



# Een reconstructie van het historische grondwaterstandsverloop

MARTIN KNOTTERS, ALTERRA  
 PETER JANSEN, ALTERRA  
 DICK BRUS, ALTERRA  
 JACK VAN DER HORST, ALTERRA

Bij onder andere het vaststellen van de omvang van verdroging of het maken van plannen voor natuurherstel is het van belang om over een referentiebeeld van het historische grondwaterstandsverloop te beschikken. Een waardevolle informatiebron hiervoor vormt het COLN-archief, dat grondwaterstanden bevat die zijn gemeten tussen 1952 en 1955. Veel waterhuishoudkundige ingrepen die hebben bijgedragen aan verdroging, waren toen nog niet gepleegd. Een groot deel van de grondwaterstanden uit het COLN-archief is onlangs gedigitaliseerd. Voor een gebied in Noord-Brabant is met deze informatie een reconstructie gemaakt van het grondwaterstandsverloop in het begin van de jaren vijftig.

In de afgelopen decennia is de waterhuishouding in veel gebieden aanzienlijk veranderd, met het oog op zowel verhoging van de landbouwproductie als verbetering van de productieomstandigheden. Veelal leidde dit tot een daling van de grondwaterstand. Daarnaast hebben grondwaterwinning, toename van verharde oppervlakken, bebossing en zandwinning bijgedragen tot grondwaterstands-daling.

Afb. 1: Locaties waarvan de grondwaterstandsgegevens uit het COLN-archief zijn gedigitaliseerd.



Naar schatting is 60 procent van de grondwaterstands-daling het gevolg van landbouwkundige ingrepen en 30 procent het gevolg van grondwateronttrekkingen<sup>1</sup>.

Om de gevolgen van grondwaterstands-daling voor de natuur te beperken en om natuur te herstellen voert de overheid een anti-verdrogingsbeleid<sup>2</sup>, waarvoor provincies en waterschappen gewenste grond- en oppervlaktewaterregimes (GGOR's) moeten vaststellen<sup>3</sup>. In projecten voor natuurherstel wordt getracht deze GGOR's te realiseren. Bij het vaststellen van GGOR's en het maken en evalueren van plannen voor natuurherstel is het van belang om over een historische referentie van de waterhuishouding te beschikken. Het COLN-archief bevat grondwaterstanden waarmee zo'n referentiebeeld van het grondwaterstandsverloop kan worden gemaakt. Om deze gegevens beter te ontsluiten is onlangs een groot deel van het archief gedigitaliseerd<sup>4</sup>.

## Het COLN-onderzoek

In 1948 werd gestart met een systematische inventarisatie van de grondwaterstand in Nederland, met als doel een grondwaterstandskartaar te maken<sup>5</sup>. Behoeftte bestond aan informatie over de grondwaterstand in relatie tot de gewasopbrengst; de noodzaak van gedetailleerde informatie over de grondwaterstand

werd onderstreept door de extreem droge zomer van 1947 en zijn gevolgen voor de voedselproductie. De Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (COLN-TNO) leidde een uitgebreid onderzoek, dat in 1958 werd afgerond met de publicatie van kaarten schaal 1:200 000 voor elke provincie, met daarop de gemiddelde grondwaterstanden in zomer en winter, en de omvang van de verdroging<sup>6</sup>. In de jaren 1952-1955 werden in meer dan 23.000 buizen grondwaterstanden gemeten. In zo'n 90 procent van de buizen werd de grondwaterstand ieder kwartaal waargenomen. Deze buizen lagen gelijkmatig verspreid met een dichtheid van één per vierkante kilometer. In de overige tien procent werd de grondwaterstand tweemaal per maand waargenomen, vaak ook nog na 1955. Het COLN-onderzoek beperkte zich tot landbouwgronden waarbij het grondwater zich binnen twee meter diepte bevond.

Het COLN-archief, dat bestaat uit formuleren met grondwaterstandstijdreeksen en kaarten met locaties van grondwaterstands-buizen, is in duplo aanwezig: bij TNO-NITG in Utrecht (voorheen Delft) en bij Alterra in Wageningen. Het archief in Wageningen bevat ook informatie die ten grondslag lag aan de verdrogingskaarten en de isocarpendiagrammen (opbrengst-ontwateringsdieptecurven). Het archief van TNO-NITG is het meest compleet en uniform; daarom is dit archief gebruikt voor digitalisatie.

