

**Steekproef voor de bodemeigenschappen en grondwatertrappen
van de Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50 000**

Kaarteenheden met Gt IV

R. Visschers

Alterra-rapport 166

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2000

REFERAAT

R. Visschers, 2000. *Steekproef in kaarteenheden en grondwatertrappen van de Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50 000; Kaarteenheden met Gt IV*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 166. 40 blz. 6 fig.; 5 tab.; 10 ref.

Door een gestratificeerde aselechte steekproef in kaarteenheden met grondwatertrap IV is statistisch betrouwbare informatie verkregen over de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand (GHG resp. GLG), bodemparameters (CEC, pH, organische stof, aluminium, ijzer, fosfaat, lutum, leem, M50) De kaarteenheden zijn gestratificeerd naar bodem, landschap en moedermateriaal, o.a. zandgronden, rivierklei, zeeklei en naar bodemgebruik 'natuur'. De gemiddelde GHG in de strata varieert van 58 tot 63 cm beneden maaiveld, de GLG van 123 tot 141 cm - mv. De strata, beekdal, en zeeklei hebben een fosfaatverzadigd oppervlak van respectievelijk 55 en 45%. In gronden met bodemgebruik 'natuur' is 85% van het oppervlak 'niet fosfaatverzadigd'. De gemiddelde pH(KCl) ligt in de strata beekdal en 'natuur' tussen 5,2 - 5,7 en in het stratum 'zeeklei' is de pH(KCl) > 7. Het gemiddelde humusgehalte in de ondergrond varieert van 0,6% tot ca. 10%.

Trefwoorden: bodemkaart van Nederland, kaarteenheden, steekproef, foafaatverzadigingsgraad (FVG), GHG, GLG, Gt IV

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door NLG 30,00 over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 166. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2000 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.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 Alterra.

Alterra 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 is ingegaan op 1 januari 2000.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 De kaartenheden en steekproefopzet	13
2.1 Kaartenheden	13
2.2 Steekproefopzet	14
2.3 Beschrijving van de strata	15
2.4 Standaardberekeningen in het LSK-informatiesysteem	16
2.5 Verzamelde gegevens	17
3 Resultaten	19
3.1 Grondwatertrap	19
3.2 Fosfaatverzadigingsgraad van de bodem	22
3.3 Zuurgraad	24
3.4 Humusgehalte	24
4 Conclusies	27
Literatuur	29
Aanhangsels	
1 Locatie van de kaartvlakken	31
2 Stratificering van de kaartenheden	33
3 Stambuizen, steekproefpunten met voorspelde GHG en GLG en opname data van de meetclusters A t/m G	35

Woord vooraf

Alterra vervult een bronhoudersfunctie met betrekking tot ruimtelijke bodemkundige gegevens in Nederland. Een belangrijk gegeven vormt de Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50 000. Deze is in de periode 1958 tot 1990 opgenomen.

Het grondwater bepaalt in sterke mate het groeimilieu voor de plant en de gebruiksmogelijkheden van de grond. Het is ondenkbaar zonder een actuele grondwatertrappenkaart een goede interpretatie van bodemkundige gegevens te geven. Bovendien wordt de uitspoeling van zware metalen, fosfaat, nitraat en microverontreiniging in sterke mate beïnvloed door de diepte van het grondwater. Bij het voorspellen van gewasgroei, vochttoestand van de bouwvoor, kwaliteit van het grondwater e.d. kunnen met een actuele grondwatertrap in samenhang met een geografisch informatiesysteem (GIS) gebiedsdekkende uitspraken worden gedaan.

De grondwatertrap op de bodemkaart is in veel gebieden niet meer in overeenstemming met de werkelijkheid doordat na de opname ingrepen in het grondwaterregime zijn doorgevoerd. De gegevens zijn zodanig dat een statistische interpretatie niet verantwoord is. Dit onderzoek is van groot belang omdat een actueel statistisch betrouwbaar gegevensbestand is opgebouwd waarbij de gegevens worden gepresenteerd in termen van kansdichtheden en overschrijdingskansen. De actuele fluctuatie van het grondwater (Gt) is berekend en nieuwe bodemchemische parameters over o.a. de fosfaattoestand, CEC en pH van het profiel zijn aan de kaartenheden toegevoegd. De gebruiker van de bodemkaart krijgt hiermee de beschikking over kwalitatief hoogwaardige informatie waarmee inzicht kan worden verkregen over de variabiliteit binnen de kaartenheden van de bodemkaart. Slechts enkele van de mogelijke interpretaties van de gegevens zijn als demonstratie in dit rapport opgenomen. Van elk steekproefpunt zijn grondmonsters geanalyseerd en in het archief opgenomen, zodat tegen relatief geringe kosten nog andere bodemchemische bepalingen kunnen worden uitgevoerd.

Voor elke Gt is een steekproefopzet gemaakt. Dit onderzoek omvat alleen de kaartvlakken met Gt IV. De steekproef in Gt I, II III, V, VI en VII zijn uitgevoerd. Het gegevensbestand is nu landsdekkend.

Het onderzoek is uitgevoerd door Alterra. Het veldwerk is in de periode 1998 - 2000 uitgevoerd door Ing W.J.M. de Groot en R. Visschers De grondeigenaren zijn wij erkentelijk voor het mogen betreden van hun percelen.

Samenvatting

Alterra vervult een bronhoudersfunctie met betrekking tot ruimtelijke bodemkundige gegevens in Nederland en moet daarom in staat blijven aan vragen omtrent de verspreiding van eigenschappen van bodems en grondwatertrappen in Nederland te voldoen.

Het huidige bodemkundig informatiesysteem (BIS) bevat relatief weinig punt- of vlakgegevens per kaarteenheden van de bodemkaart. Tevens zijn deze gegevens zodanig verzameld dat een statistische interpretatie niet verantwoord is. Het opbouwen van een bestand van statistisch betrouwbaar verzamelde gegevens biedt de mogelijkheid om zowel de gegevens zelf als de interpretaties daarvan te presenteren in termen van kansdichtheden en overschrijdingskansen. De waarde van de bodemkaart blijft behouden als de variabiliteit binnen de kaarteenheden kan worden gekwantificeerd.

De Bodemkaart van Nederland bevat in totaal 151 786 ha aan kaarteenheden met Gt IV. Uit deze kaarteenheden met Gt IV van de Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50 000 is een gestratificeerde aselechte steekproef met 130 locaties genomen. Er zijn 7 strata gevormd door hoofdgroepen en/of legenda-eenheden samen te voegen, die qua landschappelijke ligging (kwel, inspoeling), bodemvorming, moedermateriaal en bodemgebruik een zo homogeen mogelijke groep vormen. In elk stratum zijn aselechte met teruglegging en met trekkingskansen evenredig aan hun oppervlakte een aantal kaartvlakken getrokken, variërend van 9 in het kleinste tot 38 in het grootste stratum. In elk kaartvlak is één steekproeflocatie geloot. Op alle 130 steekproeflocaties is een profielbeschrijving gemaakt, het bodemprofiel bemonsterd en zijn grondwaterstanden gemeten. De gegevens zijn opgeslagen in het informatiesysteem LSK (Landelijke Steekproef Kaarteenheden) van Alterra.

Met de grondwaterstanden gemeten op twee tijdstippen in alle steekproeflocaties en een aantal representatieve meetpunten met langjarige grondwaterstandgegevens (stambuizen van IGG-TNO) is van alle steekproeflocaties de GHG en GLG geschat. De gemiddelde GHG van de hele steekproef is 63 cm - mv. In de strata 2 (beekdal), 4 (zeeklei) en 7 (natuur), varieert de gemiddelde GHG van 58 - 69 cm - mv. Van de kaarteenheden met een Gt IV op de bodemkaart heeft 65% van de oppervlakte een GHG tussen 40 - 80 cm - mv.

De gemiddelde GLG van de hele steekproef is 130 cm - mv. Tussen de strata 2 (beekdal), 4 (zeeklei) en 7 (natuur) varieert de gemiddelde GLG van 129 - 141 cm - mv. Van de kaarteenheden met een Gt IV op de bodemkaart is in 58% van de oppervlakte de GLG > 120 cm - mv.

Voor de strata 2 (beekdal), 4 (zeeklei), en 7 (natuur) zijn de oppervlaktepercentages voor de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) berekend. In het stratum 2 (beekdal) en 4

(zeeklei) is respectievelijk 55% en 45% van de oppervlakte 'verzadigd' In het stratum met bodemgebruik 'natuur' is 85% van de oppervlakte 'niet verzadigd'.

In het stratum 'natuur' is de pH(KCl) in de bovengrond 5,7 en dieper in het profiel 6,1. Het stratum 'beekdal' heeft een pH(KCl) van 5,2 in de bouwvoor oplopend tot 5,6 op 100 cm diepte. In de zeeklei (stratum 4) is de pH(KCl) groter dan 7.

Het gemiddelde humusgehalte in stratum 2 (beekdal) is in de bouwvoor 5,2% en neemt af tot 0,6% op 85 cm diepte. De zeeklei (stratum 4) heeft in de bouwvoor een humusgehalte van 5,8%. Onder bouwvoor daalt het humusgehalte tot 3,8% om dieper dan 80 cm sterk toe te nemen tot 9,3%. De gronden van stratum 7 (natuur) hebben tussen 40 - 80 cm diepte een humusgehalte van 11,6%.

