- Bijlage 4. Stijghoogteverloop in peilput 58G P45 en peilput D7 te Duitsland
- Bijlage 5. Grondwaterwinning in de omgeving van het Meinweggebied

1. INLEIDING

Bij brief d.d. 15 oktober 1986 verleende Staatsbosbeheer aan de Dienst Grondwaterverkenning TNO opdracht tot het samenstellen van een geohydrologisch interimrapport betreffend een verdrogingsonderzoek in het Nationaal Park Meinweg (fig. 1).

Het Nationaal Park Meinweg dat zuidoostelijk van Roermond langs de Nederlands-Duitse grens ligt, is een gebied dat in oostelijke richting afhelt. Het hoogste punt ligt ongeveer op 80 meter + NAP, nabij Herkenbosch is de hoogteligging circa 30 meter + NAP.

In de laatste vijftien jaar worden veranderingen in de vegetatie waargenomen die duiden op verdroging van het gebied. Met name is dit waargenomen in de in het gebied aanwezige vennen.

Teneinde inzicht in de verdrogingsproblematiek te verkrijgen zijn door de Rijks Geologische Dienst en de Dienst Grondwaterverkenning TNO in de periode 1983-1986 deelonderzoeken uitgevoerd, die geologische en geohydrologische aspecten van het gebied belichten. Het voorliggende rapport geeft een synthese van de uit deelrapporten verkregen geohydrologische informatie over het gebied.

2. DOELSTELLING

Ter afsluiting van het verdrogingsonderzoek in het Nationale Landschap Meinweg (figuur 1) worden de uit de deelonderzoeken beschikbaar gekomen gegevens verwerkt in een interimrapport, zodat een integraal beeld ontstaat van de geohydrologische opbouw en het grondwaterregime. Dit rapport legt tevens de uitgangssituatie vast tegen welke achtergrond de berekening van eventuele effecten van grondwaterwinningen kunnen worden beoordeeld.

Om deze doelstellingen te verwezenlijken zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Evaluatie van resultaten deelonderzoeken, alsmede actualisering en bewerking van gegevens
- Geohydrologische schematisering van de ondergrond, alsmede schatting van kD-waarden uit boorbeschrijvingen
- Vervaardigen van een freatische isohypsenkaart
- Evaluatie toepassing modelstudie.

N.B.: Een aanvullende statistische analyse van de stijghoogtereeks put D7 (Straelen, BRD) bleek niet mogelijk.

4. NEERSLAG EN VERDAMPING

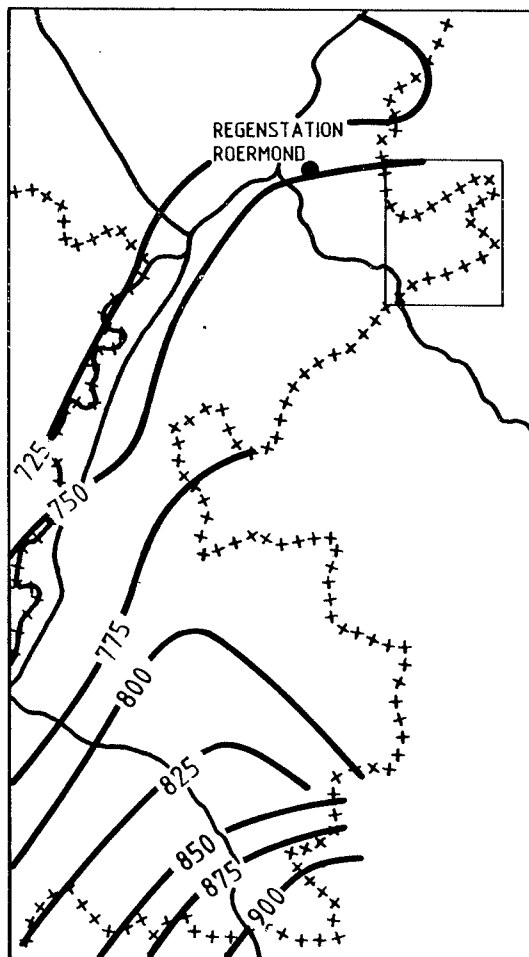
De neerslaghoeveelheden in het Meinweggebied zijn bekend van het neerslagstation Roermond, waar vanaf 1947 waarnemingen zijn verricht. Het dichtsbijzijnde verdampingsstation is gelegen in Venlo met waarnemingen vanaf 1932.

Over de tijdsperioden 1931-1960 en 1951-1980 is door het KNMI voor verschillende stations in Nederland het gemiddelde van neerslag en verdamping bepaald. De neerslag en verdampingshoeveelheden voor het Meinweggebied kunnen worden afgeleid uit de isolijnenkaarten voor neerslag en verdamping, welke voor de periode 1951-1980 zijn weergegeven in fig. 2.

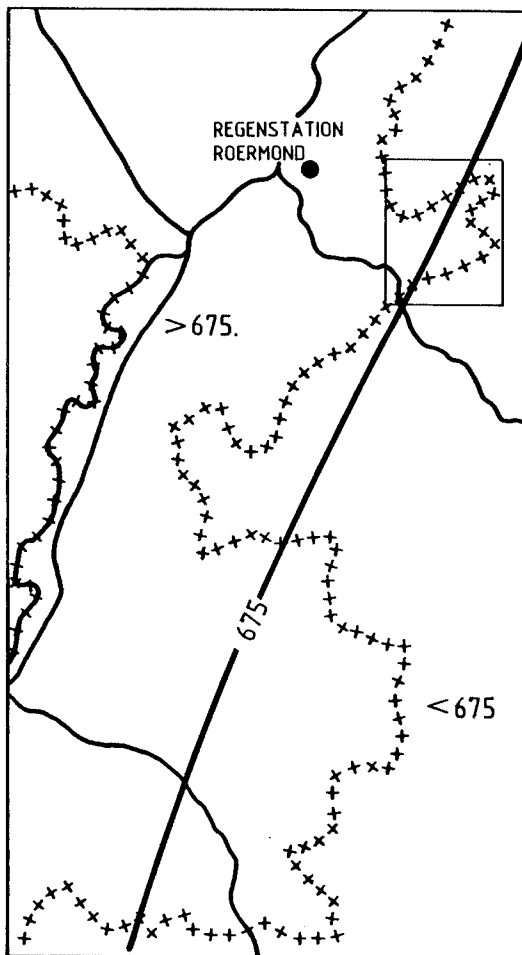
De gemiddelde neerslag in het Meinweggebied bedroeg in de periode 1951-1980 765 mm/jaar, terwijl dit voor de periode 1931-1960 670 mm/jaar was. Evenzo was de openwaterverdamping in de periode 1951-1980 675 mm/jaar en in 1931-1960 700 mm/jaar.

In de periode (1951-1980) was het neerslagoverschot - het verschil tussen neerslag minus 0.7 maal de openwaterverdamping - ruim 100 mm/jaar hoger dan in de eerste periode (1931-1960).

