

32/uub(694)zeex

Grondwaterkarakteristieken van bodemeenheden

Het oorspronkelijk grondwaterregime ontleend aan bodemkenmerken

P.C. Jansen

F. de Vries

J. Runhaar

BIBLIOTHEEK "DE HAAFF"

Droevendaalsesteeg 3a

6708 PB Wageningen

20 APR 2000

Rapport 694

Staring Centrum, Wageningen, 1999

in 970719

REFERAAT

P.C. Jansen, F. de Vries en J. Runhaar, 1999 *Grondwaterkarakteristieken van bodemeenheden; Het oorspronkelijk grondwaterregime ontleend aan bodemkenmerken*. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 694. 28 blz. 6; fig.; 5 tab.; 8 ref.

Door het CML en TNO-IGG is een methode ontwikkeld om de natuurlijke grondwatersituatie te bepalen aan de hand van bodemkenmerken van bodemeenheden die op de Bodemkaart van Nederland 1 : 50 000 voorkomen. De methode is toegepast in Noord-Brabant en later door DLO-Staring Centrum voor Gelderland en omgeving. De totale Bodemkaart van Nederland omvatte desondanks nog een groot aantal bodemeenheden die nog niet waren toegedeeld. In dit rapport wordt de voltooiing voor alle Nederlandse bodemeenheden toegelicht, evenals de beperkingen en toepassingsmogelijkheden.

Trefwoorden: bodem, grondwater, referentiegrondwaterstand

ISSN 0927-4499



© 1999 Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC)
Postbus 125, NL-6700 AC Wageningen.
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Staring Centrum.

Het Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

ALTERRA is de fusie tussen het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) en het Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC). De fusie gaat in op 1 januari 2000.

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Algemeen	9
1.2 Doel van het onderzoek	9
2 Werkwijze	11
2.1 De 'Brabantse methode'	11
2.2 Toepassingen in Gelderland en omgeving	13
2.3 Completering voor de rest van Nederland	16
3 Resultaten	19
3.1 Kaartbeelden	19
3.2 Regionale toepasbaarheid	23
3.3 Evaluatie	25
Literatuur	27

Samenvatting

Door het Centrum voor Milieukunde Leiden en het TNO-Instituut voor Grondwater en Geo-energie is voor de provincie Noord-Brabant een methode ontwikkeld om de natuurlijke grondwatersituatie te bepalen. De methode is gebaseerd op abiotische kenmerken als bodem(genese), maaiveldhoogte en positie in het watersysteem. Er is een schatting gemaakt van de oorspronkelijke verdeling van grondwatertrappen over bodemeenheden die voorkomen op de bodemkaart 1 : 50 000. Met een rekenmodule worden hieruit grondwaterstanden in termen van percentielen berekend voor de gemiddelde hoogste, voorjaars en laagste stand (GHG, GVG, GLG).

Na uitbreiding en toetsing van het bestand voor enkele andere gebieden kon de methode nog niet voor heel Nederland worden toegepast omdat er nog steeds een groot aantal bodemeenheden ontbrak. In dit rapport wordt de lijst gecompleteerd voor alle in Nederland voorkomende bodemeenheden en associaties van bodemeenheden.

Eerst wordt de methode besproken om uit een verdeling van grondwatertrappen grondwaterstanden te berekenen. Vervolgens wordt ingegaan op de overwegingen die hebben meegespeeld bij de toedeling van de ontbrekende bodemeenheden. Voor een eerdere uitbreiding konden de resultaten worden vergeleken met de hoogste en laagste standen in de provincie Gelderland die uit het COLN-onderzoek, de periode rond 1954, stammen. De methode is niet goed toepasbaar in holocene gebieden en in de veenkoloniën. Dergelijke gebieden dienen door de gebruiker uitgefilterd te worden. Tot slot worden enkele illustraties van kaartbeelden gegeven en wordt ingegaan op toepassingsmogelijkheden en op de beschikbaarheid van het onderliggende geografische bestanden.

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Voor het vaststellen van de optimale grondwatersituatie voor natuur kan onderscheid worden gemaakt in methoden die uitgaan van de hydrologie in een referentiesituatie (referentiebenadering) en in methoden waarbij de standplaatsen van gewenste vegetatietypen het uitgangspunt vormen (natuurdoeltypenbenadering).

Bij de vaststelling van de optimale grondwatersituatie volgens de referentiebenadering kan gebruik worden gemaakt van een geografische of historische referentie. Bij een geografische referentie wordt de grondwatersituatie gebaseerd op een vergelijkbare, onbeïnvloede situatie elders. Voor een historische referentie wordt gebruik gemaakt van literatuur over het betreffende gebied. De beschikbaarheid van geschikte gegevens is echter divers. Bodemkenmerken leveren eveneens informatie over de vroegere historische situatie. Deze gegevens zijn uit de bodemkaart af te leiden en leveren een consistent en vlakdekkend beeld.

Door het Centrum voor Milieukunde Leiden en het TNO-Instituut voor Grondwater en Geo-energie is voor de provincie Noord-Brabant een methode ontwikkeld waarmee de natuurlijke referentie-situatie bepaald kan worden op basis van abiotische kenmerken als bodem(genese), maaiveldhoogte en positie in het watersysteem (van Ek et al., 1997). Uitgangspunt is dat de veelal fossiele hydromorfe bodemkenmerken een goed beeld geven van de vroegere hydrologische situatie. Met name in pleistocene gebieden lijkt dat het geval te zijn. Per bodemeenheid worden de percentielen van de gemiddelde hoogste, gemiddelde voorjaars en gemiddelde laagste grondwaterstand berekend.

De gehanteerde methode is inmiddels ook voor enkele gebieden buiten Noord-Brabant toegepast (Jansen et al., 1998a en 1998b). Voor de 'nieuwe' bodemeenheden in die gebieden zijn volgens de Brabantse methode grondwaterkarakteristieken opgesteld. Uit toetsing aan andere gegevens bleek dat de grondwaterkarakteristieken van een aantal bodemeenheden bijgesteld dienden te worden en dat er rekening gehouden moet worden met regionale verschillen.

1.2 Doel van het onderzoek

De lijst met grondwaterkarakteristieken die voor Noord-Brabant is opgesteld en die is aangevuld met bodemeenheden die in de andere onderzochte gebieden voorkomen omvat nog niet de helft van alle in Nederland voorkomende bodemeenheden. Het doel van dit onderzoek is om de lijst voor de bodemeenheden die op de 1 : 50 000 bodemkaart van Nederland voorkomen te completeren en daaruit referenties voor de gemiddelde hoogste, voorjaars en laagste grondwaterstanden in termen van percentielen te berekenen.

2 Werkwijze

2.1 De 'Brabantse methode'

De bodemtypen die in Noord-Brabant voorkomen zijn hydrologisch gekarakteriseerd op basis van bodemkundige literatuur en deskundigenoordeel (van Ek et al, 1997). Uitgegaan is van een 'natuurlijke' situatie waarin podogenese en hydrologie in evenwicht verkeren. Er is een toedeling gemaakt van grondwatertrappen aan bodems, waarbij de hydromorfe kenmerken een belangrijk hulpmiddel vormden. Zo is er voorbeeld van uitgegaan dat in een 'natuurlijke situatie' 80% van de vlakvaaggronden (pZn) een grondwatertrap II en 20% een grondwatertrap III heeft. De grondwaterstand of het grondwaterstandsverloop dat zo aan een bodemtype gekoppeld is wordt aangeduid als referentiegrondwaterstand.

