

---

# Een aanzet tot een geohydrologische typologie

A.P. Bot

---

*Vraag een hydroloog naar de beste manier om de grondwaterstand weer omhoog te krijgen en hij zal antwoorden: dat hangt van de situatie af. Vervolgens blijkt dat het niet zo eenvoudig is om die 'situatie' te beschrijven. Tegen dat probleem liepen we aan bij het ontwikkelen van een methode voor een globale voorselectie van maatregelen tegen verdroging, Nationaal Onderzoekprogramma Verdroging, thema NOV 14, die door de schrijver dezes in opdracht van de STOWA werd uitgewerkt. Omdat de voorselectie globaal en eenvoudig uit te voeren moest zijn, gold dat ook voor de beschrijving van de 'situatie'. Zo werd als bijproduct van NOV 14 een hydrologische typologie ontworpen. Ondertussen is duidelijk dat op veel meer plaatsen behoefte is aan een dergelijke typologie. Waarschijnlijk zal daar de komende jaren stevig aan worden gewerkt. Hier volgt een aanzet waar anderen wellicht op voort kunnen borduren. Vooral een verdere kwantificering van de typekenmerken zou een stap vooruit zijn. Ook is de toepassing van de typologie in de praktijk nauwelijks getoetst.*

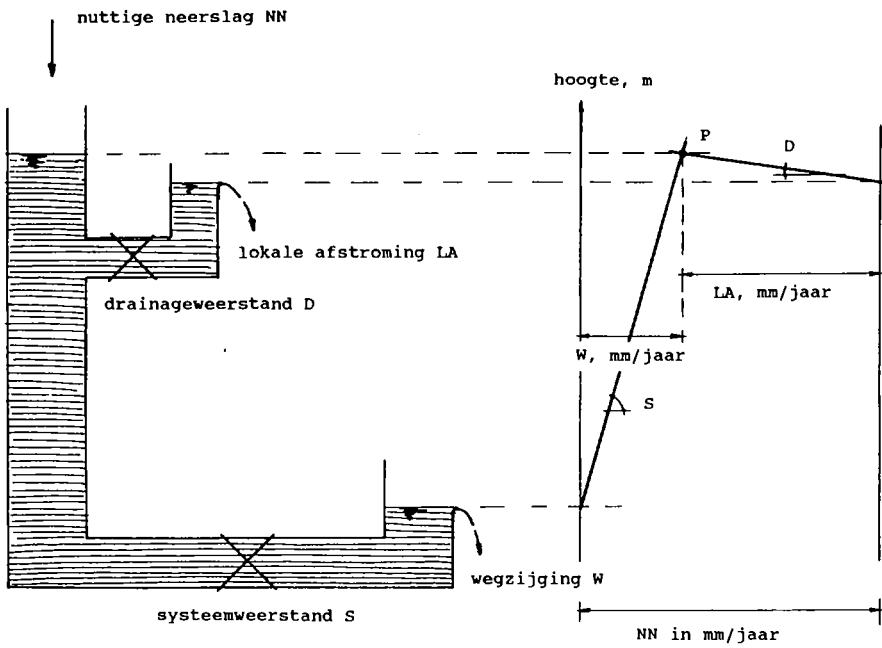
## **Een globale schematisatie van grondwaterstroming**

De 'nuttige neerslag' (neerslag minus verdamping) stroomt op een veelvoud van manieren af naar verschillende ontwateringsmiddelen met verschillende drainagebases. Al die manieren kunnen tot 2 componenten geschematiseerd worden:

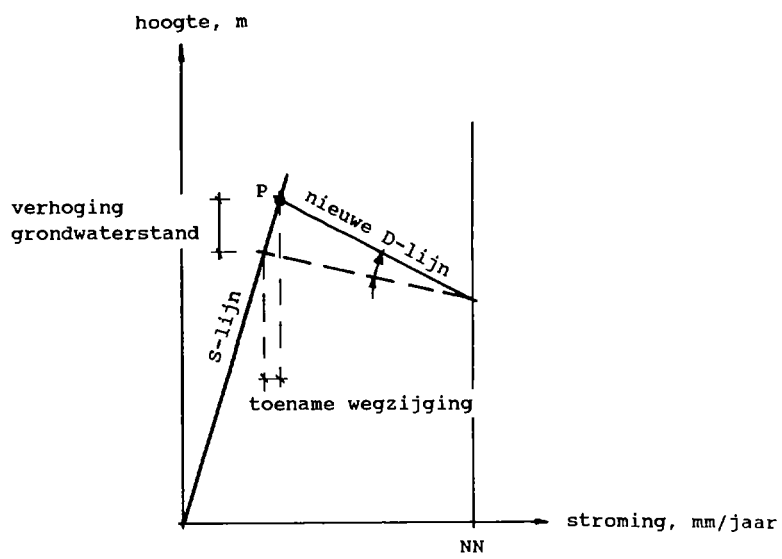
- a. wegzijging naar grotere diepte via het grondwatersysteem;
- b. afstroming naar het lokale ontwateringsstelsel.

De wegzijging  $W$  ondervindt een 'systeemweerstand'  $S$  naar het bijbehorende kwelgebied. De lokale afstroming  $LA$  vindt plaats via de drainageweerstand  $D$  naar de lokale drainagebasis (slootpeil of slootbodem). Wanneer bovendien wordt aangenomen dat beide afstromingscomponenten een lineaire relatie hebben met de weerstand en als constant in de tijd worden beschouwd, kunnen zij langs grafische weg worden vastgesteld, zoals in figuur 1 is aangegeven. In horizontale richting zijn stromingen uitgezet, bij voorbeeld in mm/jaar. De verticale as geeft de hoogte aan van grondwaterstanden en drainagebases. Het punt  $P$  is de resulterende grondwaterstand.

De hier gebruikte schematisatie wordt vaak gebruikt en is voor hydrologen direct herkenbaar. Alleen de 'systeemweerstand'  $S$  is een ongebruikelijke grootte. De systeemweerstand is het equivalent van de drainageweerstand, maar heeft betrekking op een veel grotere schaal. De stroming van het wegzijggebied naar het kwelgebied van een grondwatersysteem wordt er mee gekarakteriseerd. Dat systeem is in figuur 1 geschematiseerd tot een stroombuis met vaste begrenzing en constante doorsnede (vandaar dat de uitstroming aan de kwelzijde gelijk is aan de wegzijging).