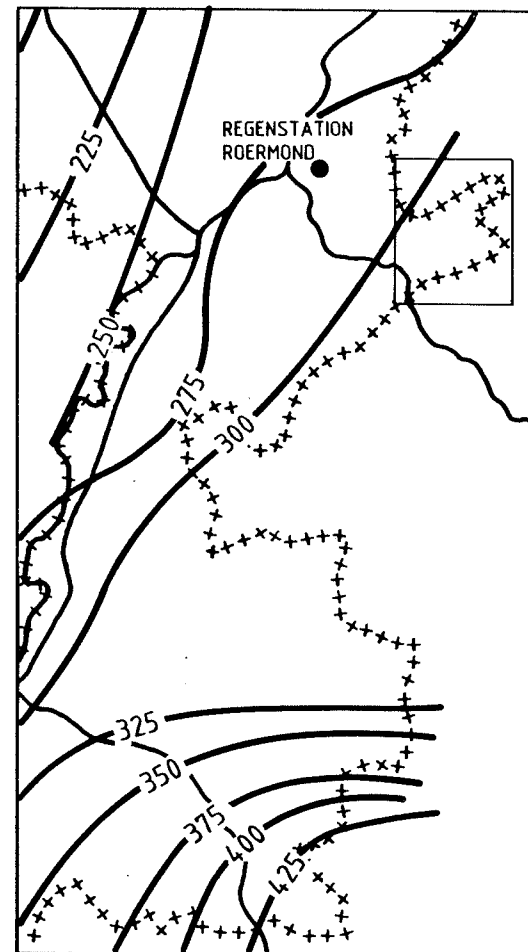
De jaarlijkse variatie in de neerslag is groter dan de variatie in de openwaterverdamping, zodat de variatie in de nuttige neerslag voor een groot deel toe te schrijven is aan de variatie in de neerslag.



a) Gemiddelde hoeveelheid neerslag per jaar in mm (N)



b) Gemiddelde hoeveelheid verdamping per jaar in mm (Eo) berekend volgens Penman



c) Gemiddeld 'neerslagoverschot' per jaar in mm ($N - 0,7 E_o$)

SCHAAL 1 : 500.000

FIG. 2 NEERSLAG, PENMAN-VERDAMPING EN NEERSLAGOVERSCHOT OVER DE PERIODE 1951-1980 (Bron: Klimaatatlas van Nederland)

5. OPPERVLAKTEWATER

Het Meinweggebied wordt in het noorden en zuiden begrensd door respectievelijk de Boschbeek en Rode Beek. De afvoer van deze beken is niet bekend, doch in de Boschbeek is een tweetal peilschalen aanwezig, welke sinds 1959 gemeten worden. Beide beken zijn permanent watervoerend. De dalbodems zijn drassig doordat zij het freatisch grondwaterniveau aansnijden.

In het gebied komt voorts een aantal vennen voor, welke gelegen zijn aan de westkant van de breuken, die het gebied in drie schollen verdelen.(fig.1) Deze vennen hebben hun ontstaan te danken aan het feit, dat in topografisch laag gelegen gebieden de freatische grondwaterspiegel tot aan het maaiveld reikt.

Het Elfenmeer watert af op de Boschbeek door middel van een aantal sloten die in de vorige eeuw zijn gegraven. De waterstand wordt eveneens geregistreerd door middel van een peilschaal. De beekprofielen in de benedenloop van de Boschbeek en Rode Beek zijn ingemeten door het Waterschap Roer en Overmaas (8).

Chronostratigrafie			Afzettingen in verband met landijs		Afzettingen van lokale herkomst		Afzettingen van grote rivieren		Afzettingen in zee en bij de kust			
			N	Z	N	Z	N	Z	N	Z		
KWARTAIR	PLEISTOCEEN	HOLOCEEN				F.v. Kootwijk F.v. Singraven F.v. Griendtsveen		Betuwe Form.		Westland Form.		
		BOVEN	Weichselien			F.v. Twente		Formatie van Kreftenheye				
			Eemien			F.v. Asten				Eem Formatie		
		MIDDEN	Saalien	F.v. Drente			F.v. Eindhoven					
			Holsteinien									
			Elsterien	F.v. Peelo					Formatie van Urk	Form. van Veghel		
			Cromerien complex									
		ONDER	Menapien					Form. v. Kedichem	Form. v. Enschede	Form. v. Sterksel		
			Waalien						Form. v. Kedichem			
			Eburonien						Form. v. Harderwijk			
			Tiglien						Form. v. Tegelen			
			Praetiglien							Man-weg klei		Formatie van Maassluis
		TERTIAIR	PLIOCEEN	Boven (Reuverien)					Form. v. Scheemda	Kiezelooliet Form.		Formatie van Oosterhout
				Onder (Brunssumien)								
			MIOCEEN	Boven				afz. v. Vrijherenberg				
				Midden				form. v. Heksenberg				
				Onder				afz. v. Kakert				Formatie van Breda
OLIGOCEEN										Formatie van Veldhoven		

Figuur 3. Tabel van boventertiaire- en kwartaire formaties, gerangschikt naar ouderdom en genese

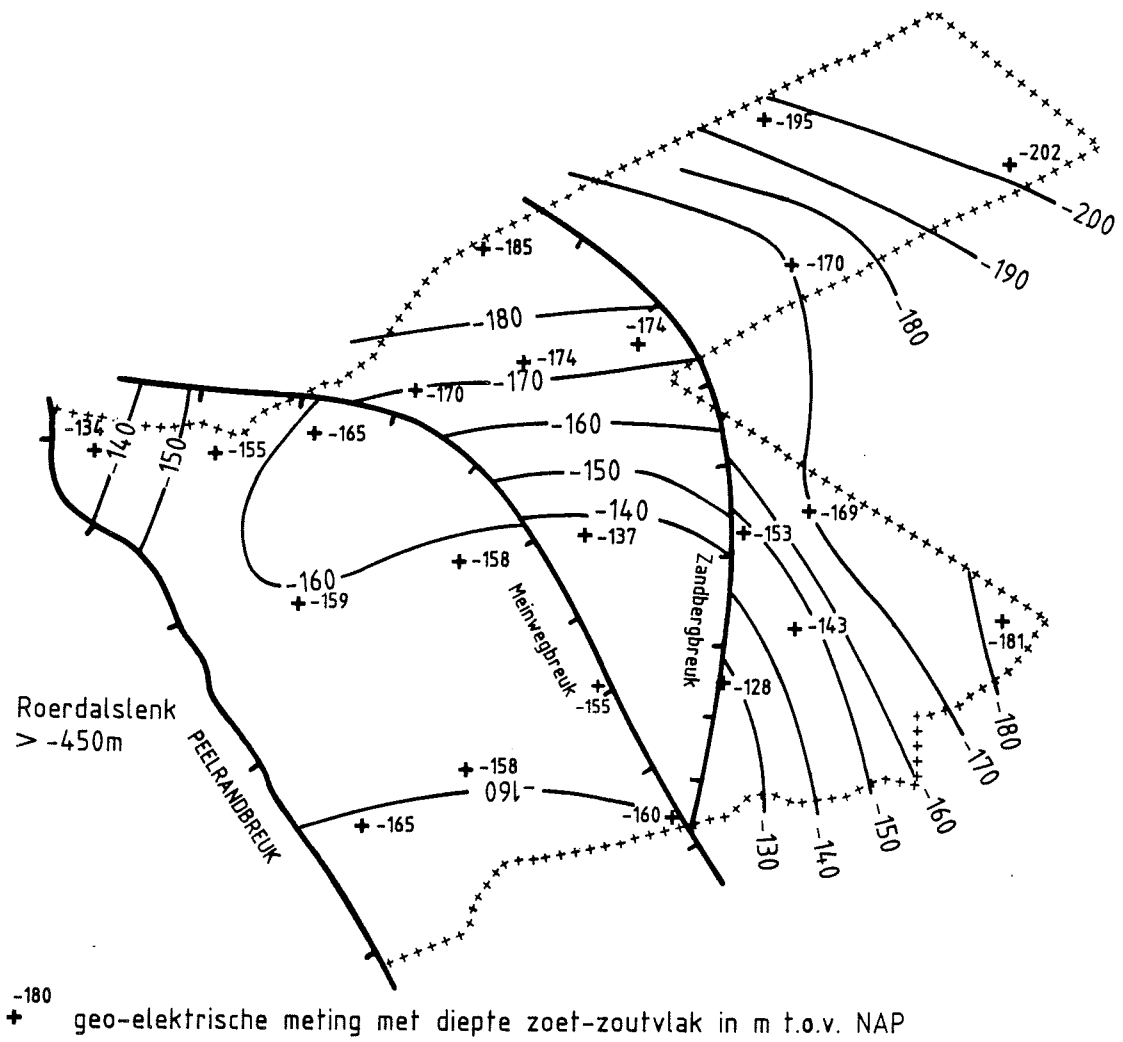
7. DE GEOHYDROLOGISCHE SCHEMATISATIE

De geohydrologische schematisatie geeft een karakterisering van de ondergrond vanuit het perspectief van de grondwaterstroming. Dit houdt in, dat voornamelijk rekening wordt gehouden met die lithologische kenmerken welke een sterk verband houden met de hydraulische doorlatendheid c.q. de grondwaterstroming. Geohydrologische begrenzingslagen hoeven niet noodzakelijkerwijs samen te vallen met stratigrafische. Sommige lagen dan wel laagcomplexen zijn goed doorlatend en kunnen als watervoerende pakketten worden beschouwd. Andere lagen geleiden het water moeilijk en worden slecht doorlatende lagen genoemd. Breuken zijn verticale begrenzingslagen die al of niet doorlatend zijn. In figuur 4 is de geohydrologische schematisatie weergegeven.