Verondersteld is, dat de huidige verdeling van grondwatertrappen over bodemeenheden geen lagere referentiegrondwaterstand oplevert en dat de ordening van bodemtypen van nat naar droog ongeveer gelijk is gebleven. Voor (voormalige) veengronden is uitgegaan van omstandigheden die een actief veenvormend systeem kunnen opleveren en voor rivierkleigronden van de situatie aan het begin van de 20^e eeuw.

In de praktijk wordt meestal gebruik gemaakt van grondwaterstanden en niet van een verdeling over grondwatertrappen. Daarom zijn de grondwatertrappen omgezet naar gemiddelde grondwaterstanden (GHG, GVG, GLG) in termen van percentielen. De standen worden als volgt berekend:

Voor de GHG zijn 7 grondwaterklassen onderscheiden binnen de range van 15 cm boven maaiveld tot 190 cm beneden maaiveld. Van iedere grondwatertrap is de fractie vastgesteld waarvan verondersteld wordt dat die binnen de klasse valt. Zo valt een Gt I voor 0.75 in de natste klasse en 0.25 in de op één na natste klasse, terwijl Gt VII volledig in de droogste klasse valt (tabel 1). Voor de GLG worden op deze wijze 5 grondwaterklassen onderscheiden (tabel 2) en voor de GVG, die het hele traject van nat tot droog beslaat, 12 klassen.

Tabel 1 GHG fracties van Gt's over grondwaterklassen

grw.klasse(cm)	I	II	III	IV	V	VI	VII
+ 15- 0	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0- 5	0.25	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5- 10	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10- 15	0.00	0.34	0.13	0.00	0.13	0.00	0.00
15- 40	0.00	0.00	0.87	0.00	0.87	0.00	0.00
40- 80	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
80-190	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Tabel 2 GLG fracties van Gt's over grondwaterklassen

grw.klasse(cm)	I	II	III	IV	V	VI	VII
5- 10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10- 15	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15- 40	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
40- 80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00
80-190	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Vervolgens worden van een bodemeenheid de toegedeelde percentages over de grondwatertrappen vermenigvuldigd met de fracties van de grondwaterklassen van de betreffende grondwatertrap die daarna per klasse als gewichtsperscentage wordt gesommeerd. Voor de GHG van de vlakvaaggrond, waarvan 80% aan Gt II en 20% aan Gt III is toegedeeld is dat uitgewerkt in tabel 3.

Tabel 3 GHG gewichtspersentages over grondwaterklassen van een vlakvaaggrond

grw.klasse(cm)	I	II	III	IV	V	VI	VII	Totaal
+15- 0	0	0	0	0	0	0	0	0
0- 5	0	26.4	0	0	0	0	0	26.4
5- 10	0	26.4	0	0	0	0	0	26.4
10- 15	0	27.2	2.6	0	0	0	0	29.8
15- 40	0	0	17.4	0	0	0	0	17.4
40- 80	0	0	0	0	0	0	0	0
80-190	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	0	80	20	0	0	0	0	100

Uit de gesommeerde gewichtspersentages kunnen door interpolatie binnen de grondwaterklassen de gewenste percentielen worden berekend, in dit geval het 10, 30, 50, 70 en 90 percentiel. Op vergelijkbare wijze worden de percentielen voor de GVG en GLG berekend. De resultaten voor de GHG staan in tabel 4. Daarbij staat GHG_{10} voor de 10-percentiel, ofwel de waarde waar beneden 10% van de waarnemingen ligt. De GHG_{50} komt overeen met de mediane waarde van de GHG.

Tabel 4 Perzentilen van grondwaterstanden van GHG, GVG en GLG van een vlakvaaggrond

GHG		GVG		GLG	
GHG10	2	GVG10	13	GLG10	54
GHG30	6	GVG30	18	GLG30	61
GHG50	9	GVG50	23	GLG50	69
GHG70	13	GVG 70	27	GLG70	76
GHG90	26	GVG90	42	GLG90	100

In Noord-Brabant zijn in twee proefgebieden bodemkenmerken gebruikt om de grondwaterstand en kwel in een referentiesituatie (ca. 1850-1950) te reconstrueren (van Ek et al., 1997). Voor kwel zijn naast de bodemkenmerken ook gegevens gebruikt over reliëf, stijghoogtepatronen, historisch landgebruik en archiefgegevens over vegetatie. De grondwaterkarakteristieken zijn in combinatie met gegevens over de maaiveldshoogte (1 : 10 000 topografische kaart) gebruikt. Met behulp van een GIS-bewerking zijn grondwatervlakken getrokken. Uit de toetsing van de resultaten in de proefgebieden bleek dat de methode voldoende betrouwbaar is voor toepassing op provinciale schaal. Het gebruik van een nauwkeurig hoogtebestand als het AHN kan het beeld waarschijnlijk detailleren.

2.2 Toepassingen in Gelderland en omgeving

Voor de Waterschappen Rijn en IJssel, Vallei en Eem en voor de provincie Gelderland is in een gezamenlijk project met de Brabantse methode de referentie-grondwaterstand bepaald (Jansen et al., 1998a). Vervolgens is dat ook gedaan voor de Waterschappen Meppelerdiep en Wold en Wieden (Jansen et al., 1998b). De resultaten worden door de waterschappen en provincie gebruikt voor het bepalen van de referentiesituatie. Voor het opstellen van de grondwaterkarakteristieken, dat door SC-DLO is uitgevoerd, is in eerste instantie invulling gegeven aan ontbrekende bodemeenheden. Dat is gebeurd op grond van de Brabantse lijst en ervaringen van veldbodemkundigen. Vervolgens is onder andere gekeken naar verschillen in de procentuele verdeling van de *huidige* grondwatertrappen over de bodemeenheden tussen Noord-Brabant en Gelderland. Verder is nagegaan of er opvallende verschillen waren met een evaluatiemethode waarbij aan bodemeenheden 1 à 2 'optimale' grondwatertrappen zijn toegekend (Hendriks et al., 1997). Een belangrijke toetsmogelijkheid vormden de grondwaterstandgegevens uit in het begin van de jaren vijftig die in het kader van het COLN-onderzoek in de landbouwgebieden zijn verzameld (Reuter en Kouwe, 1958). De COLN-winter en de COLN-zomerstanden zijn geïnterpoleerd en vergrid tot cellen van 100x100 m (M. Rijken, Provincie Gelderland). De resultaten, die een beeld geven van de periode van voor de grootschalige ontwatering, zijn vergeleken met kaartbeelden van referenties van respectievelijk GHG₅₀ en GLG₅₀ die op vergelijkbare wijze zijn vergrid. Van ongeveer 30 000 cellen zijn onvoldoende gegevens bekend. Van de overige cellen staat de verdeling in figuur 1. De referentie GHG₅₀ en GLG₅₀ zijn over het algemeen iets natter ingeschat dan de grondwaterstand uit de COLN periode. Omdat de COLN gegevens alleen betrekking hebben op gronden die ten behoeve van

landbouwkundig gebruik al meer of minder intensief waren ontwaterd, lijkt deze verdeling niet onredelijk.