1 Inleiding

Het grondwater bepaalt in sterke mate het groeimilieu voor de plant en de gebruiksmogelijkheden van de grond. Het is ondenkbaar zonder een actuele grondwatertrappenkaart een goede interpretatie van bodemkundige gegevens te geven. Bovendien wordt de uitspoeling van zware metalen, fosfaat, nitraat en microverontreiniging in sterke mate beïnvloed door de diepte van het grondwater. Bij het voorspellen van gewasgroei, vochttoestand van de bouwvoor, kwaliteit van het grondwater e.d. kunnen met een actuele grondwatertrap in samenhang met een geografisch informatiesysteem (GIS) gebiedsdekkende uitspraken worden gedaan. Aterra vervult een bronhoudersfunctie met betrekking tot ruimtelijke bodemkundige gegevens in Nederland en moet daarom in staat blijven aan vragen omtrent de verspreiding van eigenschappen van bodems en grondwatertrappen in Nederland te voldoen. Het huidige bodemkundig informatiesysteem (BIS) bevat relatief weinig punt- of vlakgegevens per kaarteenheden van de bodemkaart. Tevens zijn deze gegevens zodanig verzameld dat een statistische interpretatie niet verantwoord is. Het opbouwen van een bestand van statistisch betrouwbaar verzamelde gegevens biedt de mogelijkheid om zowel de gegevens zelf als de interpretaties daarvan te presenteren in termen van kansdichtheden en overschrijdingskansen. De waarde van de bodemkaart blijft behouden als de variabiliteit binnen de kaarteenheden kan worden gekwantificeerd.

Het doel van het onderzoek is betrouwbare statistische informatie te verzamelen over bodemprofiel en grondwater, die gekoppeld is aan de kaarteenheden met Gt IV van de Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50 000.

In eerder onderzoek zijn twee kaarteenheden van veldpodzolgronden (Visschers, 1993) en vier groepen kaarteenheden van de beekerdgronden (Ebbers en Visschers, 1994) van de bodemkaart onderzocht. Uit deze kaarteenheden, die ca. 10% van de totale oppervlakte vertegenwoordigen, zijn zes gestratificeerde aselechte steekproeven getrokken. De nadruk lag op het karakteriseren van één kaarteenheden of enkele kaarteenheden. Vanwege het grote aantal kaarteenheden op de bodemkaart (ca. 3000) is niet in elke kaarteenheden of combinaties van enkele kaarteenheden een steekproef te realiseren. Daarom is een totaalplan gemaakt om met zo weinig mogelijk steekproeven toch goed bruikbare landsdekkende informatie te verkrijgen (Leeters et al., 1996).

De macrostructuur (onderlinge samenhang) van de landelijke steekproeven in kaarteenheden van de bodemkaart is als volgt:

- Steekproeven gericht op één legenda-eenheid (b.v. Hn21) of groep van legenda-eenheden met onderling geringe verschillen in bodemeigenschappen.
- Steekproeven gericht op de grondwatertrappen. Hierin worden groepen kaarteenheden van één Gt (b.v. Gt III) gestratificeerd op basis van landschappelijke ligging (kwel, inspoeling), bodemvorming en moedermateriaal.

- Steekproeven gericht op speciale verschijnselen bij een legenda-eenheid b.v. keileemondergrond (toevoeging... x).

Als b.v. van kaarteenheden Hn21x-III een statistische beschrijving wordt gevraagd, wordt in dit geval uit de gegevens van drie steekproeven geput om de bodemkarakteristieken (en hun variabiliteit) van alle in het profiel voorkomende lagen en de GHG en GLG te genereren. De grondwatertrappen zijn als kleinste te bemonsteren eenheden gekozen, omdat met relatief geringe middelen toch landsdekkende informatie kan worden verkregen.

In dit onderzoek is de Gt IV gekozen. Uit de kaarteenheden is een gestratificeerde aselecte steekproef genomen. De onderzochte variabelen per steekproeflocatie zijn:

- grondwaterstanden voor het berekenen van de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG);
- de bodemparameters: bodemgebruik, textuur en horizontdiepten;
- bodemchemische parameters op het gebied van milieubescherming (o.a. CEC, fosfaat, zuurgraad, organische stof).

Het onderzoek is uitgevoerd door Alterra in de periode 1998 - 2000. Op de steekproeflocaties is het bodemprofiel beschreven, bemonsterd en zijn grondwaterstanden gemeten.

In hoofdstuk 2 zijn steekproefopzet, stratificering en de verzamelde parameters per steekproeflocatie beschreven. De onderzoeksresultaten over GHG, GLG, fosfaat-toestand, pH(KCl) en organischestofgehalte zijn in hoofdstuk 3 samengevat. In hoofdstuk 4 zijn de conclusies opgenomen.

2 De kaartenheden en steekproefopzet

2.1 Kaartenheden

De bodemkaart is opgebouwd uit door grenzen ingesloten gedeelten, de kaartvlakken (Steur en Heijink, 1991). In elk kaartvlak is met een code en kleur de kaartenheid aangegeven (fig. 1). De kaartenheden worden niet als zodanig genoemd op de legenda die bij de bodemkaart is afgedrukt, wel de elementen waaruit de kaartenheid is opgebouwd.

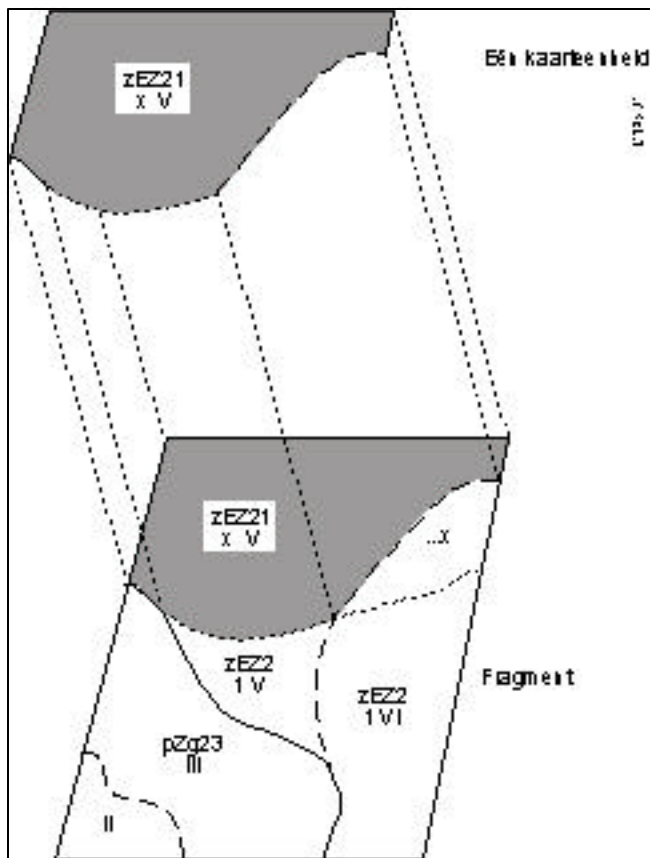


Fig. 1 Fragment van een bodemkaart met zes kaartenheden en twee legenda-eenheden (zEZ21; pZg23), één toevoeging (...x) en vier grondwatertrappen (II, III, V, VI) met hun verschillende grenzen

De elementen van de kaartenheid zijn:

- Legenda-eenheid. Dit zijn de z.g. hoofdklassen van de legenda. Ze bestaan uit een subgroep van het Systeem van Bodemclassificatie (De Bakker en Schelling,

- 1989) onderverdeeld naar textuur, profielopbouw, kalkgehalte e.d. Elke kaarteenheden behoort tot een legenda-eenheid.
- Toevoeging. Hiermee wordt een 'plaatselijk' verschijnsel (b.v. kleidek, zanddek, keileemondergrond) aangegeven door middel van een letter vóór en/of achter de legenda-eenheid. Slechts een deel van de kaarteenheden heeft een toevoeging.
 - Grondwatertrap. Hiermee wordt informatie gegeven over het niveau van het grondwater. Een klein aantal kaarteenheden in b.v. de uiterwaarden heeft geen grondwatertrap.

Het onderzoek is uitgevoerd in kaarteenheden met Gt IV. Alle locaties binnen deze kaartvlakken vormen de te bemonsteren verzameling (populatie). Locaties zonder 'bodem' zijn niet in de populatie opgenomen. Het zijn plekken waar redelijkerwijs geen profielbeschrijving gemaakt kan worden, zoals wegen, bermen, sloten, bebouwde kom en erf van boerderijen. Op de bodemkaart komt 151 786 ha met Gt IV voor. Uit deze populatie is een gestratificeerde aselechte steekproef genomen.

2.2 Steekproefopzet

Voor het verzamelen van statistisch betrouwbare informatie over bodem en grondwater van de kaarteenheden met Gt IV is een gestratificeerde aselechte steekproef opgezet. De stratificering is gedaan door hoofdgroepen en/of legenda-eenheden van de bodemkaart met Gt IV samen te voegen tot strata, die qua landschappelijke ligging (kwel, inspoeling), bodemvorming en moedermateriaal een zo homogeen mogelijke groep vormen (par. 2.3).

Van elk stratum is een lopend totaal van de oppervlakten van de kaartvlakken gemaakt. Uit dit lopend totaal zijn per stratum aselechte met teruglegging kaartvlakken geloot (tabel 1), d.w.z. de trekkingskans van een kaartvlak is evenredig aan het oppervlak van dat kaartvlak en een zelfde kaartvlak kan meerdere malen getrokken worden. De ligging van de kaartvlakken is in aanhangsel 1 aangegeven.

Binnen elk geloot kaartvlak is aselechte één locatie geloot. Blijkt bij de veldopname dat op een steekproeflocatie het profiel niet beschreven kan worden, dan is in hetzelfde kaartvlak een nieuwe locatie geloot. Elke steekproeflocatie is door coördinaten vastgelegd. De coördinaten zijn vermeld op de boorstaat in het informatiesysteem LSK (Landelijke Steekproef Kaarteenheden).

Tabel 1. De onderzochte kaartvlakken, oppervlakte en steekproefpunten per stratum

Stratum	Omschrijving	Oppervlakte(ha)	Oppervlakte (% van het totaal)	Aantal steek- proefpunten
1	Veldpodzol	13528	8,9	10
2	Beekdal	26336	17,3	22
3	Veen	19595	12,9	15
4	Zeeklei	52012	34,3	38
5	Rivierklei	12426	8,2	9
6	Wieringermeer	24540	16,2	18
7	Bodemgebruik natuur	3349	2,2	20

2.3 Beschrijving van de strata

In deze paragraaf is globaal de inhoud van de strata beschreven. In aanhangsel 2 zijn de alle kaartvlakken van de Bodemkaart van Nederland opgenomen die in de strata voorkomen. De strata 1 t/m 6 zijn gedefinieerd in cultuurgronden en in stratum 7 hebben alle gronden het bodemgebruik 'natuur'

Stratum 1 Veldpodzolgronden

- humuspodzolgronden
- gooreerdgronden
- enkeerdgronden
- De veldpodzol- en enkeerdgronden op de kaartbladen 19W, 14W,15W15O, 16W, 24O25W, 30W30O behoren niet tot dit stratum.