De basis van het geohydrologisch systeem van de Meinweg is niet aangetroffen. Tot op grote diepte is geen uitgesproken scheidende laag met een hoge verticale hydraulische weerstand te vinden. Wel kan met behulp van het geo-elektrisch onderzoek de grens tussen zoet en zout (Cl^- -gehalte $> 150 \text{ mg/l}$) aangegeven worden. De mariene Formaties van Breda en Veldhoven zijn deels verzoet door infiltrerend water. De diepte van deze grens ten opzichte van NAP is weergegeven in figuur 5.

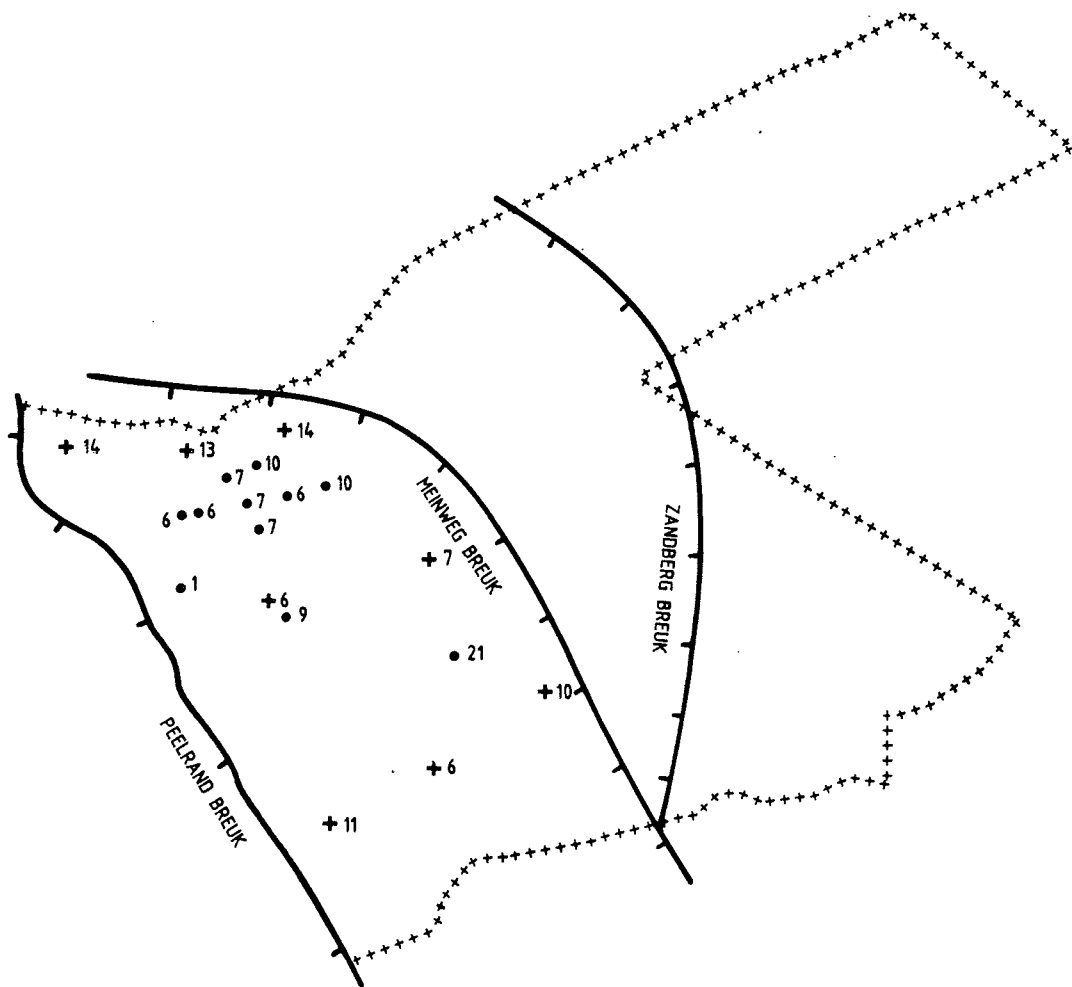
In de twee oostelijke schollen komt slechts één watervoerend pakket voor (WVPI), waarvan het onderste deel bestaat uit de Formaties van Veldhoven en Breda. Daarboven bevinden zich de Kiezeloöliet Formatie en de Formatie van Sterksel. Deze laatste twee Formaties zijn grofzandiger dan de eerste twee, waardoor het watervoerend pakket in een meer en minder doorlatend deel uiteenvalt.

In de schol I tussen de Peelrandbreuk en de Meinwegbreuk (figuur 4), welke tektonisch lager ligt dan de twee oostelijke schollen, komt de Meinwegklei voor met een dikte van enkele meters. Deze klei vormt een scheiding tussen het eerste en het tweede watervoerend (WVPII) pakket. De dikte van de klei is aangegeven in figuur 6.



schaal 1 : 50000

FIG. 5 DIEPTE ZOET-ZOUT GRENSVLAK T.O.V. NAP IN METERS



+ geo-elektrische meting

• boorlokatie

schaal 1 : 50000

FIG. 6 DIKTE MEINWEGKLEI IN METERS

Het tweede watervoerend pakket bestaat op schol I in ieder geval uit de Kiezeloöliet Formatie en mogelijk ook een gedeelte van de Formatie van Breda tot aan de zoet-zout grens. Het eerste watervoerend pakket bestaat voornamelijk uit de Formaties van Kedichem en Sterksel. Hoewel de Formatie van Kedichem enkele kleilagen bevat, zijn deze niet over de gehele schol verbreid. De formatie van Kedichem is fijnzandiger dan de Formatie van Sterksel. De basis van het eerste watervoerend pakket is gekarteerd in figuur 7, waarbij op schol I als basis is aangehouden de top Meinweg klei en op de twee andere schollen het zoet/zout-grensvlak. In regionale studies zoals (7), wordt de top van de Formatie van Breda als de basis van het geohydrologisch systeem beschouwd.

De geohydrologische opbouw ten westen van de Peelrandbreuk is geheel verschillend, daar de Roerdalslenk tektonisch veel lager ligt dan het Meinweggebied (figuur 4). De dikte van de watervoerende pakketten en scheidende lagen neemt daardoor aanzienlijk toe. De basis van het systeem wordt hier gevormd door de Formatie van Breda en is gelegen op een diepte van 475 tot 525 m beneden NAP. De Formatie van Breda is hier fijnzandig met wat kleilagen en matig tot slecht doorlatend. De Kiezeloöliet Formatie bezit hier een grote dikte, kleilagen zoals de onderste en bovenste Brunssumklei verdelen de Formatie in verschillende watervoerende pakketten, waarbij de zogeheten Zanden van Pey het tweede watervoerend pakket vormen en de Zanden van Waubach het derde.