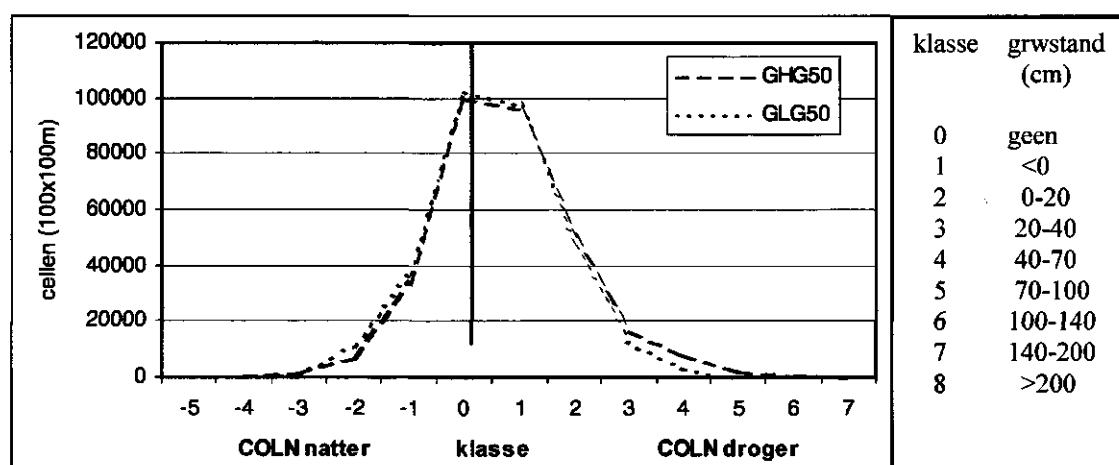


Fig. 1 Verschil in grondwaterstandsklasse per gridcel tussen de GHG50 en de COLN-winter en de GLG50 en de COLN-zomer in de provincie Gelderland.

Om te zien of de niet-normale verdeling uit figuur 1 voor alle bodemeenheden geldt, is voor een selectie van bodemeenheden die voor het natuurbeheer in pleistocene gebieden van belang zijn eenzelfde vergelijking tussen GHG₅₀ en COLN-winter situatie en de GLG₅₀ en COLN-zomer situatie gemaakt (fig. 2). Vrijwel alle veengronden en moerige gronden waren in de COLN periode al droger dan de referentie GHG₅₀ en GLG₅₀. De veld- en laarpodzolgronden komen beter overeen en laten de meest normale verdeling zien. In de COLN periode was het slechts weinig droger. Als er rekening mee wordt gehouden dat de COLN gegevens alleen betrekking hebben op landbouwgebieden waar al enige ontwatering heeft plaatsgevonden, betekent dit waarschijnlijk dat de referentie grondwaterstanden iets te droog zijn ingeschat voor niet-ontwaterde natuurgebieden.

De beekerdgronden en de gooreerdgronden laten een verschil in de verdeling tussen de GHG₅₀ en de GLG₅₀ zien. Waar de hoogste grondwaterstanden volgens de COLN gegevens in de jaren vijftig gemiddeld één klasse droger waren dan de GHG₅₀, waren de laagste grondwaterstanden gemiddeld twee klassen droger dan de GLG₅₀. De GLG₅₀ is dus ten opzichte van de GHG₅₀ natter ingeschat. Op grond van de toetsing is een aantal veranderingen doorgevoerd. Geografische verschillen vormen geen aanleiding voor wijzigingen en ook de 'man-made soils' zijn ongemoeid gelaten. Dit zijn gronden waarvan de bodemgenese en de grondwaterstand door de mens bepaald zijn. Voorbeelden zijn de holocene, meestal ingepolderde kleigronden, maar ook de sterk opgehoogde enkeerdgronden. Aangepast zijn:

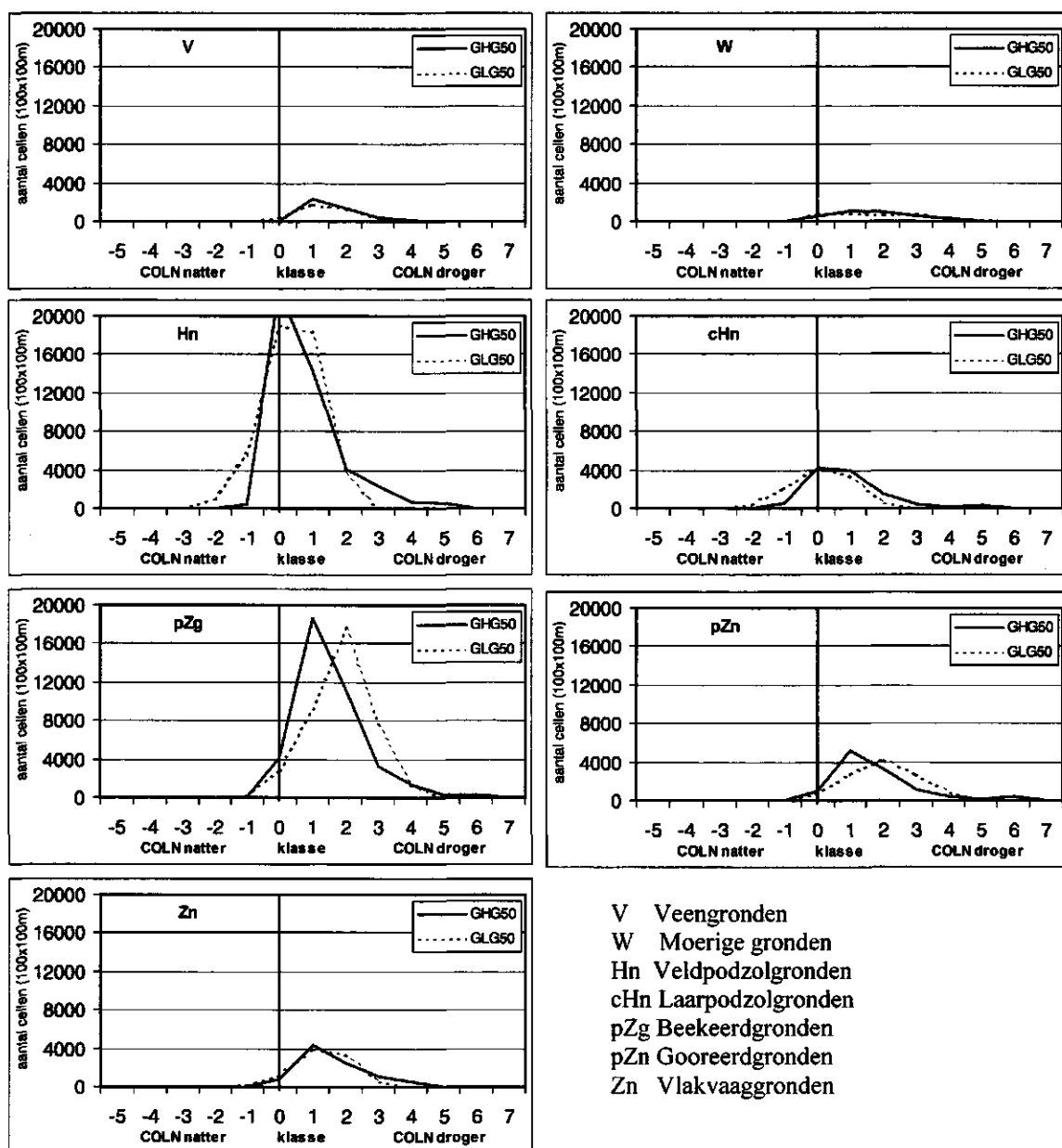


Fig. 2 Verschil in grondwaterstandsklasse per gridcel tussen de GHG50 en de COLN-winter en de GLG50 en de COLN-zomer voor verschillende bodemeenheden in de provincie Gelderland.