## Het digitale COLN-archief

Een klein deel van de COLN-gegevens was al digitaal opgeslagen in de DINO-database van TNO-NITG, maar de rest moest nog worden gedigitaliseerd. Bij het digitaliseren van grondwaterstanden is prioriteit gegeven aan de gebieden waar de verdrogingsproblematiek het grootst is. Inmiddels zijn grondwaterstanden van het pleistocene deel van Nederland en de overgang naar het holocene deel gedigitaliseerd (afbeelding 1). 'Wit' in afbeelding 1 zijn het holocene deel van het land, natuurgebieden, bebouwing, gebieden waar het grondwater zich dieper dan twee meter bevindt en enkele gemeenten waarvan de gegevens ontbraken. Naast grondwaterstanden zijn ook kaarten van de zomer- en de wintertoestand, schaal 1:200.000, gedigitaliseerd. Alle gedigitaliseerde gegevens zijn gepubliceerd op cd-rom<sup>4</sup>.

## Waarom reconstructie?

Waarom moet het grondwaterstandsverloop worden gereconstrueerd als er al kaarten van de gemiddelde zomer- en wintergrondwaterstand zijn? In de eerste plaats geven de bestaande COLN-kaarten geen informatie over de grondwaterstand in natuurgebieden, ter-



## Methode van reconstructie

1. Voor 231 locaties waar de grondwaterstand halfmaandelijkse is waargenomen (in 'stambuizen') is de relatie tussen het potentiële neerslagoverschot en de grondwaterstand gemodelleerd met eenvoudige transfer-ruismodellen. Met deze modellen is het grondwaterstandsverloop voor een periode van 30 jaar gesimuleerd: 1970-2000, dezelfde periode als bij de actuele grondwaterdynamiek, zodat toevallige meteorologische effecten worden geëlimineerd. Uit de gesimuleerde reeksen werden de GHG's en de GLG's (gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstanden, samengevat GxG's) voor de 231 stambuislocaties berekend.
2. Op 956 locaties is de grondwaterstand eens per kwartaal waargenomen (in 'peilbuizen', met twaalf waarnemingen in de periode 1952-1955). Met lineaire regressiemodellen is de relatie beschreven tussen de grondwaterstand in peilbuizen en stambuizen. Met deze modellen zijn de GxG's voorspeld voor de 956 peilbuislocaties.
3. De GxG's zijn vanuit de 231 stambuis- en 956 peilbuislocaties ruimtelijk geïnterpoleerd naar de knooppunten van een 25 x 25 m grid. Eerst is hiertoe een regressiemodel geselecteerd dat de relatie beschrijft tussen

- GxG en gebiedsdekkende hulpvariabelen. Deze hulpvariabelen zijn: de grondwatertrap van de bodemkaart schaal 1:50.000, de kwelklasse afgeleid van de bodemtypen van de bodemkaart schaal 1:50.000, en de absolute en relatieve maaiveldshoogte volgens het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). Met het geselecteerde regressiemodel is de GxG t.o.v. NAP voorspeld op de knooppunten van het 25 x 25 m. grid.
4. De residuen van het regressiemodel van stap 3 vertonen ruimtelijke structuur en zijn daarom met behulp van 'simple kriging'<sup>7)</sup> vanuit de stam- en peilbuislocaties geïnterpoleerd naar de gridpunten. Door de geïnterpoleerde residuen bij de voorspelde GxG's op de gridpunten op te tellen, worden de voorspellingen verbeterd.
  5. Tenslotte zijn de varianties van de fouten in de voorspelde GxG's berekend, als indicatie van de onzekerheid. In enkele gebieden moest de GxG worden geëxtrapoleerd, omdat de waarden van de hulpvariabelen buiten het bereik vielen van de waarden die beschikbaar waren om het regressiemodel van stap 3 te kalibreren. Voor deze gebieden is de onzekerheid niet gekwantificeerd, maar in elk geval groter dan de variantie van de voorspelfout indiceert. Het zijn de natste en droogste terreinen. De gebieden zijn aangegeven in afbeelding 3.

wijl hieraan juist behoefte bestaat. Naar deze gebieden moet dus worden geëxtrapoleerd. In de tweede plaats geven de COLN-kaarten geen informatie over de statistische nauwkeurigheid, waardoor de kaarten niet kunnen worden gebruikt in onzekerheidsanalyses. In de derde plaats moeten historische referenties, evenals kaarten van de actuele grondwaterdynamiek, klimaatsrepresentatief zijn, zodat verschillen tussen beide alleen kunnen worden verklaard uit veranderingen in het hydrologische systeem en niet zijn toe te schrijven aan 'toevalli-

ge' meteorologische verschillen.