Stratum 2 Kalkloze zandgronden (beekdalen)

- beekerdgronden en vlakvaaggronden met uitzondering van de zeezanden
- rivierkleigronden op de kaartbladen 22O, 28O29W
- kleiïge- venige- en zandige beekdalgronden

Stratum 3 Veen

- alle veengronden
- alle moerige gronden

Stratum 4 Zeeklei

- alle zeekleigronden
- tuineerdgronden

Stratum 5 Rivierklei

- rivierkleigronden met uitzondering van de rivierkleigronden op de kaartbladen 22O, 28O29W
- overslaggronden
- oude rivierkleigronden

Stratum 6 Zeezanden

- zeekleigronden in de Wieringermeer
- kalkhoudende bijzonder lutumarme gronden
- kalkhoudende zandgronden
- enkeerd- en veldpodzolgronden op de kaartbladen 19W, 14W, 15W15O, 16W, 24O25W, 30W30O
- de kalkloze zandgronden in zeezand (overwegend vlakvaag- en beekerdgronden)

Stratum 7 Bodemgebruik Natuur

- alle gronden met bodemgebruik 'natuur' volgens ALBOS-bestand

2.4 Standaardberekeningen in het LSK-informatiesysteem

Voor berekeningen in LSK zijn de volgende formules toegepast:

Berekening van het gebiedsgemiddelde y

$$y = \sum_{h=1}^L \frac{A_h y_h}{A} \quad (1)$$

waarin:

- y = gebiedsgemiddelde
- L = aantal strata
- y_h = gemiddelde waarde in stratum h
- A_h = oppervlakte van stratum h
- A = totale oppervlakte

Berekening gebiedsvarianties: $S^2(y)$

$$S^2(y) = \sum_{h=1}^l \frac{W_h^2 S_h^2}{n_h} \quad (2)$$

waarin:

- W_h = A_h/A (relative oppervlakte van stratum h)
- n_h = aantal gelote kaartvlakken binnen stratum h
- S_h^2 = de variantie van n_h waarnemingen in stratum h ; deze wordt berekend volgens:

$$S^2(h) = \frac{\sum_{k=1}^{n_h} (y_k - y_h)^2}{n_h - 1} \quad (3)$$

waarin:

- y_k = waarneming op locatie k in stratum h
- y_h = gemiddelde in stratum h
- n_h = aantal locaties in stratum h

De grenswaarden van het 95%-betrouwbaarheidsinterval worden berekend met:

$$y \pm t_{n-1} * se \quad (4)$$

waarin:

- t_{n-1} = de Student-verdeling met $n-1$ vrijheidsgraden
- se = standaardfout van y

2.5 Verzamelde gegevens

Op alle 130 steekproeflocaties zijn de volgende gegevens verzameld over bodem en grondwater.

Bodem

Het bodemprofiel is beschreven t/m de GLG, maar minimaal tot 1,5 m diepte, volgens het Systeem van Bodemclassificatie voor Nederland (De Bakker en Schelling, 1989) en de standaardpuntencode (Ten Cate et al., 1995). Dit systeem is ook toegepast bij de bodemkaart.

Per steekproeflocatie is de x- en y-coördinaat, standaardpuntencode van het bodemprofiel, het bodemgebruik, de geologische formatie en de bewortelbare diepte opgenomen. Van elke horizont van het bodemprofiel is de boven- en ondergrens, het lutum- en leemgehalte en de M50 geschat en het organischestofgehalte gemeten. De gegevens zijn op boorstaten opgeslagen in LSK.

Gt

Op elke steekproeflocatie is een grondwaterstandbuis (P-buis) geplaatst. Uit het bestand van het Instituut voor Grondwater en Geo-energie TNO (IGG) zijn grondwaterstandbuizen de z.g. landbouwbuizen geselecteerd (Stambuis) die:

- naar verwachting een goede samenhang hebben met de P-buizen;
- voldoende gegevens hebben voor het berekenen van GHG en GLG;
- de hele range van Gt's bestrijken die ook in de P-buizen is te verwachten.

Op de tijdstippen dat de grondwaterstanden in de stambuizen de berekende GHG of GLG bereikten is op hetzelfde tijdstip (met een marge van 1 à 2 dagen) de grondwaterstand in de stambuizen en P-buizen gemeten. Van de stambuizen is door middel van lineaire regressie de relatie tussen de berekende GHG respectievelijk GLG en de grondwaterstanden op het meettijdstip vastgesteld. Met het regressiemodel is de GHG en GLG in de P-buizen, waarin op hetzelfde tijdstip de grondwaterstand is gemeten, geschat (Te Riele en Brus, 1991). Omdat het niet mogelijk is alle buizen op hetzelfde tijdstip te meten, zijn meetclusters (A t/m G) gevormd van ca. 15 stambuizen en ca. 20 P-buizen, die in 1 à 2 dagen gemeten kunnen worden (aanhangsel 3). Het resultaat is in het informatiesysteem LSK als waarde voor de GHG en GLG op de boorstaat opgenomen.

In de stambuizen en P-buizen zijn de grondwaterstanden gemeten voor:

- GHG-niveau in januari en februari 2000;
- GLG-niveau in september 2000.

Bodemmonsters

Op alle 130 steekproeflocaties is elke horizont van het bodemprofiel t/m de gereduceerde zone (GLG) of tot ca. 1,2 m diepte een mengmonster genomen. Horizonten dikker dan 40 cm zijn in lagen van 30 - 40 cm dik bemonsterd. De in totaal 452 monsters zijn met de Domhofboor genomen. De analyses (tabel 2) zijn uitgevoerd door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te

Oosterbeek en Alterra te Wageningen. Een duplicaat van de monsters is nog op Alterra aanwezig. De analyse uitslagen zijn opgenomen in het informatiesysteem LSK.

Tabel 2. Gemeten eigenschappen van de 130 steekproefprofielen

Omschrijving	Uitdrukkingwijze
Pw-getal*	mg/l luchtdroog P ₂ O ₅
P-Al*	mg/100 g stoofdroog P ₂ O ₅
pH(KCl)	-log(H ⁺) in suspensie
vocht	g/100 g luchtdroog H ₂ O
organische stof (niet gecorrigeerd)	g/100 g stoofdroog
koolzure kalk	g/100 g stoofdroog
ijzer-oxalaatoplossing	mmol/kg stoofdroog Fe
aluminium-oxalaatoplossing	mmol/kg stoofdroog Al
fosfaat-oxalaatoplossing	mmol/kg stoofdroog P
kationen**	meq/kg-1 (0,01 AgTu)

* Alleen bepaald in cultuurgronden in de eerste horizont (bovengrond) van het profiel

** Alleen in natuurgronden tot 50 cm diepte

3 Resultaten

3.1 Grondwatertrap

Voor de stambuizen van de meetclusters A t/m G is met behulp van lineaire regressie de relatie tussen respectievelijk de berekende GHG en GLG (Steur en Heijink, 1991) en de gemeten grondwaterstanden op ca. GHG- en GLG-niveau in de stambuis bepaald. Met deze regressiemodellen (tabel 3) voor GHG en/of GLG van een meetcluster is voor het betreffende meetcluster de GHG en/of GLG van de P-buizen voorspeld. In aanhangsel 3 zijn de stambuizen per meetclusters en het toegepaste regressiemodel per steekproefpunt opgenomen.

Tabel 3. Regressieparameters, de standaardfout en het percentage verklaarde variantie van de samenhang tussen respectievelijk de berekende GHG en GLG en grondwaterstanden gemeten rond het GHG- en GLG-niveau in stambuizen (IGG-TNO) van de meetclusters A t/m G

Cluster		Intercept	Richtings- coëfficiënt	Verklaarde Variantie (%)	Standaard- Fout (cm)
GHG	GLG				
A1		-12,6	0,93	72	14,5
	A2	67,7	0,72	79	11,4
B1		21,5	0,62	72	14,4
	B2	64,8	0,46	75	15,2
C1		-	0,87	62	26,7
	C2	-	1,21	71	16,9
D1		-	0,89	89	11,1
	D2	44,2	0,70	92	9,3
E1		10,7	0,90	93	13,5
	E2	49,2	0,84	89	16,1
F		-8,2	0,88	97	3,1
G1		-	0,87	62	26,2
	G2	-	1,21	71	16,9

GHG

In de kaartenheden met Gt IV ligt voor 65% van het oppervlak de GHG tussen 40-80 cm - mv. en 13% tussen 80 - 90 cm - mv.(fig. 2). In de strata 2 (beekdal), 4 (zeeklei) en 7 (natuur) varieert het oppervlaktepercentage met een GHG 40 - 80 cm - mv. van 45-80% (fig. 3).

De gemiddelde GHG van de kaartenheden met Gt IV op de bodemkaart is 64 cm - mv. (tabel 4) en voldoet daarmee aan de omschrijving op de Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50 000. In de strata 2 (beekdal), 4 (zeeklei) en 7 (natuur) varieert de gemiddelde GHG tussen 58 - 69 cm - mv.

