

TNO-rapport

Rapportnr. maart
OS 89-22 1989

Verdroging nationaal park Meynweg.
Aanvullende statistische analyse meetpunt
58GP004501.

Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-
opdrachten TNO', dan wel de betreffende
terzake tussen partijen gesloten
overeenkomst.

© TNO

Auteur:
H.L.M. Rolf

Opdrachtgever:
DGV-TNO (Onderzoek transfermodellering
diepe reeksen)

INHOUD

1.	INLEIDING	3
2.	METHODE	5
3.	RESULTATEN EN OVERWEGINGEN	10
4.	CONCLUSIES	13
	LITERATUUR	14

1. INLEIDING

In het Meynweggebied worden in toenemende mate verdrogingsverschijnselen geconstateerd. Sinds 1982 wordt in werkgroepverband onderzoek verricht naar deze verdroging. De resultaten van verschillende deelonderzoeken zijn verwerkt in een geohydrologische interimrapport (Bloemendaal en Rolf, 1988).

Een van de deelonderzoeken omvatte de statistische analyse van meetreeksen van de grondwaterstand teneinde vast te stellen in welke mate het verloop van de grondwaterstand kan worden verklaard uit de natuurlijke meteorologische variaties en - afzonderlijk - menselijke oorzaken zoals grondwaterwinning. Dit onderzoek heeft zich toegespitst op de analyse van meetpunt 58GP004501 en, wat betreft grondwaterwinning, op de waterwinning Herkenbosch.

De conclusies van het betreffende onderzoeksrapport (van Bracht en Defize, 1984) waren een bron voor discussie in de Werkgroep. Deze discussie leidde tot een nadere, meer genuanceerde interpretatie van het statistische onderzoek. Deze interpretatie is vastgelegd in hoofdstuk 11 van het interimrapport. Twee punten zijn daarbij met name van belang:

1. Het feit dat het grondwaterstandsverloop over de totale meetperiode 1955-1983 niet verklaard kon worden uit het verloop van het neerslagoverschot, kan het gevolg zijn van een conceptueel-methodisch probleem;
2. er is niet aangetoond dat de grondwaterstandsdalingen in 58GP004501 het gevolg zijn van de grondwaterwinning te Herkenbosch.

Bovenstaande betekent niet dat beïnvloeding door grondwaterwinning is uitgesloten; de grondwaterstandsdaling kan echter ook het gevolg zijn van andere oorzaken.

Punt 1 is voor DGV-TNO reden geweest om binnen haar eigen onderzoeksprogramma een nader methodisch onderzoek te starten naar de geldigheid en mogelijke verbetering van de methode van transfer/ruismodellering in

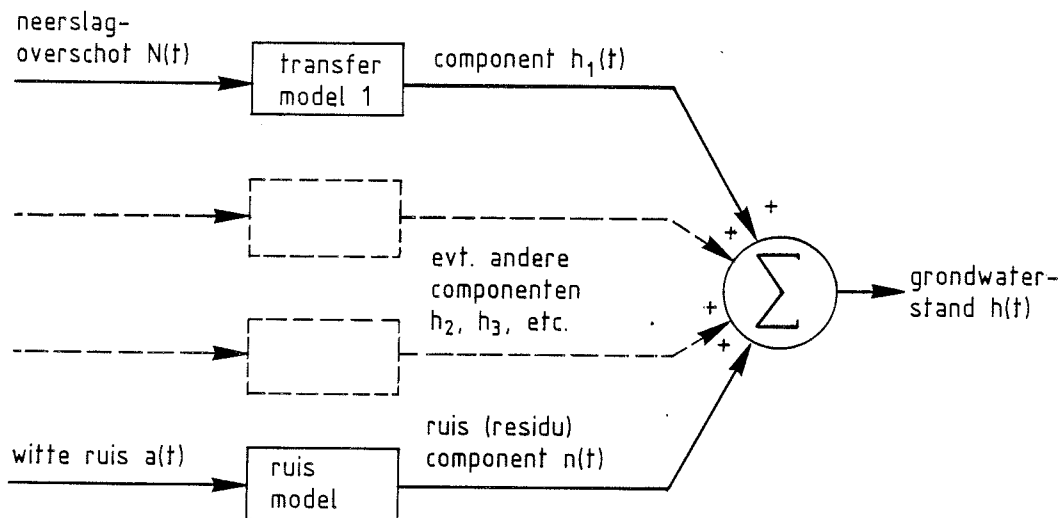
het geval van een grotere grondwaterdiepte zoals in het Meynweggebied. Hoewel nog niet voltooid, is dat onderzoek thans zo ver gevorderd dat een nieuwe modelberekening voor de reeks 58GP004501 in het Meynweggebied zinvol was.