De Klei van Brunssum en de Meinweg klei vormen in de Roerdalslenk een scheidende laag (figuur 4). Het eerste watervoerende pakket bestaat uit de Formaties van Kedichem en Veghel/Sterksel. De Formatie van Kedichem bevat ook hier diverse kleilagen die het onderste gedeelte van het watervoerend pakket minder doorlatend maken dan het bovenste gedeelte.

8. GEOHYDROLOGISCHE PARAMETERS

In het Meinweggebied zijn geen pomp- of putproeven uitgevoerd, zodat gegevens over bergingscoëfficiënt (S) van watervoerende pakketten en verticale hydraulische weerstand (c) van slecht doorlatende lagen ontbreken. Wel zijn enige capaciteitsproeven uitgevoerd op het pompstation Herkenbosch, welke slechts een indruk geven van het doorlaatvermogen van het tweede watervoerend pakket. Het doorlaatvermogen van dit pakket rond het pompstation bedraagt tussen de 500 en 1500 m²/dag.

Er zijn geen boringen met goede boorbeschrijvingen welke het tweede watervoerend pakket volledig doorsnijden waardoor een schatting van het doorlaatvermogen van het totale pakket niet mogelijk is.

Teneinde een indicatie te verkrijgen van het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket, zijn schattingen gemaakt uit boorbeschrijvingen. Hiervoor zijn de boorbeschrijvingen beschouwd van boringen die het gehele watervoerende pakket doorsnijden.

In tabel I zijn de boringnummers en de geschatte doorlaatvermogens (kD) van het eerste watervoerend pakket vermeld, terwijl in figuur 8 deze doorlaatvermogens op kaart zijn uitgezet.

Boring nr.	KD m ² /dag	Boring nr.	KD m ² /dag
16	800	32	800
18	900	34	400
19	500	37	1200
23	800	38	900
24	800	39	200
25	1100	40	50
26	1200	53	800
27	1000	54	800
28	1500	55	2200
29	1800	74	2500
30	1600	109	3000

Tabel 1. Doorlaatvermogen (kD) van WVPI, geschat uit boorbeschrijvingen

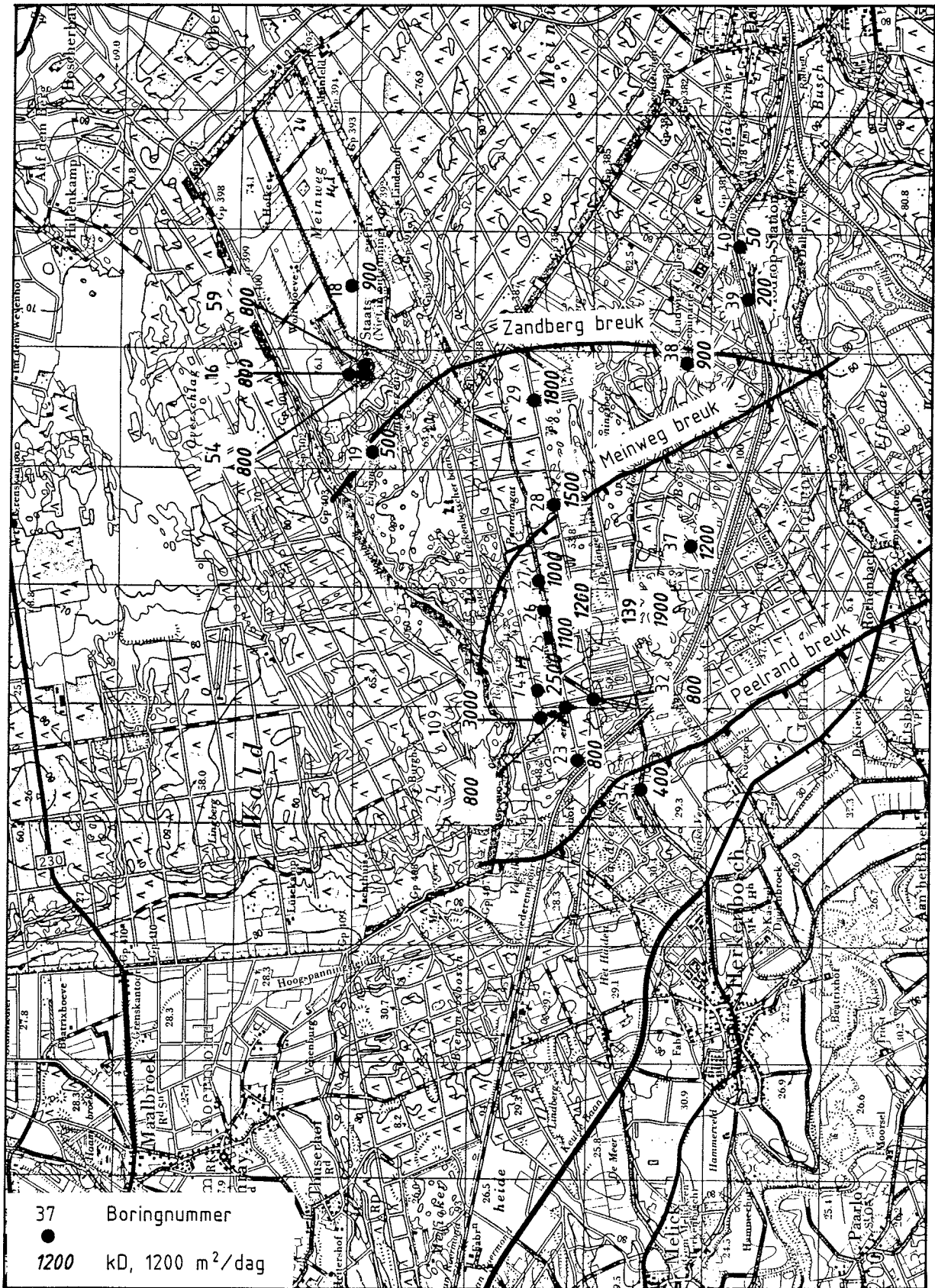


FIG. 8 Doorlatendheidsbepaling uit boorbeschrijvingen van het eerste watervoerend pakket

Op de hoogstgelegen schol is het doorlaatvermogen lager dan op de overige twee, alle schattingen zijn beneden de 1000 m²/dag.

Op de twee laagst gelegen schollen wordt het doorlaatvermogen geschat tussen de 800 en 3000 m²/dag. In de nabijheid van de Peelrandbreuk is het doorlaatvermogen lager, beneden de 1000 m²/dag.

In de Roerdalslenk is het eerste watervoerend pakket aanzienlijk dikker en hier bedraagt de doorlatendheid dan ook meer dan 2000 m²/dag.

9. GRONDWATERSTIJGHOOGTEN EN -BEWEGING

In het rapport over het geo-elektrisch onderzoek (5) is een freatische stijghoogtekaart opgenomen. Nadien zijn aan deze kaart nog nieuwe gegevens toegevoegd.

Tijdens het onderzoek van de Rijks Geologische Dienst zijn in diverse boringen peilbuizen geplaatst. Op deze lokaties is nu een aantal malen de freatische grondwaterstand gemeten. Naast deze stijghoogten zijn ook de peilschaalstanden van de Boschbeek bij het Elfenmeer gemeten. De hoogteligging van de beekdalen van de Rode Beek en de Boschbeek zijn ingemeten door het Waterschap Roer en Overmaas in 1983. De beekbodems zijn echter alleen ingemeten voor het benedenstroomse gedeelte van de beken. De waterstand in de beken ligt enige decimeters boven de bodem van het beekdal. Met behulp van de topografische hoogtekaart 1:10.000 is een schatting gemaakt van de stijghoogte in het beekdal.