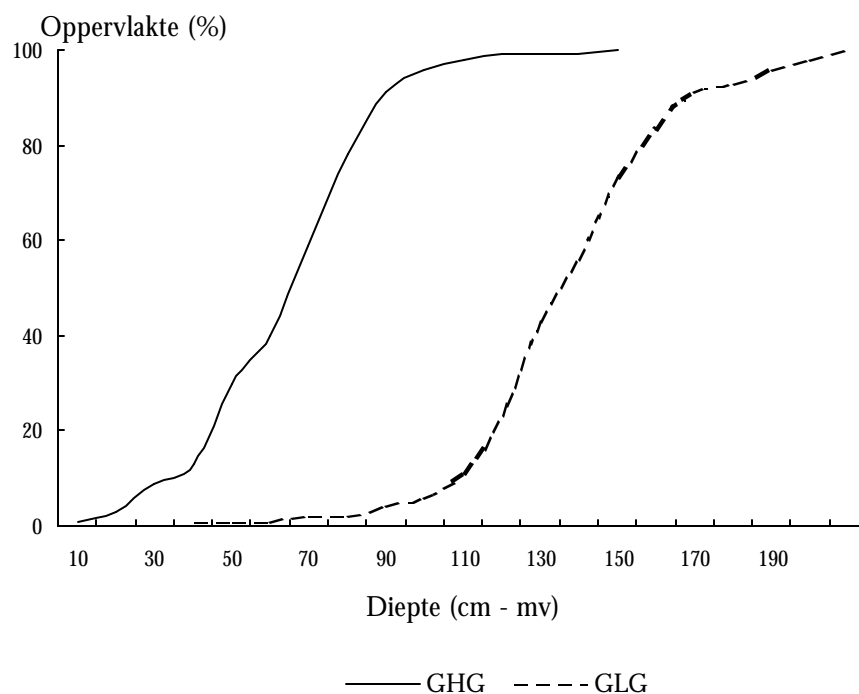


Fig. 2. Cumulatieve frequentieverdeling van GHG en GLG in kaartenheden met Gt IV

GLG

Van de kaartenheden met Gt IV heeft 38% van de oppervlakte een GLG tussen 80 - 120 cm - mv. (fig. 2). In de grootste oppervlakte (58%) ligt de GLG > 120 cm - mv., waarvan 40% ligt tussen 120 - 150 cm - mv. In de strata 2 (beekdal), 4 (zeeklei) en 7 (natuur) varieert het oppervlaktepercentage met een GLG van 80 - 120 cm - mv. van 20 - 42% (fig. 3). In stratum 2 (beekdal) ligt de kleinste oppervlakte (20%) en in stratum 4 (zeeklei) de grootste oppervlakte (42%) tussen 80 - 120 cm - mv.

Tabel 4. Aantal steekproefpunten (n) en de gemiddelde GHG en GLG (cm - mv.) met standaardfout (se) per stratum en voor de hele steekproef.

	n	GHG	se (GHG)	GLG	se (GLG)
Beekdal	29	58	7,8	129	11,9
Zeeklei	45	62	8,8	123	10,9
Natuur	30	69	9,7	141	11,9
Gt IV	130	63	2,2	130	2,8

De gemiddelde GLG van de kaartenheden met Gt IV op de bodemkaart is 130 cm - mv. In de strata 2 (beekdal), 4 (zeeklei) en 7(natuur) varieert de gemiddelde GLG.van 129 - 149 cm - mv. De gemiddelde GLG in de strata 2, 4, 7 en van de hele steekproef liggen >120 cm - mv.(tabel 4). De definitie van de bodemkaart geeft als ondergrens voor de GLG 120 cm - mv.

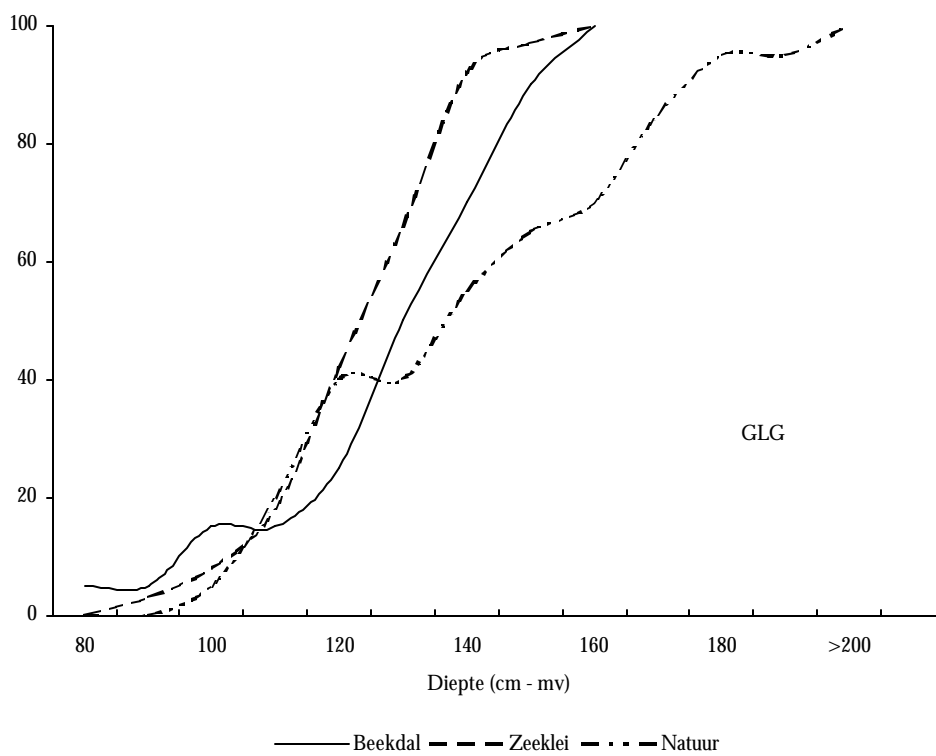
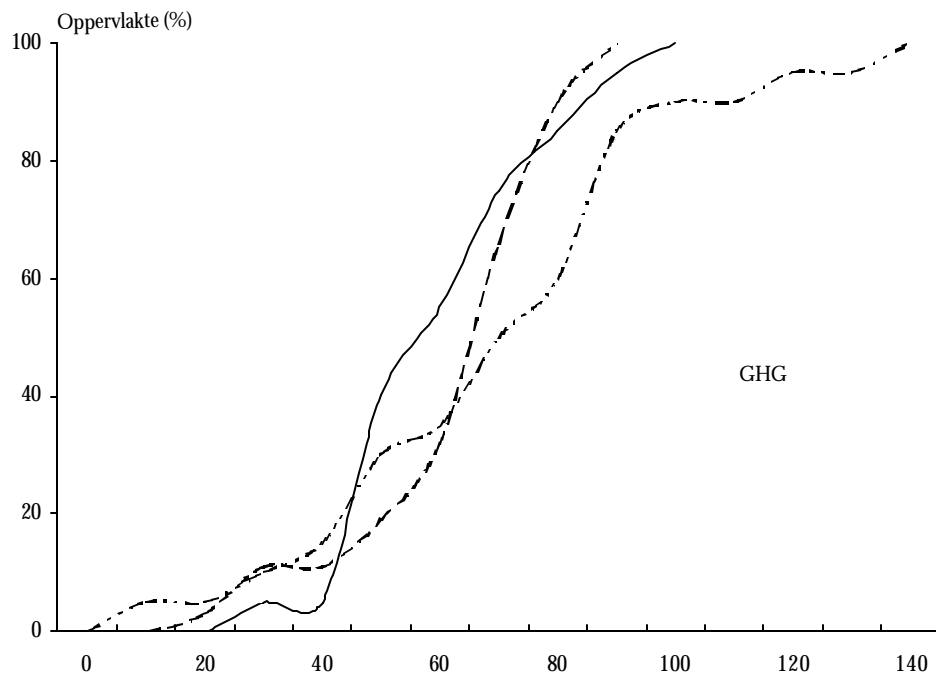


Fig.3. Cumulatieve frequentieverdeling van de GHG en GLG voor de strata beekdal, zeeklei en natuur.

3.2 Fosfaatverzadigingsgraad van de bodem

De mate waarin de bodem met fosfaat verzadigd is, hangt enerzijds af van de hoeveelheid fosfaat die de bodem kan binden en anderzijds van de hoeveelheid fosfaat die in de loop der jaren is aangevoerd. In de bodem van zandgebieden, overwegend kalkloze zandgronden, wordt het fosfaat voornamelijk vastgelegd door amorfe en micro-kristallijne ijzer- en aluminiumoxiden die bij bodemvormende processen zijn ontstaan en geëxtraheerd kunnen worden met een oxalaatoplossing (Reijerink en Breeuwsma, 1992). Door toepassing van lineaire regressie is een verband afgeleid tussen het totaal-fosfaatbindend vermogen (FBV) en het oxalaat-extraheerbaar ijzer- en aluminiumgehalte van de bodem. Deze definitie heeft betrekking op kalkloze zandgronden, maar er zijn aanwijzingen dat ze ook voor kleigronden mag worden toegepast. De fosfaatuitspoeling naar het grond- en oppervlaktewater wordt in sterke mate bepaald door het fosfaatgehalte van de bodem en de maximale capaciteit van de bodem om fosfaat te binden. De definitie voor de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) is (Breeuwsma et al., 1990):

$$FVG_i = \frac{P_i}{FBV_i} * 100\% \quad (5)$$

met

$$P_i = \sum_{j=0}^i P_j * 7,1 * LD_j * d_j \quad (6)$$

$$FBV_i = \sum_{j=0}^i 0,5 * (Al + Fe)_j * 7,1 * LD_j * d_j \quad (7)$$

waarin:

- FVG = fosfaatverzadigingsgraad vanaf maaiveld tot diepte i
 FBV = fosfaatbindendvermogen vanaf maaiveld tot diepte i (kg/ha P₂O₅)
 P, Al, Fe = respectievelijk oxalaat-extraheerbaar fosfaat, aluminium en ijzer (mmol/kg)
 LD = laagdikte (cm)
 d = dichtheid (g/cm³)
 i = gekozen referentiediepte
 j = laagnummer
7,1 = omrekeningsfactor naar kg/ha P₂O₅

De fosfaatbelasting van het oppervlaktewater is bij hoge grondwaterstanden het grootst. De Technische Commissie Bodembescherming heeft daarom de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) als referentie voor de fosfaatverzadiging gekozen. De fosfaatverzadigingsgraad in het bodemprofiel vanaf maaiveld tot de GHG (FVG) wordt uitgedrukt in een aantal verzadigingsklassen (Reijerink en Breeuwsma, 1992) nl.:

- niet verzadigd : < 25%
- verzadigd : 25 - 50%
- sterk verzadigd : 50 - 75%
- zeer sterk verzadigd : > 75%

De gemiddelde FVG (tabel 5) ligt voor de strata 4 (zeeklei), 7 (natuur) in de klasse 'niet verzadigd' en voor het stratum 2 (beekdal) in de klasse 'verzadigd'.