Figuur 1: Grafische bepaling van afstromingscomponenten

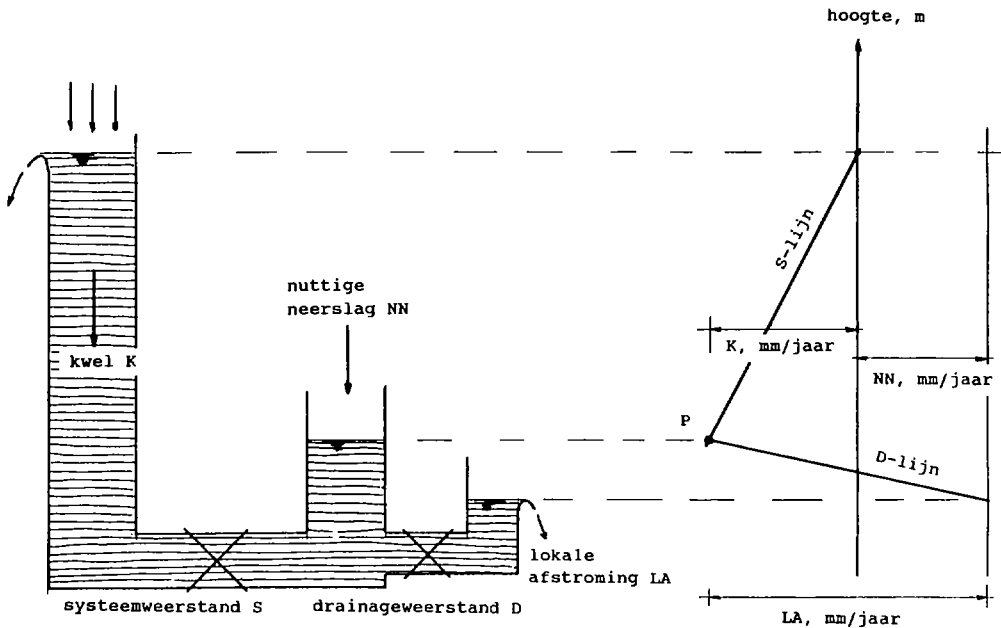


Figuur 2: Verhoging van de drainageweerstand

In figuur 2 is in een soortgelijke grafiek aangegeven hoe de grondwaterstand verandert wanneer de drainageweerstand wordt verhoogd (bij voorbeeld door het dichtens van watergangen). De nieuwe grondwaterstand is weer op de 'S-lijn' gelegen: de S-lijn vormt een vast kenmerk van het gebied en is onafhankelijk van het ontwateringsstelsel. De helling van de S-lijn staat voor de verandering in wegzijging bij veranderde grondwaterstand. In grondwatermodelleertaal gesproken: de S-lijn beschrijft de relatie tussen het topsysteem en de onderliggende pakketten. Uiteraard geldt hier weer de beperking van de zeer eenvoudige schematisatie.

In figuur 3 is een voorbeeld aangegeven van een kwelsituatie. Ook voor een kwelsituatie zijn de lokale afstroming, de kwelintensiteit en het verband tussen de veranderde grondwaterstand en de veranderde kwelintensiteit af te lezen. De potentiaal aan de wegzijgzijde van figuur 3 is constant verondersteld.

De hoogte van de horizontale as van de grafieken in figuren 1 t/m 3 komt overeen met de potentiaal van 'het andere uiteinde van het grondwatersysteem'. De grondwaterstand van kwelgebieden is dus onder die as gelegen, die van wegzijggebieden er boven.

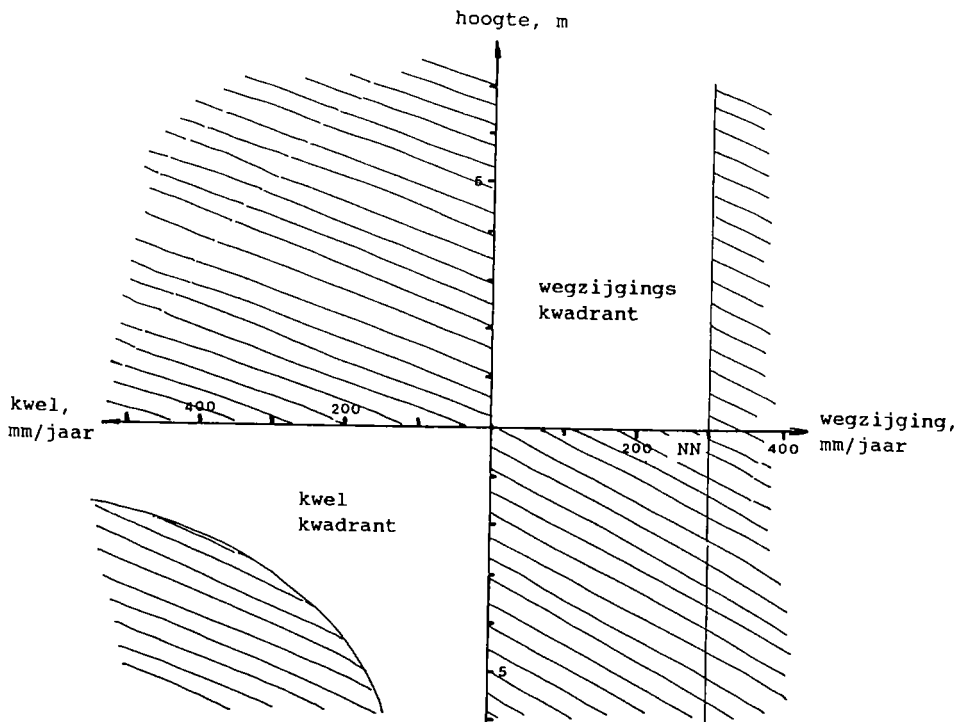


Figuur 3: Kwelsituatie

## Afstromingsdiagram

De grafieken zoals hierboven geïntroduceerd worden hier 'afstromingsdiagrammen' genoemd. Het blijkt dat dit diagram zeer goed bruikbaar is om een (grond)watersituatie in aan te geven, vanwege de veelsoortige informatie die uit het diagram is te lezen. Voor een situatie zijn globaal de lokale afstroming (vanaf de NN-lijn), de kwel/wegzijging, de verandering van kwel/wegzijging bij veranderde grondwaterstand (de helling van de S-lijn) en de relatieve hoogteligging van het gebied af te lezen.