In november 1986 zijn nog twee boringen geplaatst door Staatsbosbeheer. Deze boringen bevinden zich ter hoogte van de Zandbergbreuk op de lokatie 58G - 36 en 86 en zijn evenals de hoogteligging van de boringen KW634, 635, 636 en 640 gewaterpast.

Grondwaterstijghoogtekaarten van het omringende Duitse grondgebied zijn vervaardigd door de Landesgrundwasserdienst N.W. in 1963 en 1973 (bijlagen 2 en 3). Op deze kaarten is niet aangegeven op welke meetpunten de stijghoogtelijnen zijn gebaseerd.

Met behulp van deze gegevens is een zo gedetailleerd mogelijke stijghoogtekaart vervaardigd. De stijghoogtekaart is weergegeven in bijlage 1. De peildatum van de kaart is 14 oktober 1985, aangevuld met gegevens van andere data of geschatte waarden. Waar geen andere gegevens beschikbaar waren, zijn de geo-elektrische metingen gebruikt. Deze standen zijn slechts indicatief. Het verloop van de isohypsen is zoveel mogelijk in overeenstemming gebracht met het topografieverloop van de hoogtekaart 1:10.000.

Ten opzichte van de stijghoogtekaart uit het geo-elektrisch onderzoek (5) in het Meinweggebied zijn er enige wijzigingen in het isohypsenpatroon. Dit geldt met name voor het gebied rond het Ludwig College en in het gebied rond het Elfenmeer.

Het Elfenmeergebied vormt een drainagegebied, waar uit oostelijke en zuidelijke richting grondwater naar toe stroomt. Langs de Zandbergbreuk is het stijghoogteverhang relatief steil, doch op de tweede schol zelf is het verhang vlak.

Rond deze vennen bevindt de grondwaterspiegel zich nabij het oppervlak. In dit gebied groeit vegetatie die afhankelijk is van grondwater. Relatief geringe grondwaterstijghoogtefluctuaties veranderen dus de omvang van het gebied waar deze vegetatie kan groeien.

Uit de karterwagenboringen in het Elfenmeergebied blijkt dat de grondwaterstijghoogte in de peilbuizen afhankelijk is van de diepte van het filter onder het maaiveld. Kennelijk veroorzaken leemlaagjes in de ondergrond lokale stijghoogteverschillen. De vennen in dit gebied worden aan de onderkant begrensd door een leemlaag. De stijghoogte van het diepere grondwater is meestal iets lager dan het niveau van het oppervlaktewater.

Het gebied van het Elfenmeer draineert naar de Boschbeek door middel van een drainagesloot en ontvangt grondwater uit de hoger gelegen schol. De Rolvennen liggen ten westen van de Zandbergbreuk. Of deze vennen een waterniveau bezitten gelijk aan de freatische waterspiegel is niet vastgesteld.

Langs de breuken in het gebied is het verloop van de stijghoogte wat steiler dan in het overige gebied. Dit kan het gevolg zijn van de volgende oorzaken:

- a. Ondoorlatendheid van de breuken.
- b. Verschillen in lithologische opbouw aan beide zijden van de breuk: de grondwaterstand vertoont daling ten gevolge van betere doorlatendheid van de bodem (grotere permeabiliteit of dikte).
- c. Verschillen in reliëf aan weerszijden van de breuken. Dit verschijnsel trad waarschijnlijk vroeger op, waarbij langs de breuk een hoeveelheid water naar het oppervlak kwam en afstroomde.

Uit de twee door Staatsbosbeheer geplaatste boringen en reeds bestaande boringen in het gebied rond de Meinwegbreuk, kan worden afgeleid dat westelijk van deze breuk zich wat grovere sedimenten bevinden.

Het verschil in doorlatendheid in combinatie met het reliëfverschil aan weerszijden van deze breuk veroorzaakt het verhang in de freatische stijghoogte.

De hydrogeologische functie van de breuken in dit gebied in zijn totaliteit is echter niet duidelijk. In hoeverre de breuken op grotere diepte fungeren als minder doorlatende vlakken kan niet door het huidige onderzoek worden vastgesteld.

De Duitse isohypsenkaarten (bijlagen 2 en 3) geven de freatische grondwaterstand in 1963 en 1973. Op deze kaarten is duidelijk waarneembaar dat de grondwaterspiegel in 1973 zich op een lager niveau bevond dan in 1963. De mate van betrouwbaarheid van deze isohypsenkaarten is niet bekend, daar de gemeten peilbuizen niet op de kaart zijn aangegeven.

Op de kaart van 1973 wordt vermeld dat dit isohypsenbeeld een hydrologisch droge toestand weergeeft.

Zo heeft het infiltratiegebied nabij Gerderath in 1963 een grondwaterspiegel van 84 m +NAP, terwijl in 1973 de grondwaterstand daar circa 2 m lager is. Eveneens wordt de grondwaterstand op de hoogste schol van het Meinweggebied in 1973 circa een meter lager ingetekend dan in 1963. Dit komt overeen met een daling die in deze periode in peilbuis 58G P45 werd geconstateerd. In de decade 1963-1973 trad kennelijk een regionale grondwaterstands daling op.

Ten aanzien van het stijghoogtepatroon van het tweede watervoerend pakket op de eerste schol is weinig bekend. Alleen in peilput 58G P26 wordt de stijghoogte regelmatig gemeten doch deze peilput is zeer dicht bij de waterwinning Herkenbosch gesitueerd (4). Het huidige stijghoogteverschil tussen het eerste en tweede watervoerend pakket bedraagt op deze lokatie circa 2 meter, met in het eerste watervoerende pakket de hoogste stijghoogte. Sinds 1960 is de stijghoogte op deze lokatie in het tweede watervoerend pakket met circa 11 meter gedaald. Deze daling zet zich nog voort.

Op grond van in de nabijheid gelegen peilputten 38G 102 en 103 is af te leiden, dat een dergelijke daling niet in het eerste watervoerend pakket heeft plaatsgevonden.

Oorspronkelijk was de stijghoogte in het tweede watervoerend pakket dus aanzienlijk hoger dan in het eerste watervoerend pakket waardoor een voeding van het eerste watervoerend pakket door de Meinwegklei mogelijk was. Deze voeding is nu omgezet in wegzijging, wat een wijziging in het grondwaterstromingsbeeld van het eerste watervoerend pakket veroorzaakt. In hoeverre deze verandering invloed heeft op het niveau van het freatisch grondwater is met de beschikbare gegevens niet te kwantificeren.

10. GRONDWATERWINNING

Algemeen

In het Meinweggebied en in de wijde omgeving daarvan wordt op diverse plaatsen grondwater onttrokken (figuur 8). In Nederland zijn winningen van belang, te weten het pompstation Herkenbosch en de industriële winningen op het industrieterrein Melick-Herkenbosch. Daarnaast wordt bij de mijnschachten van de Beatrixmijn water in de schachten toegevoegd om het waterpeil op hetzelfde niveau te houden.

In Duitsland zijn er verschillende grondwateronttrekkingen voor de drinkwatervoorziening. De pompstations Niederkruchten en Arsbeck liggen op circa 3 km van de Nederlands-Duitse grens. Op grotere afstand liggen de pompstations Wassenberg, Wegberg en vliegveld Wildenrath. In Wegberg wordt bovendien door industrie en particulieren nog water onttrokken. Circa 2 km ten zuiden van het station Vlodrop ligt de mijn Sophia Jacoba waar eveneens grondwater onttrokken wordt.

Voorts kan de wateronttrekking vanwege de bruinkoolwinning nog van belang zijn, voor zover die in de Venlo Slenk plaatsvindt. Het laatste is het geval met de bruinkoolwinning Frimmersdorf/ Garzweiler.

In tabel 2 zijn de grondwaterwinningen in en rond het Meinweggebied opgenomen, terwijl in bijlage 5 de lokatie is aangegeven. Voorts staat in de tabel vermeld uit welk pakket de winning geschiedt. In geval van de Duitse winningen is dat niet altijd duidelijk. Ook zijn mogelijk niet alle Duitse winningen - voor zover relevant - bij de samenstellers van dit rapport bekend.