Tabel 5. Mediaan en gemiddelde met standaardafwijking (sd) en standaardfout (se) van de FVG in de strata 2, 4, 7.

	Mediaan	Gemiddelde	sd	se
Beekdal	29	32	17	3,8
zeeklei	23	25	10	1,6
Natuur	12	14	11	2,4

In de strata 2 (beekdal), 4 (zeeklei), en 7 (natuur) zijn de oppervlaktepercentages berekend voor de FVG (fig. 4). In stratum 2 (beekdal) en 4 (zeeklei) is respectievelijk 55% en 45% van de oppervlakte 'verzadigd'. In stratum 7 (natuur) is 85% van de oppervlakte 'niet verzadigd'.

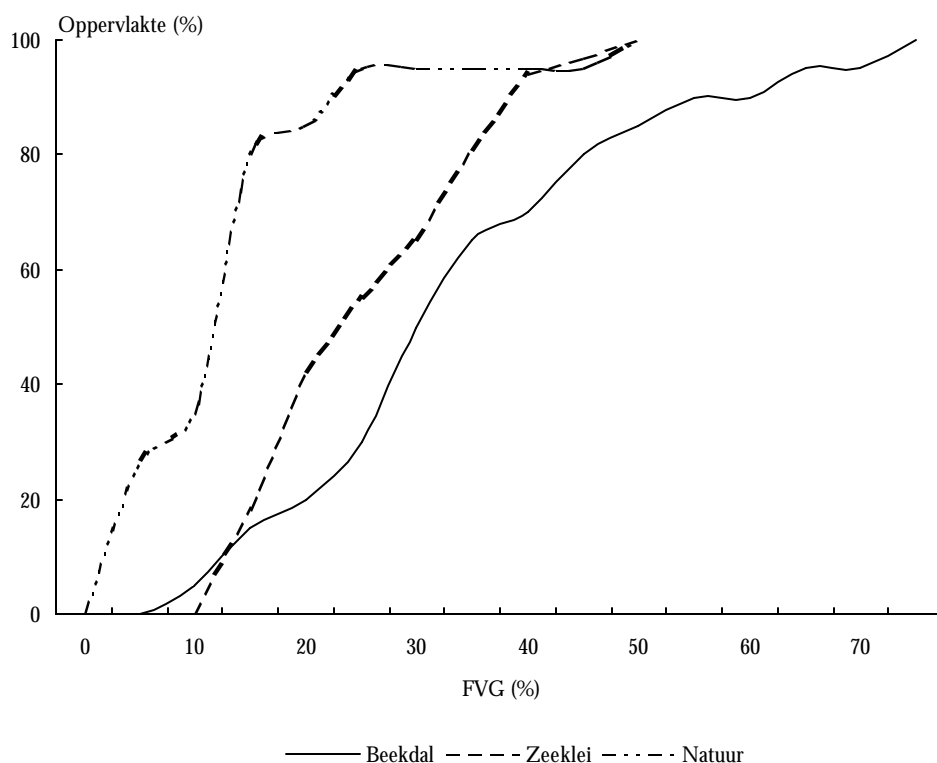


Fig. 4. Cumulatieve frequentieverdeling van de FVG in de strata beekdal, zeeklei en natuur.

3.3 Zuurgraad

In alle bodemonsters is de pH(KCl) bepaald. In strata 2 (beekdal), 4 (zeeklei), en 7 (natuur) is de gemiddelde pH(KCl) tot 1 m diepte met intervallen van 10 cm berekend (fig. 5). In de gronden van stratum 4 (zeeklei) is de pH(KCl) hoog (7.1 - 7.4). In het stratum natuur is in de laag 0 - 15 cm - mv de pH(KCl) 5,7 en dieper in het profiel 6,1. Het stratum beekdal heeft in de bouwvoor een pH(KCl) van 5,2 en in de ondergrond loopt dit op tot 5,6.

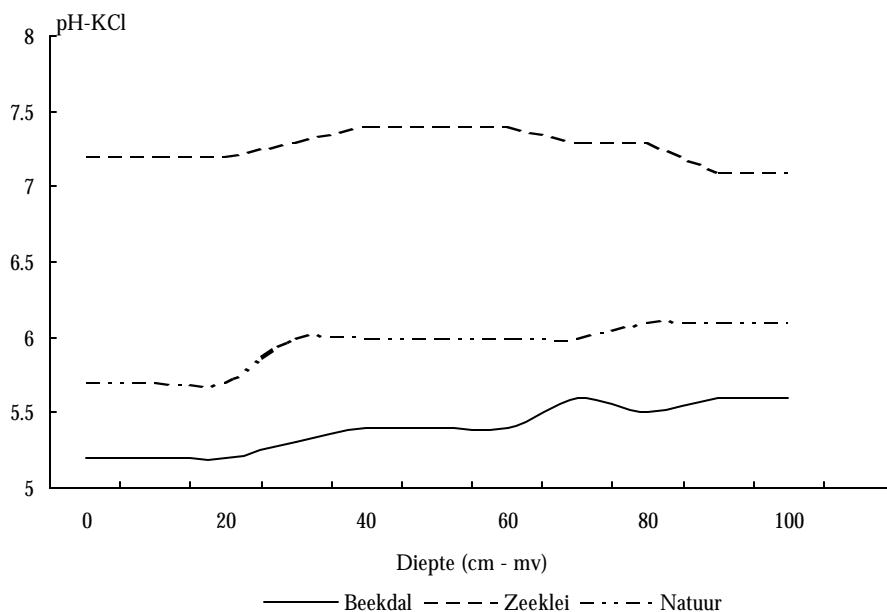


Fig. 5. Gemiddelde pH(KCl) tot 100 cm diepte in de strata beekdal, zeeklei en natuur.

3.4 Humusgehalte

In alle bodemonsters is het humusgehalte bepaald. In de strata 2 (beekdal), 4 (zeeklei), en 7 (natuur) is de gemiddelde humusgehalte tot 1 m diepte met intervallen van 10 cm berekend (fig. 6). Het gemiddelde humusgehalte in stratum 2 (beekdal) is in de bouwvoor 5,2% en neemt af tot 0,6% op 85 cm diepte. De zeeklei heeft in de bouwvoor een humusgehalte van 5,8%. Onder de bouwvoor daalt het humusgehalte tot 3,8% om dieper dan ca. 80 cm sterk toe te nemen tot 9,3%.

Het stratum natuur heeft in de bovengrond een humusgehalte van 5,9%. Tussen 40 - 80 cm - mv. neemt het humusgehalte toe tot 11,6%

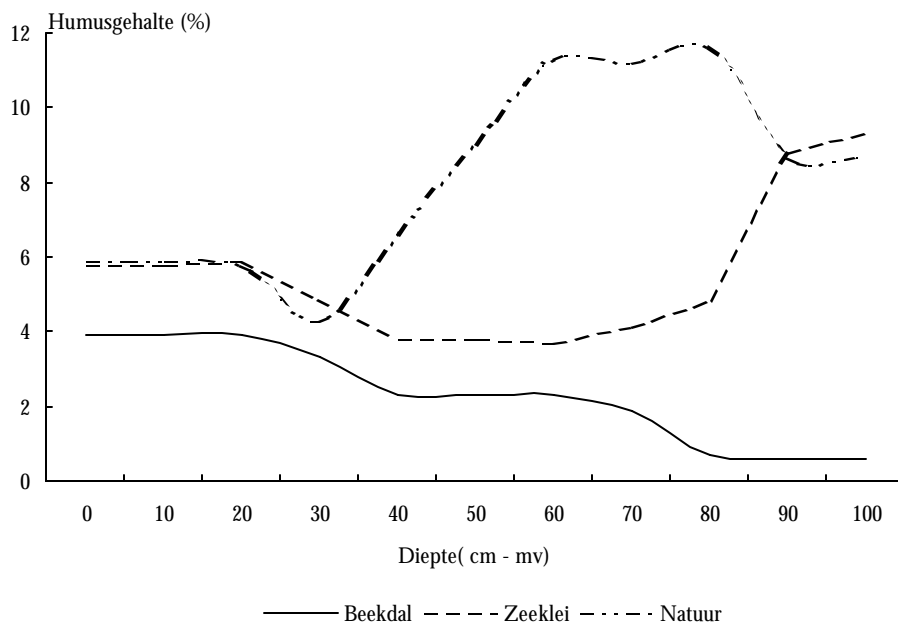


Fig. 6. Gemiddelde humusgehalte tot 100 cm diepte in de strata beekdal, zeeklei en natuur.

4 Conclusies

Met dit onderzoek in de Gt IV is informatie over alle grondwatertrappen op de bodemkaart, d.m.v. aselecte steekproeven, landsdekkend. Van elk steekproefpunt is er informatie over het bodemprofiel, de GHG, de GLG en bodemchemische parameters zoals: fosfaattoestand, CEC (natuur), pH, humusgehalte, kalkgehalte. De gegevens zijn beschikbaar via de LSK-database.

De stratificering van de kaartenheden van de bodemkaart is voor de parameters pH(KCl), humusgehalte en fosfaatverzadigingsgraad relevant. Voor de gemiddelde GHG en GLG zijn de verschillen tussen de strata gering.

De definitie van Gt IV op de bodemkaart geldt voor respectievelijk de GHG en GLG voor 65% en 38% van de oppervlakte. Een oppervlakte van 40% van de kaartenheid ligt met een GLG van 120 - 150 cm beneden maaiveld iets dieper dan de definitie van 120 cm beneden maaiveld op de bodemkaart. Op de bodemkaart is 70% het streefgetal voor de kaartzuiverheid

De fosfaatverzadigingsgraad (FVG) in de strata 'beekdal' en 'zeeklei' is voor respectievelijk 55% en 45% van de oppervlakte 'verzadigd'. In het stratum 'natuur' is 85% van de oppervlakte 'niet verzadigd'.