- De leemgronden die in een grondwateronafhankelijk milieu zijn afgezet (Ld) zijn voor 100% bij Gt VII ingedeeld;
- De veldpodzolgronden (Hn) en laarpodzolgronden (cHn) zijn iets natter ingeschat, met een iets grotere fluctuatie tussen zomer- en winterstand. Daartoe is de 10% die bij Gt IV was ingedeeld bij Gt III opgeteld. De verdeling wordt daarmee Gt III – 50%, Gt V – 40% en Gt VI- 10%;
- De associaties van duinvaaggronden (Zd) met vlakvaaggronden (Zn) waarvan de Gt volgens de bodemkaart VII of VIII zijn voor 100% bij Gt VII ingedeeld.

Normaliter komen vlakvaaggronden voor onder vrij natte omstandigheden, maar in associatie met duinvaaggronden komen ze in grondwateronafhankelijke stuwwalgebieden voor. De hydromorfe kenmerken van de vlakvaaggronden zijn daar het gevolg van oppervlakkige toestroming en tijdelijke stagnatie in lokale terreindepressies. Buiten het stuwwalgebied komen deze associaties onder andere in Drenthe, waar ze landschappelijk gezien veel lager liggen. Een begrenzing van de stuwwalgebied op grond van de selectie van grondwateronafhankelijke bodemeenheden (Zd, Hd, Y) is niet mogelijk omdat ook buiten de stuwwallen Zd's en Hd's voorkomen (Achterhoek) en omgekeerd horen bij voorbeeld enkeerdgronden (zEZ) die onder andere veel langs de Utrechtse Heuvelrug liggen, en de 'natte' leemgronden (Ln) bij Groesbeek ook tot de stuwwal.

De beekerdgronden (pZg) en de gooreerdgronden (pZn) behoeften eveneens aanpassing. Het probleem doet zich hier voor dat de GHG_{50} wel juist is, maar de GLG_{50} iets te ondiep is. Aanpassing van de Gt-verdeling (voor de beekerdgronden Gt I - 50%, Gt II - 50%) leidt hier tot een ongewenste verandering van de berekende GHG_{50} . Besloten is om rechtstreeks de percentiellenlijst aan te passen. Dat is gedaan door de GVG's van de beekerd- en gooreerdgronden met 4 cm en de GLG's met 10 cm te verlagen. De GLG_{50} van de beekerdgronden komt daarmee op 60 cm en de GLG_{50} van de gooreerdgronden op 79 cm. De percentiellenlijst van bodemassociaties zijn evenredig aangepast.

In een laatste stap zijn uit de kaartbeelden specifieke (groepen) bodemeenheden geselecteerd om te zien of een te droge of te natte indeling veroorzaakt wordt door specifieke bodemeenheden. Dat bleek niet het geval te zijn. Het voorkomen van droge of natte gebieden kan worden toegeschreven aan geografische verschillen in de grondwatersituatie. Een voor de hand liggende verklaring is dat bepaalde gebieden vanwege de geologische opbouw en ligging in de COLN periode al beter ontwaterd waren dan andere.

2.3 Completering voor de rest van Nederland

Binnen dit project is de lijst met grondwaterkarakteristieken uitgebreid tot alle in Nederland voorkomende bodemtypen. De Brabantse lijst die voor Gelderland en enkele omringende waterschapsgebieden is aangepast vormde het uitgangspunt voor de toedeling van de ontbrekende eenheden, samen met ervaringen van veldbodemkundigen.

Op de 1 : 50 000 bodemkaart komen in totaal ca. 1150 bodemeenheden en 1870 associaties van bodemeenheden voor. Van de bodemeenheden heeft een tiental eenheden betrekking op kunstmatige landschapselementen zoals dijken en wierden. De associaties bestaan meestal uit 2, tot maximaal 6 bodemeenheden. In totaal zijn ongeveer 800 eenheden en 1500 associaties nog niet toegedeeld. Bodemeenheden die nog ontbreken betreffen onder andere brikgronden en zeekleigronden. Van veel eenheden betreft het andere bouwvoorzwartes, profielverlopen of toevoegingen aan de code voor bij voorbeeld grind (g...), plaatselijk ijzerrijk (f...), zavel- of kleidek

(k...) of plaatselijk katteklei (...k). (ten Cate et al., 1995; de Vries en Denneboom, 1992). Voor eenheden met dergelijke toevoegingen is meestal de toedeling van het bodemtype zonder toevoeging aangehouden.

Bij de veengronden is ook onderscheid gemaakt tussen gronden die alleen onder permanent natte omstandigheden voorkomen zoals de vlierveen- of vlietveengronden (V en Vo) en gronden die soms wat (kunnen) uitdrogen zoals de madeveengronden (aV) die in beekdalen voorkomen. In het eerste geval is 100% aan Gt I toegeedeeld, in het tweede geval voor 75% aan Gt I en 25% aan Gt II. De aanwezigheid van een grindlaag (.g) of een deklaag in de vorm van een zandlaag (s.. of z..) of een opgebracht moerig dek (o..) duiden op iets drogere omstandigheden. Daarvoor is een klein aandeel aan een drogere grondwatertrap toegeedeeld. Enkele eenheden zijn ten opzichte van de eerdere toedeling iets aangepast. De eenheid weideveengronden (pV) is als geheel iets droger verondersteld dan de oorspronkelijke toedeling (100% Gt I). Van deze gronden komen grotere vlakken voor in het veenweidegebied waar in de oorspronkelijke situatie in de zomerperiode een lichte uitdroging kon plaatsvinden. De toedeling is gewijzigd in 75% Gt I en 25% Gt II. De initiële veengronden (i..) zijn toegeedeeld op grond van de oorspronkelijke veengrond.

Bij de moerige gronden worden moerige podzolgronden (Wp) en moerige eerdgronden (Wo, Wg, Wz) onderscheiden. De moerige podzolgronden zijn droger (25% Gt I en 75% Gt II) dan de moerige eerdgronden. Bij de moerige eerdgronden wordt onderscheid gemaakt tussen aard van de ondergrond (niet of wel gerijpte zavel of klei en zand). De moerige eerdgronden op een ondergrond van niet gerijpte zavel of klei (Wo) en de gronden met een moerige bovengrond op zand (vWz) zijn als natste ingedeeld (75% Gt I en 25% Gt II). De overige moerige eerdgronden op zand zijn iets drogere verondersteld (50% Gt I en 50% Gt II). De initiële moerige gronden (i..) zijn toegeedeeld op grond van de oorspronkelijke veendek.