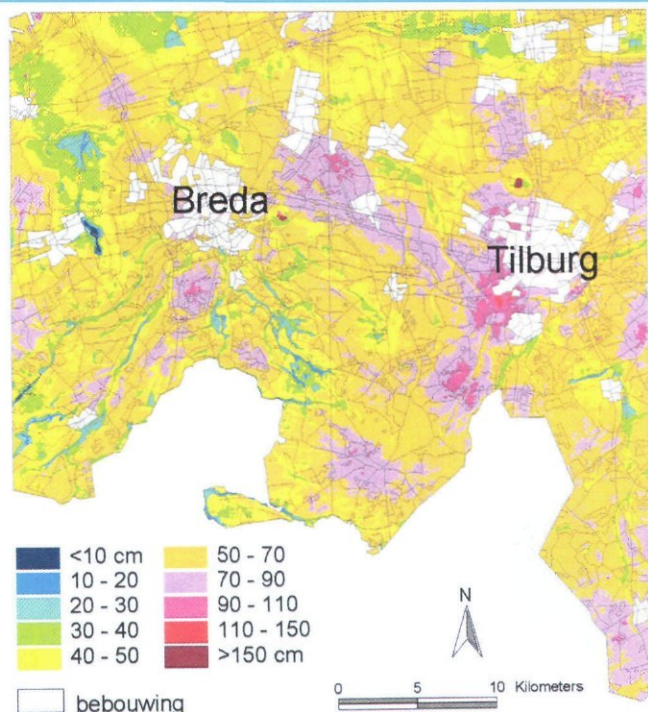
Van een gebied in Noord-Brabant is het historische grondwaterstandsverloop gereconstrueerd<sup>4)</sup>. De methode is samengevat in het kader. Afbeelding 2 toont de gereconstrueerde gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). De standaardafwijking van de fouten in deze gereconstrueerde GHG, als maat voor de (on-)nauwkeurigheid van de kaartinformatie, is weergegeven in afbeelding 3. De gereconstrueerde GHG in afbeelding 2 weerspiegelt de landschappelijke patronen, zoals beekdalen

en dekzandruggen. Afbeelding 2 geeft een minder 'droog' beeld van de hoogste gronden dan de oorspronkelijke COLN-kaart<sup>8)</sup> van de wintertoestand. Dit is een effect van de geringere waarnemingsdichtheid in deze gebieden. De onzekerheid over de werkelijke GHG (afbeelding 3) is vooral groot in gebieden waarin de grondwaterstand niet is waargenomen, zoals natuurgebieden.

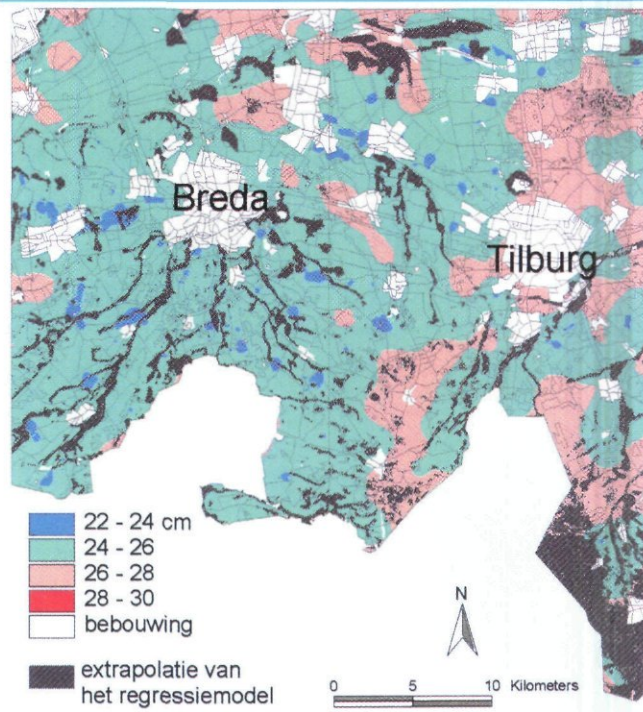
## Verdroging

Wat zijn nu de uitdagingen om de gedigi-

Afb. 2: Gereconstrueerde gemiddeld hoogste grondwaterstand in de jaren 1952-1955.



Afb. 3: Standaardafwijking van de voorspelfout van de gereconstrueerde gemiddelde hoogste grondwaterstand. Gebieden waar de standaardafwijking is onverschot, (buiten bereik regressiemodel) zijn aangegeven.





taliseerde COLN-gegevens te benutten ter ondersteuning van uiteenlopende beslissingen in het grondwaterbeheer en de inrichting van het platteland? Wij noemen er twee.