Het humusgehalte in de strata zeeklei en natuur neemt onder de bovengrond toe tot ca. 10% op 90 cm diepte. In het stratum beekdal daalt het humusgehalte onder bouwvoor tot 0,6%.

Literatuur

- Bakker, H. de en J. Schelling, 1989. *Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus*. Wageningen, PUDOC.
- Breeuwsma, A., J.G.A. Reijerink en O.F. Schoumans, 1990. *Fosfaatverzadigde gronden in het oostelijk en zuidelijk zandgebied*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 68.
- Ebbers, G. en R. Visschers, 1994. *Upgrading van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 door steekproeven in kaarteenheden van beekerdgronden*. Wageningen, SC-DLO. Rapport 125.
- Cate, J.A.M. ten, A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp, 1995. *Handleiding bodemgeografisch onderzoek; richtlijnen en voorschriften*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Technisch Document 19A.
- Leeters, E.E.J.M., P.A. Finke, R. Visschers, F. de Vries en B.J.A. van der Pouw, 1996. *Plan voor verzameling van bodemkundige gegevens*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 419.
- Reijerink, J.G.A. en A. Breeuwsma, 1992. *Ruimtelijk beeld van de fosfaatverzadiging in mestoverschot gebieden*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 222.
- Visschers, R., 1993. *Upgrading van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 door steekproeven in kaarteenheden van veldpodzolgronden*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 186.
- Riele, W.J.M. te en D.J. Brus, 1991. *Methoden van gerichte grondwaterstandmetingen voor het schatten van de GHG*. Wageningen, SC-DLO. Rapport 158.
- Steur, G.G.L. en W. Heijink, 1991. *Algemene begrippen en indelingen Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000*. Wageningen, SC-DLO.

Aanhangsel 1 Locatie van de kaartvlakken

Stratum	Punt nr	Kaartblad	Bodem	Gt	Oppervlakte	X_MIN	X_MAX	Y_MAX	Y_MAX
1	1	52W	Hn21E	IV	4.15	180000	181000	400000	400000
1	2	21O	Hn21	IV	6.82	211000	212000	508500	508500
1	3	52W	Hn21	IV	27.86	186000	187000	384000	384000
1	4	45O	Hn21	IV	41.93	164000	165000	411000	411000
1	5	22O	Hn21	IV	82.66	240000	241500	510000	510000
1	6	21O	Hn21g	IV	117	212000	215000	510000	510000
1	7	52W	Hn21	IV	253.72	183500	186500	377000	377000
1	8	44O	Hn21g	IV	304.35	126000	128900	409000	409000
1	9	52O	Hn30g	IV	354.51	206000	208000	398500	398500
1	10	44O	cHn21	IV	407.82	125000	127000	407500	407500
2	1	41W	pZg21	IV	4.29	239000	240000	439000	439000
2	2	28O_29W	pZg23	IV	18.3	247000	249000	483000	483000
2	3	27W	pZg21g	IV	22.66	193500	194600	497000	497000
2	4	27W	pZn23	IV	28.6	182500	183500	490500	490500
2	5	28O_29W	kpZg23	IV	32.84	247000	248000	484500	484500
2	6	45W	Zn21	IV	41.01	158000	159000	417000	417000
2	7	27O	fpZg23	IV	47.96	209500	211000	488500	488500
2	8	32O	pZg23	IV	57.68	174000	175000	461500	461500
2	9	28O_29W	pZg23	IV	62.14	240500	241500	482000	482000
2	10	41W	pZg23	IV	86.72	235000	237000	444000	444000
2	11	28O_29W	ABvF	IV	87.3	266500	267500	490000	490000
2	12	41W	Zn23F	IV	108.38	229500	230000	450000	450000
2	13	28O_29W	kpZg23	IV	142.56	245000	246000	484500	484500
2	14	21O	fZn23	IV	170.15	211500	212500	504800	504800
2	15	22W	pZn21	IV	175.92	227500	231000	507500	507500
2	16	28W	pZg23	IV	252.46	223000	224000	492400	492400
2	17	28W	pZg23	IV	312.31	220000	222300	493800	493800
2	18	45W	kZn21	IV	490.49	154500	158000	418000	418000
2	19	41W	pZg23	IV	614.79	230000	235300	449000	449000
2	20	41W	pZg23	IV	614.79	230000	235300	449000	449000
3	1	17O	fiVz	IV	16.35	259000	260000	539500	539500
3	2	12W	iVz	IV	16.8	224500	225500	555500	555500
3	3	17O	iWp	IV	34.42	255000	256000	528400	528400
3	4	15W_15O	AVk	IV	37.58	177500	178500	537000	537000
3	5	17O	iWpt	IV	48.28	250500	251500	539000	539000
3	6	07O	kVs	IV	51.62	257500	258500	589000	589000
3	7	17O	iWpt	IV	54.91	251500	252500	539500	539500
3	8	17O	iWz	IV	112.92	259000	260000	547500	547500
3	9	17O	iWz	IV	112.92	259000	260000	547500	547500
3	10	28W	vWz	IV	114.97	220000	221000	479500	479500
3	11	28W	iVzF	IV	250.23	236500	238500	498000	498000
3	12	22W	iWpF	IV	394.72	232000	236000	513500	513500
3	13	22W	iWpF	IV	394.72	232000	236000	513500	513500
3	14	34W	vWzF	IV	418.59	228000	230500	470500	470500
3	15	22W	iWp	IV	763.61	229000	231400	510000	510000
4	1	21W	Mn12Ap	IV	6.96	184000	185000	500500	500500
4	2	21W	Mn12A	IV	10.42	188000	189500	513500	513500
4	3	09W	Mn25C	IV	12.76	114500	115500	561000	561000
4	4	42W_42O	Mn15AvE	IV	16.12	58000	58500	408000	408000
4	5	37W	Mn15A	IV	32.62	65500	66500	435000	435000
4	6	09W	kMn63Cp	IV	38.87	113000	114000	562000	562000
4	7	37W	pMn52A	IV	38.91	66000	67000	434000	434000
4	8	14O_15W	Mn35Aw	IV	40.52	122000	123000	542500	542500
4	9	44W	eMo20A	IV	53.93	117500	118500	415500	415500
4	10	47O_48W	Mn22A	IV	62.13	37500	39000	397500	397500
4	11	14O_15W	AZW1AE	IV	62.42	135000	136000	538000	538000
4	12	13W	Mn35AvG	IV	68.57	269000	270500	574500	574500
4	13	13W	Mn35AvG	IV	68.57	269000	270500	574500	574500
4	14	44O	eMn25A	IV	77.08	122000	123000	420500	420500
4	15	44W	Mn86Av	IV	80.58	104000	105200	413000	413000
4	16	37W	Mn25A	IV	113.06	66500	69000	433500	433500
4	17	26O	Mn35A	IV	125.31	169000	170500	490000	490000

Stratum	Punt nr	Kaartblad	Bodem	Gt	Opperflakte	X_MIN	X_MAX	Y_MAX	Y_MAX
4	18	14O_15W	AZW1AE	IV	166.47	129000	130000	543500	543500
4	19	43W	Mn12A	IV	187.82	71000	73000	405000	405000
4	20	14O_15W	AZW8Al	IV	255.74	123000	125000	537300	537300
4	21	14O_15W	AZW8Al	IV	255.74	123000	125000	537300	537300
4	22	08W	Mv41Cl	IV	320.14	260000	263000	590500	590500
4	23	44O	eMn35A	IV	358.78	120100	125000	413500	413500
4	24	19O_20W	pMn85C	IV	366.53	120300	122500	510500	510500
4	25	14O_15W	AZW7Al	IV	442.16	128500	130500	539500	539500
4	26	14O_15W	AZW8Al	IV	455.03	127500	131000	531500	531500
4	27	14O_15W	AZW8Al	IV	455.03	127500	131000	531500	531500
4	28	14O_15W	AZW8Al	IV	455.03	127500	131000	531500	531500
4	29	26O	Mn25A	IV	491.21	166500	170000	490000	490000
4	30	19W	Mn45A	IV	534.58	117500	119000	514400	514400
4	31	19W	Mn35A	IV	541.71	115000	120000	515500	515500
4	32	19W	Mn35A	IV	541.71	115000	120000	515500	515500
4	33	14O_15W	AZW7Al	IV	567.13	131400	134900	539500	539500
4	34	42W_42O	AEm8	IV	782.24	49000	51500	417000	417000
4	35	19O_20W	pMn85C	IV	1599	121000	128000	510500	510500
4	36	19O_20W	pMn85C	IV	1599	121000	128000	510500	510500
4	37	37W	AWg	IV	1658.53	75000	79000	446500	446500
4	38	37W	AWg	IV	1658.53	75000	79000	446500	446500
5	1	38O	Rn95A	IV	17.25	137000	138000	432000	432000
5	2	38O	Rn66A	IV	20.76	122500	123900	425500	425500
5	3	44O	Rn95A	IV	27.09	138500	140000	424000	424000
5	4	27O	Rn62Cp	IV	35.18	201500	203000	476000	476000
5	5	21W	Rn82A	IV	55.68	187500	188500	509000	509000
5	6	21W	Rn52A	IV	82.7	189500	191000	511500	511500
5	7	45W	Rn94C	IV	96.13	157500	159000	424000	424000
5	8	44O	Rn94Cv	IV	162.11	127300	131500	422000	422000
5	9	45W	Rv01C	IV	644.59	154000	157000	421000	421000
6	1	14W	Zn30AF	IV	13.99	108000	108500	531000	531000
6	2	15W_15O	kHn21F	IV	56.06	177000	178300	534500	534500
6	3	14W	Zn50ArF	IV	64.72	115000	116000	542000	542000
6	4	09W	kZn50ArF	IV	75.19	118300	119500	570500	570500
6	5	16W	kHn21	IV	85.13	184500	186000	532000	532000
6	6	30W_30O	zEZ21	IV	88.1	72300	73800	451000	451000
6	7	06O_02O	Zn40A	IV	126.3	209500	212000	603000	603000
6	8	14W	Zn30rF	IV	101.37	110000	111500	537500	537500
6	9	21W	kZn50AH	IV	112.71	185000	187000	513500	513500
6	10	06O_02O	Zn40A	IV	126.3	209500	212000	603000	603000
6	11	09W	Zn40Ar	IV	137.38	113500	116000	560000	560000
6	12	09W	kZn50Ar	IV	146	118000	121500	571000	571000
6	13	14O_15W	AZW0A	IV	146.66	124400	126000	544500	544500
6	14	21W	Zn50A	IV	209.65	190000	192500	522700	522700
6	15	09W	Zn50Ar	IV	367	118500	120500	572500	572500
6	16	16W	Zn10A	IV	1022	190200	193000	531000	531000
6	17	37W	Zn50A	IV	1200.9	69000	73000	447500	447500
6	18	37W	Zn50A	IV	1200.9	69000	73000	447500	447500
7	1	44W	eMv81A	IV	3.4	111500	112500	413000	413000
7	2	20O	Zn30AG	IV	3.51	170500	171000	520500	520500
7	3	52O	pZn30g	IV	3.88	210000	210500	392500	392500
7	4	27O	pZg23	IV	6.41	217700	218500	480500	480500
7	5	27O	pZg23	IV	6.41	217700	218500	480500	480500
7	6	44O	eMv61C	IV	7.8	122300	123000	409700	409700
7	7	09W	Zn21	IV	8.98	119500	120300	575000	575000
7	8	37W	pZg20A	IV	9.05	68500	69000	438500	438500
7	9	16W	Zn50Aw	IV	13.58	185200	185800	533000	533000
7	10	16W	uHn21	IV	18.07	184000	184900	532000	532000
7	11	26O	zHn21	IV	21.11	165000	166000	480500	480500
7	12	16W	zMv61C	IV	22.88	184200	185500	533500	533500
7	13	45W	pZn21	IV	30.27	156500	157200	413500	413500
7	14	14O_15W	kZn40A	IV	39.52	131000	132200	546600	546600
7	15	19W	Zn30	IV	59.95	105200	106400	522500	522500
7	16	24O_25W	Mn45AvF	IV	100.26	110000	112000	490500	490500
7	17	24O_25W	Mn45AvF	IV	100.26	110000	112000	490500	490500
7	18	24O_25W	Mn45AF	IV	163.6	107000	108700	495400	495400
7	19	26O	kHn21F	IV	192.37	164200	165500	481000	481000