Bij deze berekeningen is een meer globale vraagstelling gehanteerd, namelijk of het aantoonbaar is dat er in het gebied belangrijke dalingen zijn opgetreden die niet verklaard kunnen worden uit de natuurlijke meteorologische omstandigheden.

De berekeningen en dit rapport zijn tot stand gekomen binnen het DGV-TNO onderzoekprogramma "diepe reeksen".

2. METHODE

Evenals bij de oorspronkelijke berekening (1984) is de analyse gebaseerd op een zgn. transfer/ruismodellering volgens Box en Jenkins (1976). Hierbij wordt het verloop van de gemeten grondwaterstand zo goed mogelijk verklaard uit één of meerdere (input) variabelen. In figuur 1 is zo'n transfer/ruismodel schematisch weergegeven.



Figuur 1. Schema van een transfer/ruismodel.

In een normale hydrologische situatie is de variatie van de grondwaterstand vooral afhankelijk van de natuurlijke meteorologische omstandigheden. Een maat voor deze meteorologische omstandigheden is:

$$N = P - 0.8 E_p \quad (1)$$

Hierin is P de gemeten hoeveelheid neerslag en E_p de potentiële verdamping, berekend volgens de formule van Penman uit gemeten meteorologische factoren zoals wind, temperatuur en zonneshijn.

De samengestelde variabele N is voor gemiddelde omstandigheden te beschouwen als een goede, objectieve maat voor de meteorologische omstandigheden.

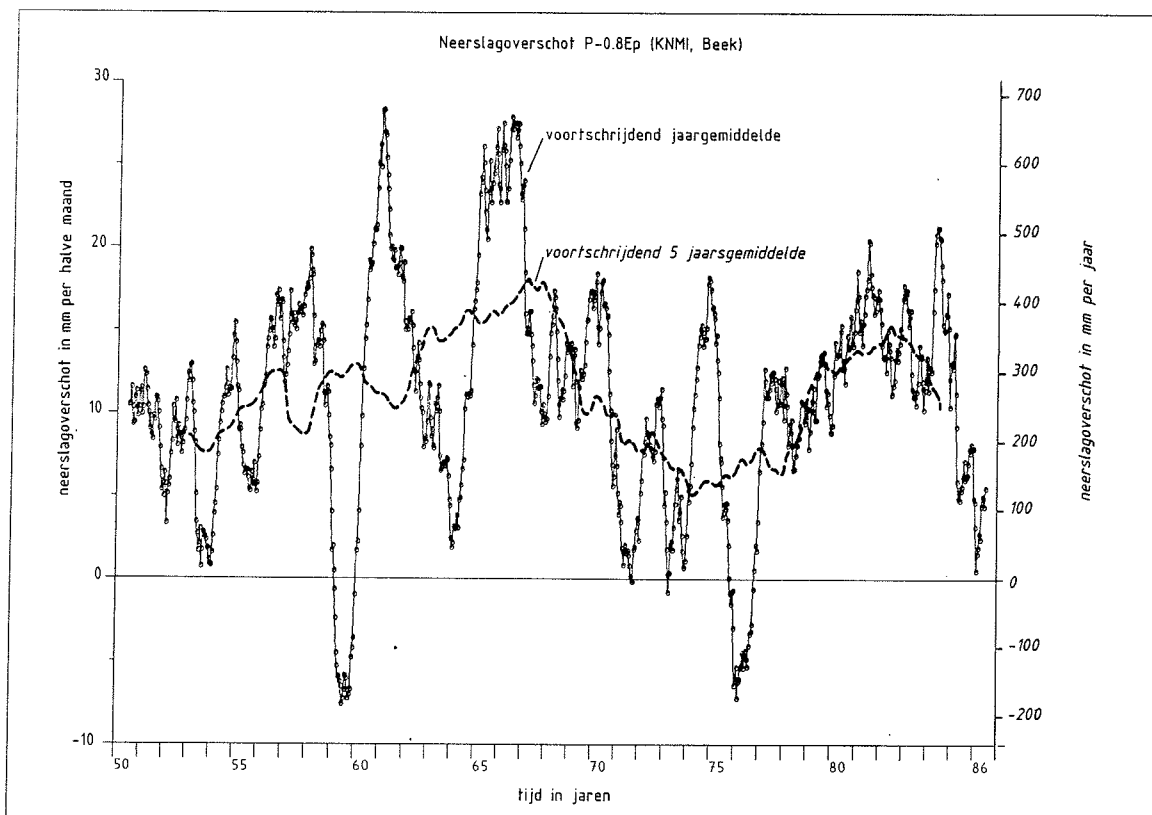
Daarbij moet worden bedacht dat het voor het onderhavige statistische model minder relevant is dat N ook een direct fysische betekenis heeft als neerslagoverschot in het proces van grondwateraanvulling. Varianten van de gekozen input zijn denkbaar, zowel in de richting van een meer gedetailleerde (verdampings)benadering als in een meer globale richting, bijv. door uitsluitend de neerslag zelf te beschouwen. Dergelijke varianten, waarvan de invloed overigens tot uiting zou komen in de betrouwbaarheid van de parameters van het statistische model, zijn bij dit onderzoek verder niet in beschouwing genomen.