De eerste uitdaging is om voor heel Nederland een reconstructie te maken van de grondwaterdynamiek in de jaren vijftig, die kan worden gebruikt als referentie bij het vaststellen van de GGOR's<sup>3)</sup>. De methode die in het voorbeeldgebied is gevolgd kan in principe ook elders worden toegepast. Voordat het zover is, kan de methode van ruimtelijke interpolatie nog wel verbeterd worden, door 'universal co-kriging' toe te passen. Hiervoor is programma-tuur beschikbaar<sup>9)</sup>, die bij de beschrijving van de actuele grondwaterdynamiek al wordt toegepast. Als het grondwaterstandsverloop voor grote gebieden wordt gereconstrueerd, dan is het raadzaam om de regressiemodellen die onderdeel zijn van de methodiek voor hydrologische deelgebieden afzonderlijk te selecteren.

Een tweede uitdaging is om veranderingen in de grondwaterstand sinds de jaren vijftig gebiedsdekkend te kwantificeren door kaarten van de gereconstrueerde en de actuele grond-

waterdynamiek<sup>10)</sup> met elkaar te vergelijken. Interessant is in hoeverre het beeld dat hieruit ontstaat, overeenkomt met de verdrogingskaart van Nederland<sup>11)</sup>. Zoals blijkt uit de mogelijkheden om de informatie over het historische grondwaterstandsverloop te benutten, is het monnikenwerk van het digitaliseren van het COLN-archief niet teveergeefs. ■

LITERATUUR

- 1) Beuglink G. en F. Claessen (eds.) (1995). Operationalisatie van 25%-doelstelling verdroging: maatregelen, kosten en effecten. Achtergronddocument ten behoeve van Milieuverkenningen 3 en Evaluatienota Water, RIVM-rapport 715001001. RIZA-nota 95.029.
- 2) Ministerie van VROM (1997). Nationaal Milieubeleidsplan 3.
- 3) Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1998). Vierde nota waterhuishouding.
- 4) Jansen P., M. Knotters, D. Brus en J. van der Horst (2003). Reconstructie van historische grondwaterstandskarakteristieken met grondwaterstanden gemeten in de periode 1952-1955. Alterra-rapport 614.

- 5) Krul W. (1952). Een grondwaterstandskaart voor Nederland. Verslagen technische bijeenkomsten CHO-TNO 1-6, pag. 85-93.
- 6) Visser W. (1958). De landbouwwaterhuishouding van Nederland. COLN-TNO.
- 7) Goovaerts P. (1997). Geostatistics for natural resources evaluation. Oxford University Press.
- 8) Kouwe J. en B. Vrijhof (1958). De landbouwwaterhuishouding in de provincie Noord-Brabant. COLN-TNO-rapport nr. 11.
- 9) <http://www.gstat.org/index.html>
- 10) Finke P., M. Bierkens, D. Brus, J. van der Gaast, T. Hoogland, M. Knotters en F. de Vries (2002). Klimaatrepresentatieve grondwaterdynamiek in Waterschap Mark en Weerij. Alterra-rapport 387.
- 11) <http://80.247.213.20/verdrogingskaart/mapper.asp>

advertentie

## ALLE ERVARING VAN DE WERELD EN EEN INNOVATIEVE AANPAK

Veolia Water is een wereldwijd opererende organisatie met een leidende marktpositie op het gebied van waterbeheer en waterbehandeling.

**ROSSMARK WATERBEHANDELING** in Ede is een onderdeel van Veolia Water en bestaat uit Rossmark, Homé, Aquapur en Delta Engineering.



Bedrijfsvoering en service



Proceswater en afvalwater



Drinkwater



Standaard installaties

De activiteiten betreffen de gehele waterketen van de levering van drink- en proceswater tot en met de zuivering van afvalwater. De werkzaamheden omvatten onder meer, ontwikkeling, engineering en advies tot en met de levering, het bouwen, het onderhoud en de exploitatie van complete waterbehandelingsinstallaties.

**Onze focus in waterbehandeling:**

- installaties 'op maat'
- standaard installaties en producten
- analyseapparatuur
- mobiele waterbehandelingsystemen
- service en onderhoud

**ROSSMARK WATERBEHANDELING B.V.**, Ede  
 Email: [info@rossmark.nl](mailto:info@rossmark.nl) Internet: [www.rossmark.nl](http://www.rossmark.nl)



**Rossmark**

Celsiusstraat 34, 6716 BZ Ede | Tel: 0318 691500  
 Postbus 250, 6710 BG Ede | Fax: 0318 691501