Bij de zandgronden komen van oudsher gronden voor die grondwateronafhankelijk zijn, zoals holtpodzolgronden (Y) en haarpodzolgronden (Hd), maar ook gronden die permanent nat zijn zoals beekeerdgronden (pZg). De belangrijkste aanpassingen ten opzichte van de Brabantse lijst zijn in hoofdstuk 2.2 besproken. De gronden met een schijnspiegel kunnen als worden aparte groep worden geselecteerd omdat de grondwaterfluctuatie onbekend is. In de winter staat het grondwater bij deze gronden snel tot aan het maaiveld, maar in de zomer kan de grondwaterstand wel diep wegzakken. De gronden waarvoor dit geldt zijn de (zand)gronden waar een schijnspiegel kan optreden als gevolg van leemlaag (.t), de keileemgronden (KX) en de gronden waar keileem in de ondergrond voorkomt (...x). Bij de bodemeenheden die normaliter grondwateronafhankelijk zijn maar die een keileemondergrond hebben is een verdeling over de grondwatertrappen V, VI en VII gemaakt en zijn voor de GHG en GVG de daaruit berekende percentielen gebruikt. In de zomer zakken de grondwaterstanden wel diep weg. Daarvoor zijn de percentielen van de grondwateronafhankelijke bodemeenheden aangehouden.

Bij de zeeklei- (M) en rivierkleigronden (R) heeft de toedeling een sterk arbitrair karakter. Uitgegaan is van een situatie zoals die aan het begin van de 20e eeuw zou kunnen zijn voorgekomen, maar ook dat is slechts een globale schatting. Omdat veel van deze eenheden nog niet eerder waren toegedeeld is een min of meer systematische toedeling gehanteerd. Er komt een grote variatie in kleigronden voor. Zo zijn de niet-gerijpte slikvaag- en ook gorsvaaggronden zeer nat, maar zijn de hoger gelegen ooivaaggronden daarentegen droog. Er is bij de toedeling ook rekening gehouden met de zwaarte van de grond. De lichtere gronden zijn wat droger en de zware kleigronden wat natter ingeschat. Verder is verondersteld dat de aanwezigheid van een moerige tussenlaag (.v en .w) op nattere omstandigheden duidt, evenals een ijzerrijke bovengrond (f.). In de meeste gevallen is een brede range over de toegedeelde grondwatertrappen aangehouden. Voor de gronden met de codes pRn59 (Leek-/woudeerdgronden) en Rn62 (Poldervaaggronden) is van een relatief natte situatie uitgegaan. Deze gronden, die een beperkte oppervlakte hebben, komen voornamelijk in het dal van de Berkel voor waar de hydrologie meer overeenkomt met dat van (natte) beken in plaats van de grote rivieren. De consequentie is dat op de kleine plekken met deze eenheid die elders in Nederland voorkomen ook een natte situatie wordt weergegeven.

Voor associaties is een evenredige verdeling over grondwatertrappen berekend op basis van de grondwaterkarakteristieken van de samengestelde bodemtypen. Vervolgens zijn de 10, 30, 50 70 en 90 percentielen voor GHG, GVG en GLG van de bodemeenheden en de associaties berekend. Alleen voor de beekeerd- en de gooreerdgronden zijn de percentielen voor GVG en GLG apart vastgesteld (zie 2.2). De veengronden die voor 100% aan Gt I zijn toegedeeld blijken een GLG_{50} van 35 cm te hebben waarmee ze in de droge helft (30 – 60 cm) van de GLG-klasse vallen. Voor dergelijke gronden is een nattere GLG reëler. Daarom zijn de GLG percentielen met 6 en de GVG percentielen met 2 cm verhoogd. De GHG, waarvan de standen boven maaiveld uitkomen, is niet gewijzigd.

3 Resultaten

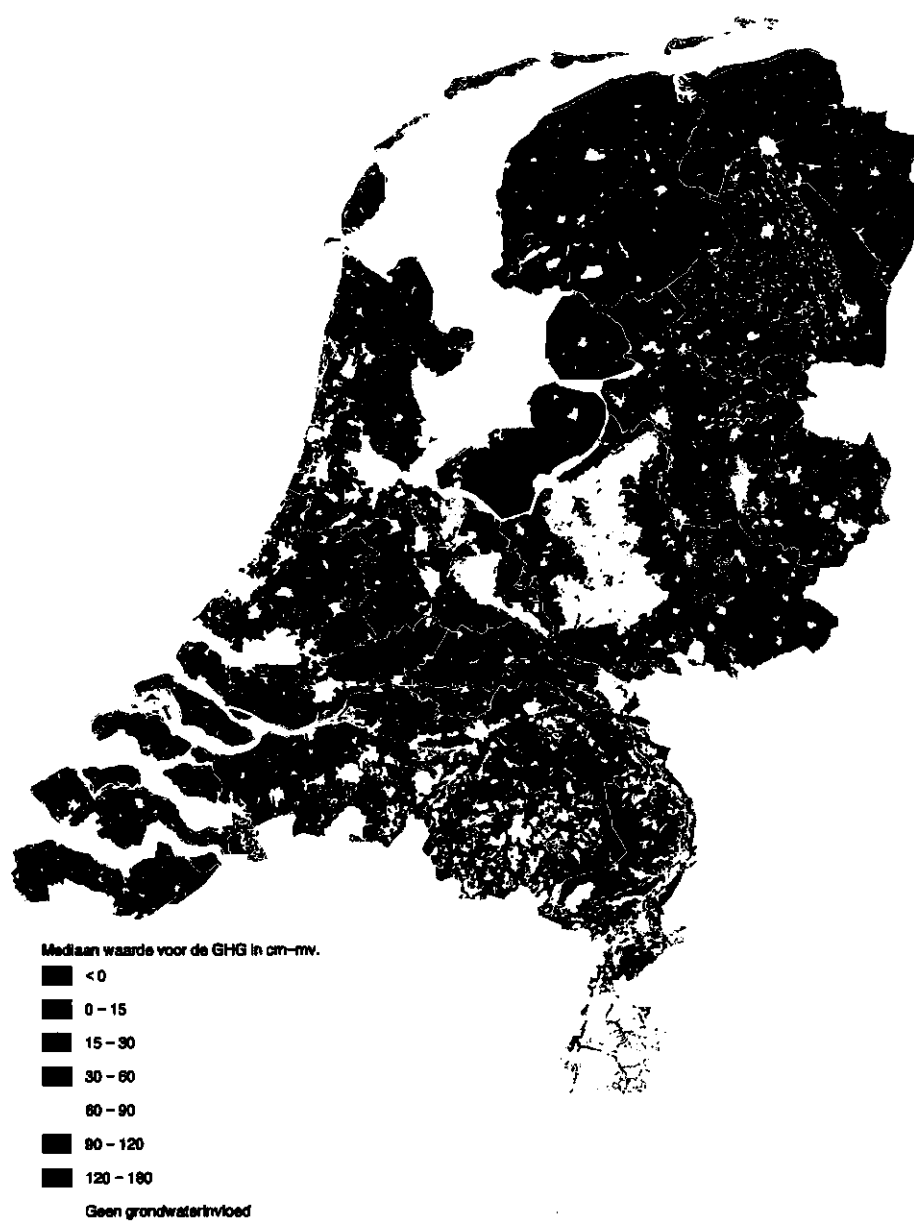
3.1 Kaartbeelden

Als voorbeeld zijn kaartbeelden van de mediane GHG en GLG van heel Nederland en van een detailgebied ten oosten van Deventer opgenomen (fig. 3 t/m 5). De kaartbeelden kunnen in principe op de schaal van de bodemkaart worden afgebeeld (1 : 50 000). De spreiding rond de mediaanwaarde komt niet in beeld maar zou, in combinatie met een hoogtebestand, gedifferentieerder beelden opleveren. De afbeeldingen van heel Nederland voor de GHG₅₀ en de GLG₅₀ (fig. 3 en 4) missen veel aan detail, maar duidelijk is het versnipperde patroon in Noord-Brabant, de Achterhoek, Twente te herkennen. De aaneengesloten veengebieden, waaronder de veenkoloniën langs de Hondsrug, vallen in de natste klasse en de zeekeigronden in een beduidend drogere klasse. Gekozen is om de grondwateronafhankelijke bodemeenheden als zodanig weer te geven. Naast de stuwwallen en de zuidlimburgse lössplateau's zijn dat ook de hogere delen van de dekzandruggen op die verspreid over oost en zuid Nederland liggen.