Voor de bepaling van de inputreeks N is uitgegaan van de meteorologische (decade) gegevens van het KNMI-station Beek. De waarden zijn vervolgens omgerekend naar andere frequenties. De eenheid voor deze variabele is totaal aantal millimeters per halve maand. Deze eenheid is ook voor andere frequenties aangehouden.

In figuur 2 zijn van het (halfmaandelijks) neerslagoverschot het voortschrijdend jaargemiddelde en voortschrijdend 5-jaarsgemiddelde weergegeven. De nattere omstandigheden in de jaren '60 en '80 in verhouding tot de drogere jaren '70 zijn duidelijk zichtbaar.

Bij de analyse in 1984 was de modellering gebaseerd op een tijdstap-lengte van een maand. Op deze basis kon uiteindelijk geen model worden gevonden dat voor de gehele periode geldig was. Dit blijkt het gevolg te zijn van complexe traagheids- en dempingsprocessen die in dit type gebieden een rol spelen.

Uit het recente onderzoek bleek dat een goed model alleen te vinden is door een tijdstap-lengte te nemen van een jaar.



Figuur 2. Verloop van het neerslagoverschot.

Gerekend over de totale periode 1955 -1986 bleek uiteindelijk het volgende model het beste te voldoen:

$$h(t) = h_1(t) + n(t)$$

Transfermodel:

$$h_1(t) = \delta_{1,1} h_1(t-1) + \omega_{1,0} N(t) - \omega_{1,1} N(t-1)$$

Ruismodel:

$$\{n(t) - C\} = \phi_1 \{n(t-1) - C\} + a(t)$$

Tijdstaplengthte = 1 jaar.

$h(t)$ = (gemeten) grondwaterstand.

$h_1(t)$ = component die verklaard wordt uit de input N
(neerslagoverschot)

$N(t)$ = input, gemiddeld neerslagoverschot, uitgedrukt in
mm per 14 dagen

$\delta_{1,1}$ = 0.84 (0.07) autoregressieve coefficient

$\omega_{1,0}$ = 1.8 (0.5) "moving average" coefficient 1

$\omega_{1,1}$ = -3.4 (0.5) "moving average" coefficient 2

$n(t)$ = residucomponent

$a(t)$ = witte ruis, berekende innovatie variantie = 337 cm²

ϕ_1 = 0.95 (0.05)