Grondwaterwinning in Nederland

De grondwateronttrekking op het pompstation Herkenbosch is begonnen in 1953. In 1960 bedroeg de onttrekking 110.000 m³/jaar.

In 1968 was deze toegenomen tot 500.000 m³/jaar. Na 1976 verdubbelde de onttrekking tot circa 1 miljoen m³/jaar. Vanaf 1968 zijn maandelijkse onttrekkingscijfers bekend. De winning vindt plaats uit het tweede watervoerend pakket.

Op het industrieterrein van Melick-Herkenbosch is in de jaren 1970 tot 1986 tussen de 400.000 tot 800.000 m³/jaar onttrokken aan het eerste watervoerend pakket. In 1986 bedroeg de gewonnen hoeveelheid 460.000 m³/jaar.

In de komende twee jaar 1988/1989 zal 1,9 mln m³/jaar onttrokken worden, waarna de onttrekking zal worden gereduceerd tot 1,2 mln m³/jaar. Verder van het Meinweggebied verwijderd wordt door de industrie in Swalmen circa 430.000 m³/jaar gewonnen.

Grondwaterwinning in Duitsland

Informatie over de grondwaterwinning in Duitsland is niet volledig. Van de in tabel 2 genoemde winningen is meestal slechts voor maximaal 3 jaar de hoeveelheid gewonnen grondwater bekend. Behalve het pompstation Niederkruchten liggen alle grondwaterwinningen in het Kreis Heinsberg. Naast de winningen in de Venlo Slenk welke op bijlage 5 zijn aangegeven, vindt in de Roerdalslenk in Duitsland ook nog een winning plaats. Dit is de grondwaterwinning van de firma Enka in Oberbruch (1983: 17x10⁶ m³/jaar). De ontwatering van de Hambach bruinkoolgroeven (ca. 960x10⁶ m³/jaar) bevindt zich op de Erftschol.

Uit een publikatie van Rheinbraun (9) blijkt, dat men voornemens is onder andere de waterwinning in Gatzweiler, Kevekoven en Beeck in de nabije toekomst stop te zetten. De hoeveelheid gewonnen water zal vervangen worden door water uit de groeve Frimmersdorf/Garzweiler. Op deze wijze hoopt men het gebied waarin daling van de grondwaterstand optreedt te beperken.

Mijnschachten van de Beatrixmijn

Op de schol ten oosten van de Zandbergbreuk bevinden zich twee mijnschachten die geconstrueerd zijn ten behoeve van de eens toekomstige steenkoolmijn Beatrix. Momenteel zijn deze schachten in gebruik bij het "Deep Water Research and Training Centre" voor het houden van duikproeven. Na de constructie van deze schachten moeten deze ooit droog zijn geweest, maar daarna zijn ze langzaam met grondwater volgelopen. In 1965 bedroeg de diepte tot het grondwater in de schachten respectievelijk 55 en 60 m. Hierna daalde de waterstand door lekkage tot 64 en 65 m in 1974 en 89 m in 1984. In dat jaar werd een van de schachten bijgevuld teneinde het waterpeil 40 m omhoog te brengen, waarna de waterstandsmetingen plaatsvonden. In de

bijgevulde schacht daalde de waterstand 40 m in zes maanden, terwijl in de andere schacht de waterstand in die periode met circa 2,5 m daalde. De conclusie van het experiment was dat gemiddeld 1 m³/uur aan waterverlies optrad.

Een verklaring voor het waterverlies is niet gemakkelijk te geven. Duidelijk is dat de schachten niet waterdicht zijn, maar op welke diepte het water verloren wordt is niet bekend. Het is onwaarschijnlijk dat dit water in contact staat met de watervoerende pakketten in het Meinweggebied, daar deze pakketten een hogere stijghoogte bezitten dan de mijnschachten. In dat geval zouden de mijnschachten dus moeten vollopen tot de waterstand gelijk is met die van het watervoerend pakket. De lekkage vindt dus op grotere diepte plaats. De mogelijkheid bestaat dat dit water via mijngangen onttrokken wordt door de mijn Sophia-Jacoba, die wel in bedrijf is. In hoeverre de geohydrologische situatie in het Meinweggebied hierdoor beïnvloed wordt, is niet in te schatten.

Lokatie	1983 m ³ /jaar x 1000	Pakket
Industrie Swalmen	429	1
Drinkwaterwinning Herkenbosch	1302	2
<u>Drinkwater Duitsland:</u>		
Rickelrath	610	1
Arsbeck	360	2
Uevelkoven	2810	1/2
Beeck	687	1
Holzerweiler	1051	3
Matzerath	22	1
Wassenberg	671	1
Erkelenz	1240	2
Wilderath	290	1
Niederkruchten	900	
<u>Industrie Duitsland</u>		
Mijn Sophia-Jacoba	1380	
Huckelhoven	160	
Erkelenz	585	
Wegberg	1650	
Wassenberg	190	
Garzweiler/Frimmersdorf	110000	1/2
In Duitsland 1e wvp zijn Pleistocene afzettingen		
2e wvp zijn Pliocene	afzettingen	
3e wvp zijn Miocene	afzettingen	

Tabel 2. Grondwaterwinning in de omgeving van het Meinweggebied.

11. RELATIE STIJGHOOGTEVERLOOP MET GRONDWATERWINNING EN NEERSLAG-
OVERSCHOT

11.1 Tijdreeksanalyse

Er is een statistische analyse uitgevoerd op basis van tijdreeks-analyse (transfermodellen).

De vraagstelling bij dit onderzoek was als volgt geformuleerd:

In welke mate oefenen het neerslagoverschot en de grondwaterwinning - elk afzonderlijk - invloed uit op het stijghoogteverloop in de watervoerende pakketten?

Het onderzoek heeft zich hoofdzakelijk beperkt tot reeks 58 GP-0045. Het neerslagoverschot is berekend uit neerslaghoeveelheden op het weerstation Roermond, verminderd met de (landelijke gemiddelde) Penman-verdamping en gereduceerd met een (gewas) factor van 0,6; onttrekkingscijfers zijn afkomstig van P.S. Herkenbosch.

De algemene conclusie van het onderzoek is dat, ondanks een zeer intensieve statistische modellering, het niet mogelijk is gebleken om met behulp van de gehanteerde transfermodel-techniek het langjarig stijghoogteverloop over de totale periode 1955-1983 te verklaren uit het verloop van het berekende neerslagoverschot over dezelfde periode.

De conclusie geldt zowel voor de periode vóór het moment van mogelijke beïnvloeding door onttrekkingen als voor de periode daarna. Intrigerend in dit verband is het opmerkelijke stijgende verloop in de jaren '55-'60 en de dalingen in de jaren '70.

Deze conclusie betekent:

- ofwel dat het verloop van de onderzochte tijdreeks inderdaad niet overwegend is beïnvloed door klimatologische variaties, in welk geval er dus significante artificiële invloed aanwezig zou zijn,
- ofwel dat er sprake is van een conceptueel-methodisch probleem (met inbegrip van het concept van het neerslagoverschot als input).

Een combinatie van beide mogelijkheden is overigens denkbaar.

De overwegingen die aan het bovenstaande ten grondslag liggen zijn samengevat op blz. 21.

Voordat de achterliggende vraag van de opdrachtgever - namelijk of in het gebied een stijghoogteverlaging door onttrekkingen is opgetreden - kan worden beantwoord, zal eerst een methodisch onderzoek moeten plaatsvinden (zie par. 11.2); thans kan deze vraag daarom noch bevestigend noch ontkennend worden beantwoord. In het geval van een succesvolle voltooiing van dit onderzoek kan via tijdreeksanalyse een beïnvloeding van het Meinweggebied door niet-natuurlijke oorzaken alsnog worden verworpen of aangetoond. In het laatste geval zou voor een verdere kwantificering en differentiatie naar oorzaken een complementaire deterministisch-geohydrologische modelstudie de aangewezen weg zijn.