In figuur 4 is de verzameling van punten P van reële situaties in het afstromingsdiagram aangegeven. In het eerste kwadrant zijn de wegzijgingssituaties gelegen; een grotere wegzijging dan de nuttige neerslag van ruwweg 300 mm/jaar is niet mogelijk (afgezien van kunstmatige aanvoer). Het derde kwadrant geeft de kwelsituaties weer. Intensieve kwel komt niet voor bij hoge systeemweerstand vanwege de beperkte hoogteverschillen. Het tweede en vierde kwadrant bevatten geen reële situaties. De hoger liggende zijde van het systeem kan immers geen kwelsituatie zijn. Andersom vindt nooit wegzijging plaats aan de onderzijde.



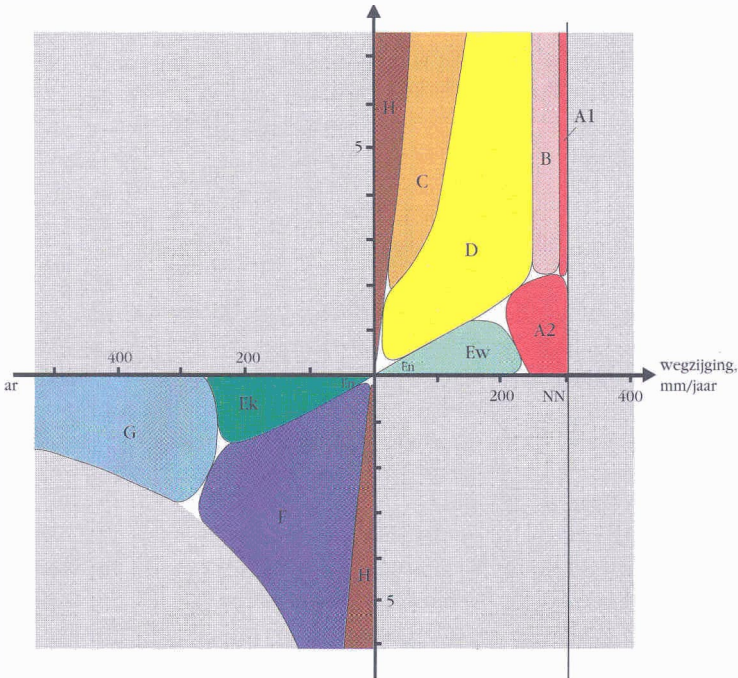
Figuur 4: Afstromingsdiagram met de verzameling van reële situaties

## Typologie

De hieronder voorgestelde typologie van hydrologische situaties dekt de verzameling van mogelijke situaties, zoals in figuur 4 geschetst. De plaats van de typen in het afstromingsdiagram is aangegeven in figuur 5.

De typen zijn aangegeven met de aanduiding A1 tot en met H:

- A1 Uitgestrekte wegzijgebieden zonder afvoer naar een plaatselijk stelsel van waterlopen, met een grondwaterstand ver beneden maaiveld. Gebieden dus met volledige wegzijging. De systeemweerstand  $W$  zal over het algemeen in orde van grootte enkele tientallen jaren bedragen. Aan de randen gaan gebieden van type A1 over in wegzijgebieden met in de winter enige afvoer, type B.
- A2 Andere gebieden met vrijwel volledige wegzijging. De grondwaterstand kan in dit geval dichterbij maaiveld liggen. De gebieden zijn niet erg uitgestrekt. De systeemweerstand neemt waarden aan van hooguit enkele jaren. Type A1 gaat aan de randen meestal over op type D of Ew.
- B Hoewel de systeemweerstand van type B enkele tientallen jaren bedraagt, is de grondwaterstand niet zeer diep. Dit type komt niet veel voor en vormt een overgang tussen type A1 en D. Er is nauwelijks lokale afvoer.