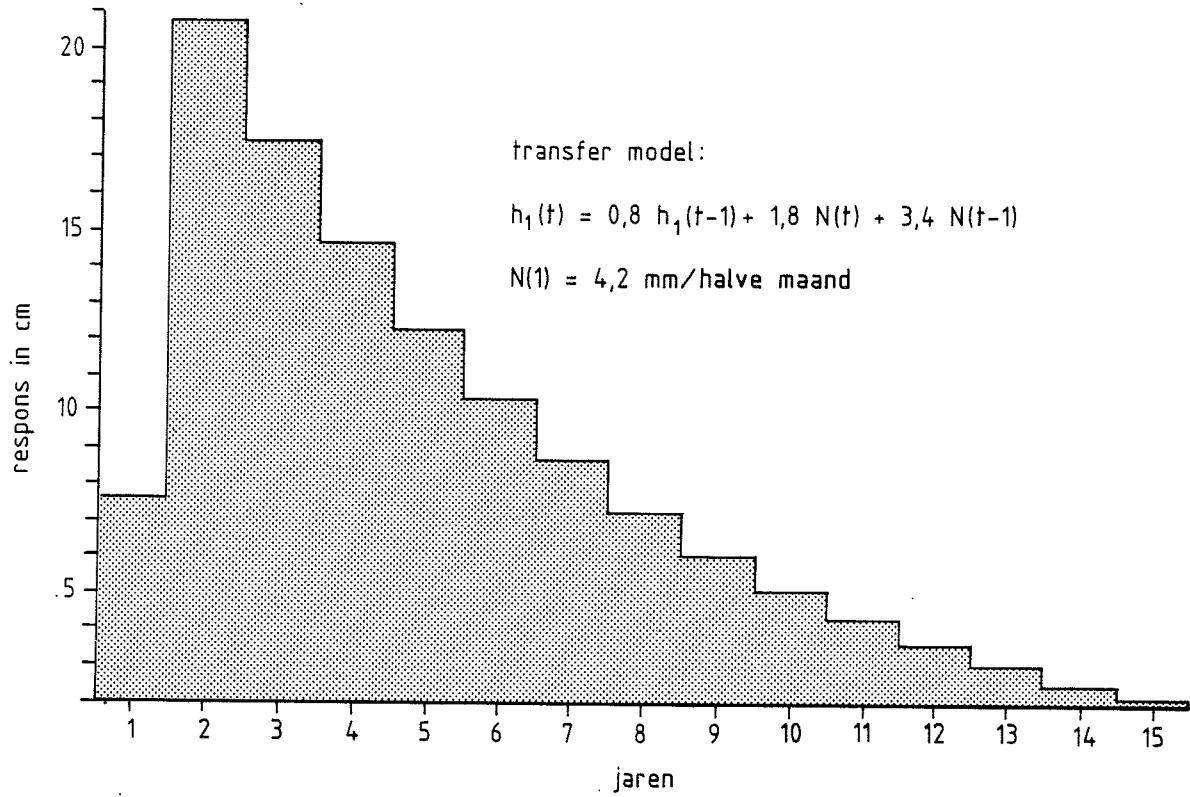
C = -426 (178) cm

N.B.: achter de waarde van de coëfficiënt is tussen haakjes de
geschatte standaardafwijking vermeld.

De kenmerken van het transfermodel kunnen met een responsfunctie op een
andere wijze zichtbaar worden gemaakt.

In figuur 3 is de responsfunctie gegeven van de reactie op een eenmalig
positief neerslagoverschot gedurende één jaar.

Uit de figuur blijkt dat het transfermodel een zeer trage reactie van de
grondwaterstijghoogte op het neerslagoverschot beschrijft. Het hoogste-
punt van de reactie vindt plaats na een vertragingstijd van ongeveer een
jaar terwijl ook daarna de invloed nog een aantal jaren doorwerkt.



Figuur 3. Input-responsfunctie op neerslagoverschot.