11.2 Methodisch onderzoek tijdreeksanalyse

Transfermodellering is een nieuwe techniek voorzover het de toepassing in de geohydrologie betreft. De huidige stand van deze techniek heeft voor de situatie van het Meinweggebied niet het verwachte resultaat opgeleverd. De methode is daarentegen wel met succes toegepast op verschillende andere gebieden in Nederland. Het betrof daarbij echter situaties met een geringe grondwaterdiepte. Met modellering van de - zeer karakteristieke - diepe stijghoogtereeksen zoals in het Meinweggebied is nog weinig ervaring opgedaan. Vermoed wordt dat er bij de toepassing op diepe reeksen sprake is van een conceptueel-methodisch probleem. Van dit type reeksen is bekend dat complexe, grootschalige processen van gedempte en vertraagde grondwateraanvulling een belangrijke rol spelen. Voorts is niet uit te sluiten dat een afwijkende gebiedsverdamping een significante invloed heeft op het neerslagoverschot als invoer voor transfermodellen. De mogelijkheden om deze effecten te incorporeren in transfermodellen dienen nader te worden onderzocht. De Dienst Grondwaterverkenning rekent het tot haar taak om dit onderzoek zo spoedig mogelijk uit te voeren.

Aan het bovenstaande liggen de navolgende overwegingen ten grondslag:

- De methode van transfermodellering is gekozen omdat deze het meest geëigende middel is om (met relatief geringe kosten) relaties tussen tijdreeksen (op puntniveau) te onderzoeken.

- Indien de modellering slaagt (relatie aangetoond), dan wordt naast de relatie zelf ook informatie verkregen over de betrouwbaarheid en significantie van de relatie.
- Indien de modellering niet slaagt (relatie niet aangetoond), dan hoeft dit niet te betekenen dat de gezochte relatie in de werkelijkheid niet bestaat.

Het niet aantonen van een (bestaande) relatie is afhankelijk van:

- Het waarnemingsmateriaal (hoeveelheid en structuur).
 - Juistheid van het modelconcept, zoals b.v. het berekeningsconcept voor het neerslagoverschot of de veronderstelde lineariteit.
- In het geval van de Meinweg zijn voor deelperioden resultaten bereikt, en wel als volgt:
 - periode 1955-1960: niet te modelleren met neerslagoverschot: het (stijgende) verloop is in elk geval niet te relateren aan de onttrekking Herkenbosch welke in 1957 is gestart.
 - periode 1960-1965: een redelijk passend model op basis van neerslagoverschot. Een grote discrepantie ontstaat echter als met dit model een voorspelling wordt gedaan voor de periode 1968-1983.
 - periode 1968-1983: niet te modelleren met neerslagoverschot. Het blijkt (technisch) wel mogelijk om voor het (dalende) verloop een redelijk passend model te construeren op basis van neerslagoverschot en de onttrekkingsgegevens van P.S. Herkenbosch; de gevonden modelcoëfficiënten voor de relatie met het neerslagoverschot wijken af van de gevonden coëfficiënten voor 1960-1965. Er wordt dus geen eenduidige relatie met het neerslagoverschot gevonden.
 - In het rapport "Verdroging nationaal park Meinweg, statistische analyse grondwaterstandsreeksen", DGV-TNO, OS 84-30, is gerapporteerd over het uitgevoerde onderzoek. In het rapport is, op basis van de toen beschikbare kennis, zoveel mogelijk kwantitatief een antwoord gegeven op de vraag "in welke mate het stijghoogteverloop is beïnvloed door het neerslagoverschot en grondwaterwinning".

De in dit rapport opgenomen conclusies bevatten geen onjuistheden. Blijkbaar heeft de wijze van verwoording echter aanleiding gegeven tot onjuiste interpretatie, namelijk als zou beïnvloeding door grondwaterwinning zijn aangetoond.

- Na de uitvoering van het onderzoek is er veel discussie geweest over de opzet en de resultaten. Met name van de zijde van WML werd het onderzoek van kanttekeningen voorzien. Samenvattend heeft de discussie zich toegespitst op de volgende onderwerpen:

- a. Een meer gedetailleerde berekening van het actuele neerslagoverschot is uiteraard mogelijk. Uit gevoeligheidsonderzoek was echter gebleken dat de gevolgde benadering ($P = 0.8$ E penman) voldoende is voor tijdreeksanalyse op ondiepe of matige diepe stijghoogtereeksen. Thans wordt niet uitgesloten dat voor diepe grondwaterstanden in zandgronden de benadering inderdaad te grof kan zijn. De conclusies gelden dan ook steeds voor zover het betreft het "berekende" neerslagoverschot.
- b. Beschouwing van, en vergelijkingen met andere meetreeksen in het Meinweggebied en (Veluwe) reeksen met een gelijksoortig karakter.

Deze beschouwingen leveren verschillende additionele, maar zeer kwalitatieve inzichten in de problematiek. Het voert in dit verband te ver om in te gaan op de veelheid aan details die hierbij naar voren zijn gekomen. Intrigerend is zeker de opmerkelijke overeenkomst in het langjarige verloop met diepe stijghoogtereeksen op de Veluwe.

De verkregen inzichten zijn weliswaar relevant, maar zijn te beschouwen als aanvullende informatie achteraf, vallend buiten het directe kader van het uitgevoerde statistische onderzoek. De opdracht voor dit onderzoek was beperkt (het totale budget bedroeg 15 kf).

De beschouwingen hebben overigens wel bijgedragen tot de huidige, meer genuanceerde conclusie.

- c. Terecht wordt door WML gesuggereerd dat het zinvol zou zijn om meerdere reeksen in de analyse te betrekken. Indien in eerste instantie wordt gezocht naar bewijsvoering voor beïnvloeding door artificiële oorzaken dan is tijdreeksanalyse (op meerdere reeksen, en met gebruik van hydrologische kennis) de geëigende weg.

Voor een, daaropvolgende, ruimtelijke kwantificering van artificiële invloeden is aanvullend een deterministisch-geohydrologische modellering in de rede.

11.3 Onderzoek in het Duitse deel van de Venlo Slenk

Door de Vrije Universiteit te Berlijn en door Rheinbraun (9) zijn grondwatermodellen vervaardigd om de invloed van de bruinkoolgroeve-onttrekkingen op de grondwaterstand in de Venlo Slenk te berekenen. Met behulp van deze modellen wordt berekend hoeveel water kunstmatig moet worden geïnfiltreerd teneinde de moerasgebieden van de Muhlbach ten oosten van Wegberg (bijlage 3) in stand te houden.

Uit de twee bovenstaande publicaties blijkt, dat in de Venlo Slenk verlagingen van de freatische stijghoogten reeds optreden of verwacht worden door onttrekkingen in de bruinkoolgroeven. In welke mate in het Meinweggebied hierdoor een verlaging van de freatische waterstand is te verwachten valt niet vast te stellen uit deze publicaties.

12. EVALUATIE TOEPASSING MODELSTUDIE

Teneinde de invloed van grondwaterwinning op de stijghoogten in het onderzoeksgebied te beoordelen, kan een grondwatermodel van het gebied vervaardigd worden. Bij deze aanpak is het mogelijk alle bekende gegevens van het gebied in een model te integreren, waardoor de fysische relatie van deze gegevens met elkaar beschreven wordt.

De meeste grondwatermodellen berekenen stijghoogten in een watervoerend pakket, waarbij geohydrologische parameters, onttrekkingen en voeding van het pakket bekend zijn. De grondwaterstroming in het watervoerend pakket is horizontaal, terwijl in de afsluitende lagen onder en boven het pakket de grondwaterstroming uitsluitend verticaal is.