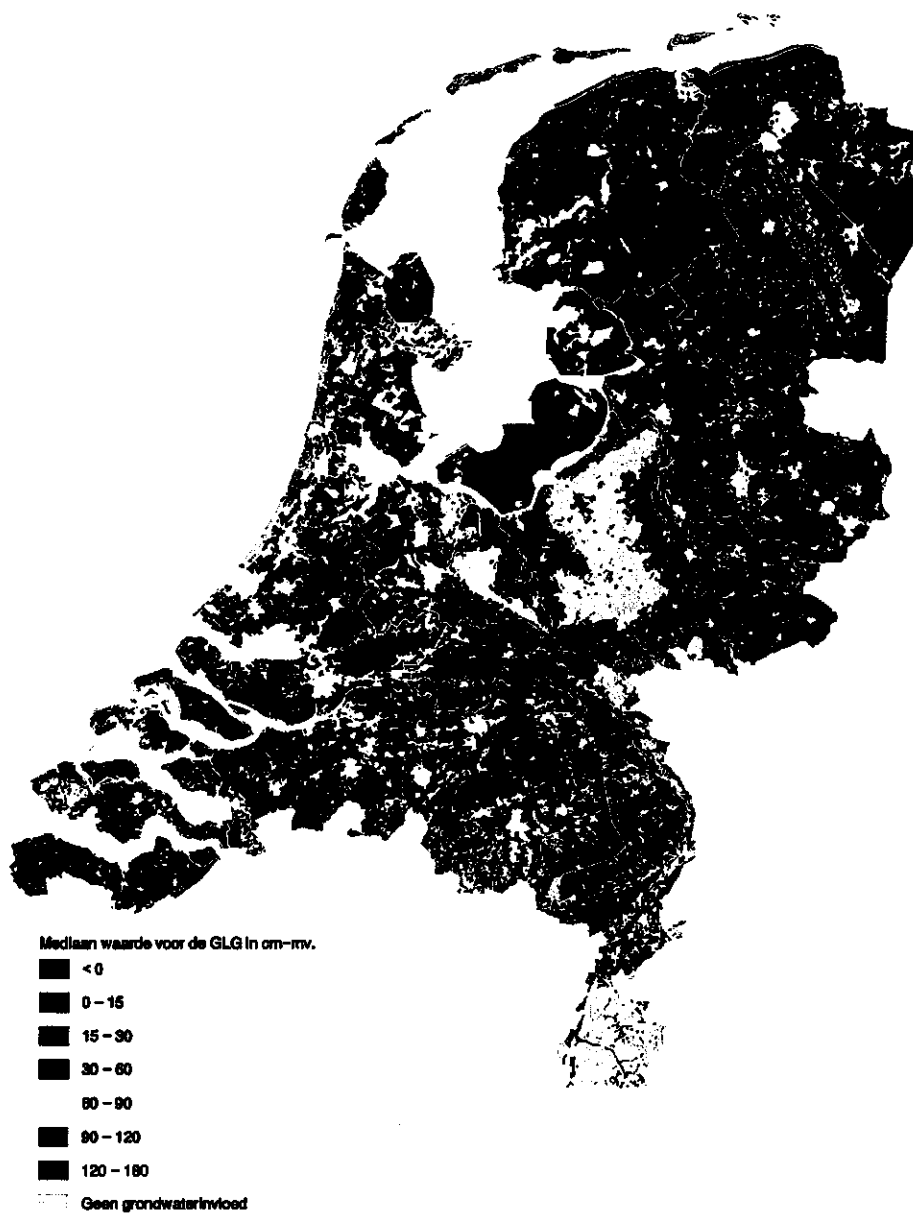
De klasse-indeling die voor de figuren 4 en 5 gekozen heeft tot resultaat dat bij de GHG₅₀ een erg klein oppervlak in de klasse 90 – 120 cm valt en dat bij de GLG₅₀ de natste klassen ontbreken. De presentatie in de vorm van onafhankelijke vlakken maakt dat er aanzienlijke sprongen in klassen kunnen voorkomen. Rond de mediaanwaarde is er volgens de percentielwaarden vaak een aanzienlijke spreiding.

In vergelijking met de huidige grondwatertrappenkaart is de situatie van de referentiegrondwaterstand aanzienlijk natter. Op de bodemkaart is van bijna 3 miljoen ha. de grondwatertrap gegeven. De grondwatertrappen I en IV komen het minst voor en grondwatertrap VI het meest (tabel 5). Van associaties is de oppervlakte van het betreffende vlak evenredig verdeeld over de grondwatertrappen. De ruim 500 000 ha. waarvan op de huidige bodemkaart geen grondwatertrap gegeven is betreffen bebouwing en water en kleinere oppervlaktes aan buitendijkse gronden, moerassen en opgehoogde gronden. Bebouwingskernen zijn niet met een bodemtype aangegeven.