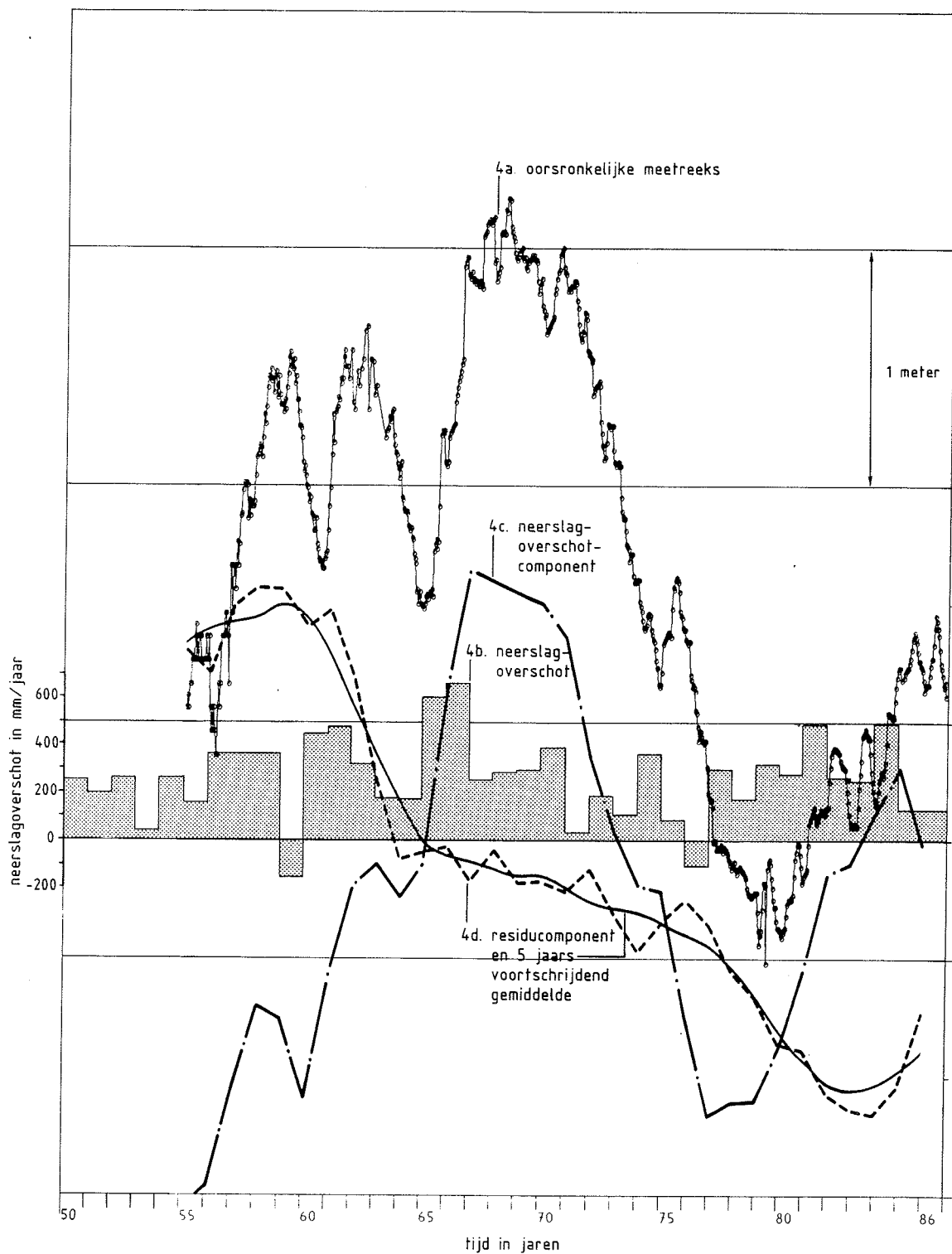
3. RESULTATEN EN OVERWEGINGEN

In figuur 4a t/m d zijn respectievelijk weergegeven:

- de oorspronkelijke gemeten tijdreeks van de stijghoogte 58GP004501;
- het neerslagoverschot op jaarbasis als inputvariabele voor het transfermodel;
- de neerslagoverschot-component h_1 , berekend volgens het transfermodel;
- de residucomponent, en daarvan het voortschrijdend 5-jaarsgemiddelde.

Uit de figuren blijkt dat een belangrijk deel van de variatie in de stijghoogte volgens het hiervoor beschreven transfermodel verklaard wordt uit het neerslagoverschot en daarmee uit de natuurlijke meteorologische omstandigheden. Dit geldt met name voor de stijgingen in de jaren '65 en '66, de overheersende dalingen in de jaren '70 t/m '79 en vervolgens de stijging in de jaren '80. Opgemerkt wordt dat ook het stijgende verloop in de periode 1955-1960 thans grotendeels uit het neerslagoverschot wordt verklaard. Dit is een verbetering ten opzichte van eerdere analyses.