Met de tegenwoordige numerieke modellen is het mogelijk het stijghoogteverloop van meerdere watervoerende pakketten gescheiden door minder doorlatende lagen te beschrijven. Door superpositie van meerdere watervoerende pakketten boven elkaar ontstaat een soort driedimensionaal beeld van de grondwaterstroming. Er bestaan ook "echte" driedimensionale grondwaterstromingsmodellen, deze vergen in het algemeen een grotere berekeningstijd.

Regionale geohydrologische verschillen kunnen in de meeste modellen worden verdisconteerd, zoals verschillen in c-waarden, het doorlaatvermogen en de bergingscoëfficiënt, alsmede de dikten van de watervoerende pakketten. Breuken kunnen worden weergegeven als zones met hogere of lagere doorlatendheid in het watervoerend pakket.

Bij een modelstudie wordt het onderzoeksgebied in een groot aantal kleinere gebieden opgedeeld, waarin de geohydrologische parameters constant zijn. Deze gebiedjes vormen tezamen het modelnetwerk. Voor elk van die gebiedjes moet dus ook een waarde voor de geohydrologische parameters opgegeven worden. Het aantal beschikbare gegevens omtrent de regionale verspreiding van de geohydrologische parameters is uiteraard geringer dan noodzakelijk voor de deelgebiedjes van het modelnetwerk.

Na invoer van de gegevens zal het noodzakelijk zijn het model te calibreren teneinde vast te stellen of het model de werkelijke situatie benadert. Hierbij wordt het stijghoogteverloop uit het verleden gesimuleerd door het model op een bepaalde lokatie in het

gebied en vergeleken met de werkelijk gemeten waarde van de stijghoogte. Zonodig zullen geohydrologische parameters aangepast worden om een betere overeenstemming te krijgen.

Na aanpassing van het model kunnen voorspellingen gedaan worden over effecten die grondwaterwinning teweeg kan brengen.

In het Meinweggebied wil men de relatie tussen de stijghoogte van het freatisch water en de grondwateronttrekkingen bepalen. Gezien de onnauwkeurigheden in de modelinvoer, de beschikbare gegevens en de gecompliceerde opbouw van het gebied zal het niet mogelijk zijn met een model op een willekeurige plaats in het gebied de freatische stijghoogte te berekenen met een grotere nauwkeurigheid dan enige decimeters. De invloed van een enkele grondwateronttrekking zal ook in de orde van enkele decimeters zijn. Het aantonen van het effect van een bepaalde winning op het stijghoogteverloop zal dan ook moeilijk zijn. Wel kan de relatieve invloed van verschillende onttrekkingen op een bepaalde lokatie worden geschat met een modelberekening. Er kan een inschatting gemaakt worden welke onttrekking de grootste invloed heeft op het stijghoogteverloop.

13. BEVINDINGEN EN CONCLUSIES

Bevindingen

1. Vergeleken met de periode 1931-1960 is het neerslagoverschot in de periode 1951-1980 met ruim 100 mm gestegen.
2. Het Meinweggebied wordt door breuken in drie schollen opgedeeld, welke elk een geohydrologische eenheid vormen.
De eerste westelijke schol bestaat uit twee watervoerende pakketten gescheiden door een kleilaag, de zogenaamde Meinwegklei. Het tweede watervoerende pakket wordt aan de onderkant begrensd door het zoet-zout (150 mg/L Cl^-) vlak. De tweede en middelste schol bestaat uit één watervoerend pakket, waarvan het onderste deel overwegend fijnzandiger is dan het bovenste deel. In de top van het pakket bevinden zich leemlaagjes neergelegd in eolisch gevormde depressies, waardoor vennen zijn ontstaan. De derde schol heeft een vergelijkbare opbouw als de tweede, maar ligt topografisch hoger.
3. Uit boorbeschrijvingen zijn schattingen gemaakt van het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket. Het doorlaatvermogen van de twee laagste schollen varieert tussen de 800 en 3000 m^2/dag , terwijl het doorlaatvermogen van de derde en hoogste schol beneden de 1000 m^2/dag is.
4. Een globale stijghoogtekaart is vervaardigd van het freatisch vlak van het eerste watervoerend pakket. In het freatisch vlak is de aanwezigheid van de Zandberg- en Meinwegbreuk zichtbaar door het steile verhang oostwaarts van de breuk. Dit verhang wordt veroorzaakt door doorlatendheidsverschillen aan beide zijden van de breuk en de topografie. De preciese hydrogeologische betekenis van de breuken in het gebied is niet bekend.
Op de eerste schol is de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket sinds 1960 niet wezenlijk gedaald. In het tweede watervoerende pakket is sinds 1960 de stijghoogte 11 meter gedaald en is nog geen stationaire situatie bereikt. Op de tweede schol heeft in de periode 1970-1982 een daling van de stijghoogte plaatsgevonden, waarna enige verhoging optrad. Op de derde schol is een vergelijkbaar stijghoogteverloop waarneembaar.

5. In het deel van de Venlo Slenk dat op Duits grondgebied ligt wordt grondwater onttrokken ten behoeve van de drinkwatervoorziening en de ontwatering van bruinkoolgroeven. Gezien de maatregelen die door de Duitse overheid overwogen worden om grondwaterstands dalingen door deze winningen te beperken, is het aannemelijk dat de effecten van deze winningen zich ook tot in het Meinweggebied uitstrekken.
6. In het grootste gedeelte van het Meinweggebied groeit de vegetatie met hangwater in de onverzadigde zone. In de gebieden rond de vennen bevindt het grondwater zich nabij het oppervlak. Een daling van het gemiddelde grondwaterpeil zal derhalve de vochtminnende vegetatie rond de vennen aantasten.
7. De beekdalen van de Boschbeek en de Rode Beek worden gevoed met grondwater in het Meinweggebied. De Boschbeek draineert voorts het vennengebied van het Elfenmeer. Verlaging van de gemiddelde grondwaterstand doet de afvoer van deze beken afnemen.

Conclusies

Ondanks een zeer intensieve statistische analyse is het niet mogelijk gebleken om met behulp van de gehanteerde transfermodeltechniek het langjarig stijghoogteverloop over de totale periode 1955-1983 te verklaren met het verloop van het berekende neerslagoverschot over dezelfde periode.

Literatuur

1. 1984 Verdroging Nationaal Landschap
(Omgeving Herkenbosch)
DGV-TNO OS83-32 (H. Houtman)
2. 1984 Verdroging Nationaal Park Meijweg
Statistische analyse grondwaterstandsreeksen
DGV-TNO OS84-30 (M.J. van Bracht en P.R. Defize)
3. 1984 Wasserversorgung im Kreis Heinsberg
Amt für Strassenbau und Wasserwirtschaft Heinsberg
4. 1985 Daling grondwaterstijghoogten Meinweggebied in breder
perspectief.
W.M.L., (M.H.A. Juhasz-Holterman)
5. 1986 Geo-elektrisch en Elektromagnetisch Onderzoek
Nationaal Park Meinweg
DGV-TNO OS86-42 (I.L. Ritsema en W. Otte)
6. 1986 De geologie van het Meinweggebied en omgeving
Rijks Geologische Dienst, karteerdistrict Zuid
7. 1986 Geohydrologische inventarisatie Limburg t.b.v. het
Grondwaterplan. Provincie Limburg
8. 1986 Beekprofielen Boschbeek en Rode Beek Waterschap Roer en
Overmaas.
9. 1986 Braunkohlen bergbau und Wasserwirtschaft im Norden des
Reviere
Rheinische Braunkohlewerke AG, Köln
10. 1986 Untersuchungprogramm Braunkohle, Expertengespräch Minister
für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft Düsseldorf