Aanhangsel 2 Stratificering van de kaartenheden

Stratum	Code kaartenheid
1	Hn21(E, F, G, g,gE, x); Hn23(g); Hn30(F, g); bEZ21; bEZ23(G); cHn21 (G, g, x); cHn23g); gHn30; kHn21(F); zEZ21(G, w); zEZ23; zHn21; Hn21E/pZn21E; Hn21g/gHn30; Hn21g/pZn21g; Hn21gE/pZn21gE; bEZ21/pZn21
2	AbkF; AbvF; fABkF; fABkF; WgF/pRn59F; Zn21(g); Zn23(F, g, gG); Zn30(G, v); fRn62C(F, g); fZn21g; fZn23(g); fkZn23(g); fkZn30; fkpZg23(g); fpLn5; fpRn59; pRn59; fpZg21g; fpZg23(g, gE); gpZn30; kZn21(g); kZn23; kZn30; kpZg21; kpZg23(F); kpZn21(g); kpZn23; pZg21(g); pZg23(F, g, gF, t); pZg21(E, G, g, gE, gG, v); pZn23(g, w); pZn30
3	Avk(F); Wgl; Wol; Vs; aVz(F); dVk(F); dVk/pMn86C; dVke/pMn86CIE; fiVc; fiVz; iVc(F); iVp(F); iVz(F); iVz/iWz; hVz/Hn21; hVzE/Hn21E; iWp/Hn21; iWpt/Hn23t; iWpv/Hn23v; iWz/pZn23; iWp(F, g, t); iWz(F); kVc; kVs; kVz(F); kVc/Mn25A; kVz/Hn21; kWp(F); kWz(F, g); pVs; pVz; uVz(F); uWz; vWp(F); vWz(F); vWz/Zn21; vWz/zWz; vWzt/pZn23t; zVc(F); zVpF; zVs; zVs/Zn50A; zVz(F, H); zWp(F); zWz(F)
4	Aem8; Aem9A; Aep6A; Aep7A; Awg(H); Awo; Awv; AZW1AE; AZW7Al(w, wp); AZW8A(l, lw); EK19; EK79; Mn12A; Mn12Ap; Mn12A/Mn15A; Mn12A/Mn22A; Mn12ApF/Mn15ApF; Mn12Av; Mn12Awp(F); Mn15A(E, F, G, H, p, pF, v, vE, w, wE, wF); Mn15C(F, w); Mn22A(lvF, p, wp); Mn22A/Mn25A; Mn22A/Mn35Al; Mn25A(E, F, p, pF, v, vE, w, wE,); Mn25C(p, w,); Mn35A(E, p, v, vG, w); Mn45A(F, v, vF); Mn52C(F, p); Mn52Cp/Mn25Cp; Mn25Cwp; Mn56AE/Mn25AE; Mn56Apv, wE, p); Mn82A(H, p); Mn82C(p, pG); Mn85C, Mn86A(E, v, vE); Mn86AeE/Mn35AeE; Mn86C(l, v); Mo10A; Mo20A; Mo50C; Mo80A; Mo80C; Mv41C(l, p); Mv51A(F, p); Mv61C; Mv81A(l); Mv81A/Mn35Av; Wo/pMo80; WoE/pMo50E; Zn40Ar/Mn12A; eMn22A/eMn25A; eMn15A; eMn22A; eMn25A; eMn25A;/eMn35A; eMn25Ap(v); emn35A(v, w, p); eMn45A; eMn45Ap; eMn45A/eMn86C; eMn52Cp(w, p); eMn56Av; eMn82A(p); eMn82A/eMn45A; eMn82A/emn25A; eMn82A/emn35A; eMn82Cp; emn86A; eMn86A/eMn35A; eMn86Av; eMn86C; eMo20A; eMo80A; eMv51A; eMv61c(p); emv81A; eMv81A/eMn35Av; epMn55A; gMn52C; gMn53C(p); gMn83C(p, w); pMn52A(F); pMn52A/pMn55A; pMn52C; pMn55A/pMn85A; pMn55AE/Mn15AE; pMn55A(E, w,wE); pMn55AE/Mn25AE; pMn55AE/Mn85AE; pMn55C; Pmn56C(l); pMn55C/pMn85C; pMn82C; pMn85A(E); pMn85C; pMn86C(E); pMo50(F); pMo80/pMn85A; pMo80/pMn85C; pMo80(E, l); uMn15A; zMn22Ap; zMn25Ap; zMn56Cp; zMo10A; zMv61C; kMn63C(p); kMn68Cv; EK19p; EK79

Stratum	Code kaarteenheid
5	AO(F, p, v); KRn1(g); KRn2(F, g); Rn14C; Rn15A; Rn42Cp; Rn44(v, w); Rn45A; Rn46A(v, w); Rn47C(p, v, wp); Rn52A(G); Rn52A/Rn15A; Rn62C(g, p); Rn66A(G, v); Rn67C(p, v, wp); Rn82A; Rn94C(v); Rn95A(G, v); Rn95C; Ro40Cw; Rv01A; eRn46A(v); eRn47C; eRn52A; eRn66A(v); eRn95A(v); eRv01A; eRv01C; fKRn1; fKRn2g; fRn62C; pKRn2g; pRn56v; pRn86(v); pRn89v
6	AZWOA(F); EZ50A(G); Sn13A(H, P, v, e, wp); Sn14AF(p); Zn10A(p, v, w, wp); Zn21(F, G, p, r, w); Zn23p; Zn23r; Zn30(F, rF); Zn30A/zMn25C; Zn30AF; Zn30AG; Zn30Ar(F); Zn40A(E, F, G, p, r); Zn40A/kZn40A; Zn50A(F, G, H, p, r, rF, w); bEZ21(G); bEZ30; kHn21(F); Sn13A(v, w); kSn14A; kZn10A(v); kZn21(F, p, pE, r); kZn30Ar(F); kZn40A(v); kZn40A/Mn12A; kZn50A(F, H, r); kpZg20A; kZn50ArF/Mn12AF; kpZg21; kpZg23; kpZn21; pZg20A; pZg20A/Zn50A; pZg20Ar; pZg21; pZg23; pZg30;(r, rF); pZn21; pZn23; sHn21; uHn21(F); uZn10A(p, w); uzn50A; zEZ21; zSn14A
7	Alle kaarteenheden met bodemgebruik "natuur" volgens ALBOS bestand.

Aanhangsel 3 Stambuizen, steekproefpunten met voorspelde GHG en GLG en opname data van de meetclusters A t/m G

Stambuizen en steekproefpunten met voorspelde GHG en GLG

Onder de kop 'cluster' zijn clusters A t/m G en de toegepaste regressiemodellen aangegeven (zie tabel 3) Onder meetpunt staan voor elk clusters de :

- stambuizen (b.v. 27GL0018) aangegeven die gebruikt zijn om de relatie tussen de berekende GHG resp. berekende GLG en de gemeten grondwaterstanden op de opname data te berekenen
- steekproefpunten (b.v. 180101 : 18 = steekproefnummer, 01 = stratumnummer en 01 = nummer steekproefpunt)

De voorspelde GHG en GLG van de steekproefpunten zijn in de LSK – database opgenomen.