Omdat thans voor de gehele periode een goed transfermodel op neerslagoverschot is gevonden, is het verloop van resterende (residu)reeks een weergave van de veranderingen die ter plaatse zijn opgetreden als gevolg van niet-natuurlijke omstandigheden. Bij de verdere interpretatie van de residureeks als maat voor de niet-natuurlijke veranderingen moet echter de grofheid van de modellering (op jaarbasis) en de onnauwkeurigheid in de gekozen input (het neerslagoverschot) in acht worden genomen. Om deze reden mag aan de kleinschalige variaties in de residureeks niet veel waarde worden gehecht en is als uiteindelijke resultaat gekozen voor het meer geleidelijke verloop van het 5-jaars voortschrijdend gemiddelde van de residureeks; deze heeft de volgende kenmerken (figuur 4d):



Figuur 4. Resultaten tijdreeksmodellering 58GP004501.

- Er is over de totale meetperiode een daling opgetreden van zeker een meter.
- De daling verloop geleidelijk; er is althans geen sprake van plotse-
linge, sprongsgewijze veranderingen.
- De daling lijkt te zijn ingezet rond het jaar 1960.
- In de perioden 1961-1964 en 1977-1983 is er sprake geweest van een
relatief sterke toename van de daling.
- Vanaf 1984 lijkt er sprake te zijn van een stabilisatie of zelfs een
relatieve stijging van de grondwaterstand. De analyse is echter te
globaal en de periode na 1984 is nog te kort om dit met zekerheid te
kunnen vaststellen.

4. CONCLUSIES

1. Naar aanleiding van eerder onderzoek (Van Bracht en Defize, 1984; Bloemendaal en Rolf, 1988) wordt door de DGV-TNO een methodisch onderzoek verricht inzake de toepassing van tijdreeksanalyse op grondwater in het geval van een grotere grondwaterdiepte zoals in het Meynweggebied. Hoewel dit onderzoek nog niet is afgesloten is voor het meetpunt 58GP004501 in het kader van de verdrogingsproblematiek van het Meynweggebied thans reeds een nieuwe tijdreeksanalyse uitgevoerd gebaseerd op jaargemiddelden.
2. Bij deze analyse is voor de gehele meetperiode 1955-1986 een eenduidige relatie vastgesteld tussen de gemeten grondwaterstand en het neerslagoverschot berekend uit neerslag- en meteorologische gegevens van het KNMI als maat voor de variatie van de natuurlijke meteorologische omstandigheden.
3. Deze relatie duidt op een zeer trage doorwerking van de neerslag over een periode van meerdere jaren. Het hoogtepunt van de reactie heeft een vertragingstijd van ongeveer een jaar.
4. De tijdreeks die ontstaat na correctie op basis van de onder 2 genoemde relatie is een maat voor de veranderingen die ter plaatse zijn opgetreden, onafhankelijk van de natuurlijke meteorologische omstandigheden.
5. Uit het globale verloop van de gecorrigeerde tijdreeks blijkt dat er binnen de meetperiode (1955-1986) in dit gebied een structurele daling van de grondwaterstand is opgetreden als gevolg van niet-natuurlijke oorzaken. Deze daling bedraagt tenminste een meter.
6. De oorzaken van de opgetreden grondwaterstands daling zijn met het voorliggende onderzoek niet met zekerheid vast te stellen. Via aanvullend onderzoek zou in eerste instantie moeten worden nagegaan of er sprake is van lokale dan wel van grootschalig-regionale oorzaken.

LITERATUUR

Box, G.E.P. en G.M. Jenkins. Time series analysis; forecasting and control.

Holden Day, San Fransisco, USA, 1976.

Bloemendaal, S. en H.L.M. Rolf. Geohydrologisch interimrapport verdrogingsonderzoek nationaal park Meynweg.

Dienst Grondwaterverkenning TNO, rapport nr. OS 88-04, maart 1988.

Bracht, M.J. van en P.R. Defize, 1984. Verdroging nationaal park Meynweg; statistische analyse grondwaterstandsreeksen.

Dienst Grondwaterverkenning TNO, rapport nr. OS 84-30, november 1984.