**Figuur 5:** Hydrologische typologie

- C Onder invloed van een slecht doorlatende laag nabij het maaiveld staat het grondwater in de winter zeer hoog. Vanwege de relatief hoge ligging van deze gebieden vindt toch enige wegzijging plaats. In de winter bevindt zich vaak een schijnspegel boven de afsluitende laag die in de zomer afwezig is. De seizoensfluctuatie van de grondwaterstand is hoog, Gt V. Het neerslagoverschot in de winter wordt grotendeels afgevoerd. De keileengebieden vallen onder type C.
- D Onder dit type vallen de meeste Pleistocene hogere gronden. In de winter vindt lokale afvoer plaats, in de zomer vrijwel niet. De systeemweerstand is in orde van grootte een jaar of 10.
- E Deze gebieden bevinden zich ruimtelijk nabij de grens tussen kwel- en wegzijggebieden. Subtype Ew kent wegzijging gedurende het gehele jaar, subtype Ek voortdurend lichte kwel. Bij subtype En treedt afwisselend kwel en wegzijging op (de aanname van stationaire stroming klopt hier natuurlijk helemaal niet meer). De systeemweerstand van deze gebieden is gering en hydrologisch zijn zij weinig stabiel: deze gebieden zijn door geringe oorzaken al ernstig verstoord.
- F Relatief diep gelegen kwelgebieden met een afdekkende laag van aanzienlijke weerstand. De intensiteit van de kwelstroom is daardoor beperkt. De systeemweerstand bedraagt tien tot tientallen jaren. In een aantal gevallen is de kwel afkomstig van nabijgelegen hogere boezemwateren, waardoor de systeemweerstand niet altijd zeer groot hoeft te zijn.
- G Kwelgebieden met een zeer hoge kwelintensiteit, die alleen mogelijk is bij een geringe afdekking en systeemweerstand. Meestal betreft het hier boezemkwel. Vooral de randen van droogmakerijen kennen de combinatie van een groot systeemverval en een geringe afdekking. Type G komt ook voor aan de randen van beekdalen.
- H Geïsoleerde gebieden, dat wil zeggen gebieden met een vrijwel volledig dichte laag op geringe diepte. Daardoor is noch van kwel sprake, noch van wegzijging. De volledige nuttige neerslag wordt lokaal afgevoerd, de systeemweerstand is zeer hoog. Over het algemeen gaat het om slecht ontwaterde, moerassige gebieden, plassen en vennen, maar ook om lager liggende gebieden met zware kleigrond.

## Discussie

Hierboven is al enkele malen gewezen op het globale karakter van de gebruikte hydrologische schematisatie. In werkelijkheid zijn de relaties niet lineair, vindt de grondwaterstroming niet door vaste stroombuizen plaats, is de doorsnede van stroombuizen niet konstant, enzovoort. Aan de typekenmerken moet daarom niet al te veel kwantitatieve waarde worden gehecht. Desondanks levert de typologie, met name wanneer die in het afstromingsdiagram wordt weergegeven, een verrassend grote hoeveelheid globale maar wezenlijke informatie over de hydrologische situatie.

De typeindeling lijkt voor hydrologen direct herkenbaar en vertrouwd. Typetoekenning voor een concrete situatie lijkt niet veel problemen op te leveren. De toekenning is redelijk eenduidig, maar enige overlap (en dus twijfel bij toekenning) behoort bij het globale karakter van de typologie.

Waarschijnlijk kan aan de hand van een typetoekenning een bruikbare onderrandrelatie worden opgesteld voor een 'los topsysteem'. Die relatie wordt immers gevormd door (de helling van) de S-lijn. Juist voor deze interessante toepassing is behoefte aan een betere kwan-

tificering. De S-lijn zal namelijk in werkelijkheid niet lineair zijn (net zomin als de drainageweerstand dat in werkelijkheid is).

Bovendien is de 'hoogteligging' van een situatie in het afstromingsdiagram onvoldoende gedefinieerd. Omdat het doorstroomde systeem niet bestaat uit vaste stroombuizen met een constante doorsnede komt die hoogteligging niet overeen met het systeemverval. Voorlopig is slechts kwalitatief aan te geven dat een situatie 'hoog ligt' als hij aan de ingang van een systeem met een aanzienlijk verval is gelegen.

A.P. Bot  
Raadgevend Ingenieur  
Water/Grond/Milieu  
Söderblomplaats 348  
3069 SL Rotterdam  
Tel: (010) 2200883  
Fax: (010) 4567272