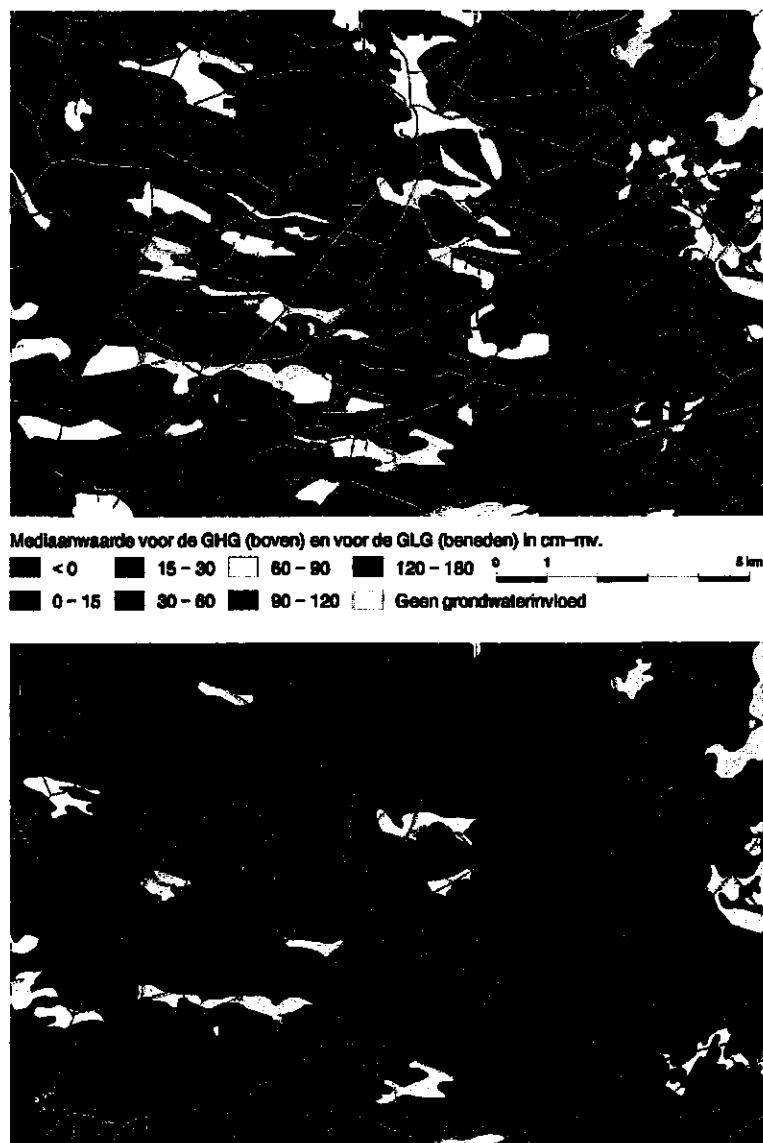
Voor de referentiegrondwaterstand is een groter oppervlak van een grondwaterklasse voorzien, omdat vrijwel alle bodemeenheden zijn toegedeeld waardoor ook bij voorbeeld de buitendijkse gronden meetellen. De resultaten in tabel 1 laten zien dat een sterke toename van de oppervlakte met Gt II en Gt III heeft plaatsgevonden (tabel 1), en , zoals te verwachten viel, een afname van het areaal met Gt VI en Gt VII.



Figuur 3 De mediane GHG referentie gebaseerd op bodemkenmerken voor Nederland



Figuur 4 De mediane GLG referentie gebaseerd op bodemkenmerken voor Nederland



Figuur 5 De mediane GHG en GLG referentie gebaseerd op bodemkenmerken ten oosten van Deventer

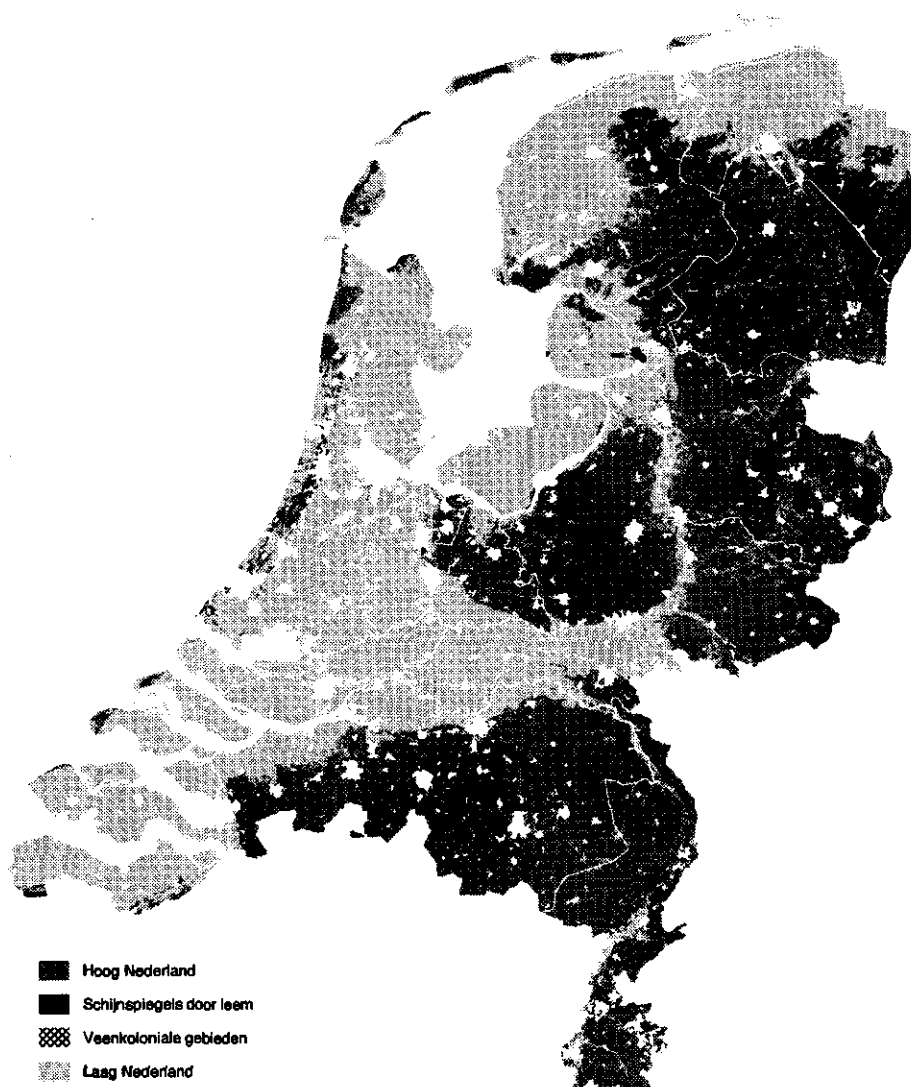
Tabel 5 Overzicht van de verdeling van grondwatertrappen op de bodemkaart en in de referentie-situatie gebaseerd op de mediane GHG. Oppervlakte $\times 1000$ ha.

referentie	Gt volgens de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000									
Gt	geen	I	II	III	IV	V	VI	VII+VIII	assoc.	Totaal
-	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
I	13	14	204	76	12	11	2	0	10	343
II	19	3	105	212	45	94	41	5	25	548
III	22	2	23	134	88	212	374	57	57	968
IV	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3
V	3	0	2	31	14	191	247	76	22	586
VI	18	0	0	5	5	24	83	132	19	287
VII	6	0	0	0	0	0	6	38	4	54
grw.onafh.	47	0	0	0	0	0	1	228	1	277
overig	428	0	0	0	0	0	0	0	0	428
Totaal	556	19	335	457	165	532	756	535	138	3493

3.2 Regionale toepasbaarheid

De methode is specifiek gericht op bodemeenheden die voorkomen in de pleistocene gebieden. Een benadering via een 'natuurlijke referentiesituatie' is in holocene gebieden minder bruikbaar (Runhaar et al., 1998). Zo liggen de meeste van die gronden, die voor een belangrijk deel door sedimentatie zijn ontstaan, momenteel in poldergebieden met een aangepast waterregime. De resultaten voor deze gronden moeten daarom gezien worden als een mogelijk referentiebeeld van een natte situatie. De betreffende bodemeenheden zijn gelabeld zodat ze apart onderscheiden of weggelaten kunnen worden. Het onderscheid tussen wel en niet gelabelde bodemtypen komt niet voor 100% overeen met het onderscheid holoceen – pleistoceen omdat sommige niet-gelabelde bodemtypen voorkomen op lokale holocene afzettingen in het pleistocene gebied zoals de gronden van de Formatie van Singraven (beekklei) en de Formatie van Kootwijk (stuifzanden). Aan de andere kant komen typisch pleistocene gronden als beekkeerdgronden ook plaatselijk in holocene gebieden voor. De gebieden waar de methode zich op richt zijn in figuur 6 aangegeven als 'hoog' Nederland. De gebieden in laag Nederland omvatten ook de buitendijkse gronden langs de rivieren en de zee waarvoor geen grondwatertrap op de bodemkaart staat aangegeven omdat de grondwaterstanden correleren met de dynamiek van het oppervlaktewater. Voor deze gronden is wel een referentiestand berekend aangezien een aantal van de voorkomen bodemeenheden, onder andere de poldervaaggronden (Mn), zowel binnen- als buitendijks voorkomen.

Binnen 'hoog' Nederland komen 2 typen gronden voor waar beperkingen voor gelden. Dat zijn de gronden met schijnwaterspiegels en de veenkoloniale gronden (fig. 6). Voor de gronden met keileem is de grondwaterfluctuatie weliswaar vergroot door de glg voor bepaalde condities te verlagen (zie 2.3), maar het betreft een gemiddelde schatting voor bodemtypen waarbinnen de variatie als gevolg van lokale omstandigheden groot is. Om deze gronden te kunnen onderscheiden zijn ze apart gelabeld. Het betreft de keileemgronden (KX) en de gronden waar keileem of leem in de ondergrond voorkomt (..x en ..t). Gronden met keileem komen vooral in Drenthe en Friesland voor en gronden met leem in Noord-Brabant. Ook de veen- koloniale of initiële gronden zijn apart gelabeld.



Figuur 6 Gelabelde bodemeenheden

Dit zijn de gronden waar een i voor de bodemcode staat (i...). De referentie van deze gronden is gebaseerd op het oorspronkelijke veenprofiel. Verondersteld is, dat de omstandigheden voor veenvorming potentieel aanwezig zijn. De eerdveengronden (hV. en aV.), die onder andere ten oosten van de Weerribben voorkomen, zijn eveneens door ontginning ontstaan. Deze gronden kunnen niet apart worden weergegeven, omdat ze ook onder natuurlijke omstandigheden voorkomen.

Binnen regio's komen verschillen voor die zonodig kunnen worden aangepast door voor een bodemeenheid van een andere toedeling uit te gaan of de percentielen te wijzigen. Zo is de toedeling van de overslaggronden (code OA) gebaseerd op de gronden die in de Betuwe voorkomen. Deze zijn relatief hoger gelegen dan overslaggronden die elders in Nederland voorkomen en waarvoor dan een nattere klasse aangehouden kan worden. Ook kan worden overwogen om de kleigebieden (code Rn en Rd) langs de grote rivieren klasse natter te maken. De werkelijke grondwaterstanden blijven echter dynamisch.

De methode berekent ook concrete grondwaterstanden voor gronden die een grondwatertrap VII hebben en grondwateronafhankelijk zijn. Op overgangen kunnen deze waarden nog bruikbaar zijn, maar voor weergave van deze standen voor vlakken zijn ze ongeschikt. De belangrijkste grondwateronafhankelijke gronden zijn de 'droge' lössgronden (Ld), de stuwwalgronden (Y) en de haarpodzolgronden (Hd).

3.3 Evaluatie

De 'Brabantse' methode is voor alle in Nederland voorkomende bodemeenheden gecompleteerd zonder dat de weegfactoren uit de tabellen 1 en 2 zijn gewijzigd. De aanvullingen en veranderingen die zijn doorgevoerd hebben betrekking op algemeen geldende grondwaterkarakteristieken. Er is geen rekening gehouden met regionale verschillen. Voor specifieke toepassingen kunnen die zonodig apart in beschouwing worden genomen.

De grondwaterkarakteristieken van bodemeenheden geven een verdeling over grondwatertrappen waaruit percentielen voor GHG, GVG en GLG kunnen worden berekend. De gepresenteerde resultaten zijn gemiddelden voor de betreffende kaartvlakken waardoor er soms grote klasesprongen tussen aangrenzende vlakken voorkomen. Er zijn meerdere methoden bekend of in ontwikkeling die daaraan tegemoet komen en die de grondwaterstand gedetailleerder in beeld brengen. Uitgangspunten daarbij kunnen zijn de spreiding van de percentielwaarden, de ruimtelijke extrapolatie van de grondwatervlakken of de ruimtelijke extrapolatie in relatie tot de samenhang tussen reliëf en grondwaterstand. Voor dit laatste biedt het nauwkeurige hoogtebestand dat momenteel uit radarbeelden voor Nederland wordt vastgesteld (AHN) goede mogelijkheden om hoogteafhankelijke schattingen van de grondwaterstanden te maken.

De resultaten kunnen worden gebruikt om een algemeen beeld te krijgen van een referentie voor vernatting. Een nadere invulling zal zich meer in detail moeten richten op de vraag of de methode voor het betreffende gebied, zoals polders of veenkoloniale gebieden, wel de juiste is en in hoeverre er onomkeerbare veranderingen in bijvoorbeeld grondbewerkingen (afgraven, ed.) en ingrepen in het primaire grondwatersysteem (aanleg kanalen ed.) hebben plaatsgevonden dat herstel uitsluiten.

Literatuur

Cate, J.A.M. ten, A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp. 1995. *Handleiding bodemgeografisch onderzoek. Richtlijnen en voorschriften. Deel A: Bodem, Deel B: Grondwater*. DLO-Staring Centrum, Wageningen, technisch document nr. 19A en 19B.

Ek, R. van, F. Klijn, J. Runhaar, R. Stuurman, W. Tamis en J. Reckman, 1997. *Gewenste grondwatersituatie Noord-Brabant*. Deelrapport 1. Leiden CML / Lelystad RIZA, RIZA rapport 98.027.

Hendriks, C.M.A., P.C. Jansen, A.G.M. Schotman, F. de Vries, R.H. Kemmers, A. F.M. Olsthoorn & W. Schaap, 1997. *De invloed van milieu-bedreigingen op de natuurwaarden van bos*. DLO-Staring Centrum, Wageningen, rapport nr. 413.

Jansen, P.C., F. de Vries en J. Runhaar, 1998a. *Grondwaterkarakteristieken van bodemeenbeden. Toelichting bij de aanpassingen ten behoeve van Provincie Gelderland, Waterschap Rijn en IJssel en Waterschap Vallei en Eem*. DLO-Staring Centrum. Interne notitie.

Jansen, P.C., F. de Vries en J. Runhaar, 1998b. *Grondwaterkarakteristieken van bodemeenbeden. Toelichting bij de aanpassingen ten behoeve van Waterschap Wold en Wieden en Waterschap Meppelerdiep*. DLO-Staring Centrum. Interne notitie.

Reuter, K.N. en J.J. Kouwe, 1958. *De landbouwwaterhuishouding in de provincie Gelderland*. Commissie onderzoek landbouwwaterhuishouding Nederland-TNO. Rapport 6.

Runhaar, J. R. van Ek, F. Klijn, R. Ruijtenberg en R. Stuurman, 1998. *Gewenste grondwaterstand natuur. Bepaling van de optimale grondwatersituatie op provinciale schaal*. Landschap 15-4. pag. 181-194

Vries, F. de en J. Denneboom, 1992. *De bodemkaart digitaal*. DLO-Staring Centrum, Wageningen, technisch document nr. 1.