Cluster	Meetpunt nummer	Berekende GHG	Voorspelde GHG	Berekende GLG	Voorspelde GLG
A (1, 2)	27GL0018	119	111	219	*
A (1, 2)	28AL0018	107	93	185	170
A (1, 2)	28AL0019	108	115	182	197
A (1, 2)	28CL0015	48	56	163	*
A (1, 2)	28CL0039	87	92	176	176
A (1, 2)	28GL0067	*	120	172	195
A (1, 2)	28GL0074	81	86	180	183
A (1, 2)	29AL0027	74	62	172	176
A (1, 2)	33HL0017	55	*	108	125
A (1, 2)	34CL0024	126	88	*	149
A (1, 2)	41BL0014	37	47	149	140
A (1, 2)	41BL0021	*	106	192	184
A (1, 2)	41BL0022	95	98	*	174
A (1, 2)	46CL0022	*	68	174	182
A (1, 2)	46CL0036	46	66	153	158
A (1, 2)	46GL0025	64	82	180	167
A (1, 2)	46GL0027	123	122	203	195
A (1, 2)	51FL0004	92	89	161	157
A (1, 2)	52AL0057	77	92	188	184
A (1, 2)	52BL0025	*	146	223	217
A (1, 2)	52BL0055	*	182	234	*
A (1, 2)	52EL0150	94	91	185	176
A (1, 2)	180101	*	47	*	127
A (1, 2)	180103	*	25	*	112
A (1, 2)	180107	*	42	*	151
A (1, 2)	180109	*	66	*	158
A (1, 2)	180201	*	83	*	158
A (1, 2)	180202	*	54	*	150
A (1, 2)	180205	*	66	*	140
A (1, 2)	180207	*	92	*	159
A (1, 2)	180209	*	43	*	116
A (1, 2)	180210	*	58	*	136
A (1, 2)	180211	*	68	*	127

Cluster	Meetpunt nummer	Berekende GHG	Voorspelde GHG	Berekende GLG	Voorspelde GLG
A (1, 2)	180213	*	41	*	140
A (1, 2)	180216	*	63	*	127
A (1, 2)	180217	*	51	*	127
A (1, 2)	180219	*	61	*	145
A (1, 2)	180220	*	48	*	135
A (1, 2)	180310	*	33	*	104
A (1, 2)	180314	*	52	*	117
A (1, 2)	180504	*	21	*	136
A (1, 2)	180703	*	0	*	118
A (1, 2)	180704	*	86	*	170
A (1, 2)	180705	*	84	*	169
B (1,2)	14DL0011	87	103	123	136
B (1,2)	14EL0002	*	62	169	182
B (1,2)	14GL0004	*	90	*	157
B (1,2)	19DL0007	94	74	131	118
B (1,2)	19DL0016	34	34	89	88
B (1,2)	19GL0005	44	50	120	111
B (1,2)	19GL0011	5	23	58	81
B (1,2)	19GL0013	79	88	120	117
B (1,2)	19GL0015	65	60	95	108
B (1,2)	19GL0018	40	55	181	*
B (1,2)	42E/64GL0003	56	40	131	115
B (1,2)	42E/64GL0014	77	64	151	128
B (1,2)	42E/64GL0036	80	70	110	112
B (1,2)	180404	*	62	*	115
B (1,2)	180405	*	81	*	152
B (1,2)	180407	*	48	*	109
B (1,2)	180408	*	59	*	111
B (1,2)	180410	*	72	*	118
B (1,2)	180411	*	63	*	92
B (1,2)	180416	*	29	*	139
B (1,2)	180418	*	46	*	99
B (1,2)	180419	*	63	*	125
B (1,2)	180420	*	65	*	130
B (1,2)	180421	*	65	*	130
B (1,2)	180424	*	60	*	115
B (1,2)	180425	*	71	*	145
B (1,2)	180426	*	83	*	134
B (1,2)	180427	*	90	*	134
B (1,2)	180428	*	83	*	120
B (1,2)	180430	*	64	*	140
B (1,2)	180431	*	62	*	138
B (1,2)	180432	*	57	*	138
B (1,2)	180433	*	64	*	134
B (1,2)	180434	*	74	*	126
B (1,2)	180435	*	74	*	122
B (1,2)	180436	*	59	*	122
B (1,2)	180437	*	44	*	105
B (1,2)	180438	*	28	*	112
B (1,2)	180601	*	67	*	119
B (1,2)	180603	*	96	*	106
B (1,2)	180606	*	67	*	102
B (1,2)	180608	*	87	*	102

Cluster	Meetpunt nummer	Berekende GHG	Voorspelde GHG	Berekende GLG	Voorspelde GLG
B (1,2)	180617	*	58	*	102
B (1,2)	180618	*	54	*	102
B (1,2)	180714	*	69	*	115
B (1,2)	180715	*	96	*	145
B (1,2)	180716	*	46	*	106
B (1,2)	180717	*	52	*	103
C (1, 2)	38HL0008	22	14	70	82
C (1, 2)	38HL0031	39	47	114	87
C (1, 2)	38HL0032	85	96	118	102
C (1, 2)	44EL0017	70	71	101	100
C (1, 2)	44FL0013	54	61	101	119
C (1, 2)	44FL0031	85	100	162	174
C (1, 2)	44GL0019	68	77	148	131
C (1, 2)	44GL0023	165	98	212	*
C (1, 2)	45BL0002	21	43	84	*
C (1, 2)	45EL0033	25	54	79	90
B (1,2)	180718	*	26	*	95
C (1, 2)	180104	*	76	*	78
C (1, 2)	180108	*	82	*	107
C (1, 2)	180110	*	76	*	104
C (1, 2)	180206	*	72	*	124
C (1, 2)	180218	*	48	*	74
C (1, 2)	180409	*	12	*	*
C (1, 2)	180414	*	78	*	109
C (1, 2)	180415	*	67	*	121
C (1, 2)	180423	*	25	*	121
C (1, 2)	180501	*	-4	*	30
C (1, 2)	180502	*	84	*	145
C (1, 2)	180503	*	47	*	86
C (1, 2)	180507	*	102	*	260
C (1, 2)	180508	*	58	*	84
C (1, 2)	180509	*	46	*	133
C (1, 2)	180701	*	67	*	178
C (1, 2)	180706	*	117	*	156
C (1, 2)	180713	*	43	*	109
D (1, 2)	15HL0007	80	80	115	124
D (1, 2)	16DL0016	107	113	136	147
D (1, 2)	20FL0003	*	98	178	201
D (1, 2)	20HP0014	147	161	198	212
D (1, 2)	20HP0029	166	152	188	182
D (1, 2)	21CL0008	*	9	*	82
D (1, 2)	21CP0071	98	*	131	136
D (1, 2)	21CP0075	115	107	141	151
D (1, 2)	180203	*	22	*	143
D (1, 2)	180204	*	43	*	94
D (1, 2)	180208	*	49	*	128
D (1, 2)	180304	*	71	*	124
D (1, 2)	180401	*	63	*	109
D (1, 2)	180402	*	67	*	140
D (1, 2)	180417	*	68	*	117
D (1, 2)	180429	*	67	*	117
D (1, 2)	180505	*	16	*	92
D (1, 2)	180506	*	42	*	94

Cluster	Meetpunt nummer	Berekende GHG	Voorspelde GHG	Berekende GLG	Voorspelde GLG
D (1, 2)	180602	*	84	*	117
D (1, 2)	180605	*	41	*	*
D (1, 2)	180609	*	85	*	140
D (1, 2)	180614	*	71	*	182
D (1, 2)	180616	*	81	*	159
D (1, 2)	180702	*	71	*	166
D (1, 2)	180709	*	143	*	235
D (1, 2)	180710	*	85	*	132
D (1, 2)	180711	*	85	*	117
D (1, 2)	180712	*	85	*	174
D (1, 2)	180719	*	63	*	132
D (1, 2)	180720	*	31	*	143
E (1, 2)	11HL0040	26	11	79	*
E (1, 2)	11HL0049	40	63	130	*
E (1, 2)	12EL0027	70	*	176	*
E (1, 2)	13CL0019	55	61	101	123
E (1, 2)	13CL0021	139	127	189	196
E (1, 2)	13CL0022	148	129	207	210
E (1, 2)	17AL0004	65	53	165	133
E (1, 2)	18CL0019	177	186	274	265
E (1, 2)	22CL0036	99	100	186	188
E (1, 2)	22EL0004	65	69	146	150
E (1, 2)	22EL0022	104	108	177	187
E (1, 2)	41BL0014	37	48	149	141
E (1, 2)	180102	*	67	*	*
E (1, 2)	180105	*	56	*	158
E (1, 2)	180106	*	29	*	*
E (1, 2)	180214	*	81	*	*
E (1, 2)	180215	*	73	*	150
E (1, 2)	180301	*	98	*	149
E (1, 2)	180302	*	78	*	154
E (1, 2)	180303	*	42	*	141
E (1, 2)	180305	*	33	*	133
E (1, 2)	180307	*	42	*	112
E (1, 2)	180308	*	181	*	267
E (1, 2)	180309	*	73	*	154
E (1, 2)	180311	*	61	*	146
E (1, 2)	180312	*	96	*	179
E (1, 2)	180313	*	100	*	182
E (1, 2)	180315	*	73	*	120
F, E(2)	06FL0004	69	71	170	198
F, E(2)	06FL0006	72	68	169	160
F, E(2)	08DL0005	54	57	113	118
F, E(2)	08DL0006	105	106	202	162
F, E(2)	12EL0027	70	69	176	194
F, E(2)	180306	*	37	*	118
F, E(2)	180412	*	75	*	137
F, E(2)	180413	*	55	*	127
F, E(2)	180422	*	71	*	141
F, E(2)	180607	*	48	*	177
F, E(2)	180610	*	77	*	148
G (1, 2)	09BL0004	89	*	122	*
G (1, 2)	09BL0006	34	*	94	*

Cluster	Meetpunt nummer	Berekende GHG	Voorspelde GHG	Berekende GLG	Voorspelde GLG
G (1, 2)	09BL0008	63	*	111	*
G (1, 2)	09BL0009	67	*	132	*
G (1, 2)	09DL0020	44	*	82	*
G (1, 2)	09DL0024	63	*	112	*
G (1, 2)	09DL0025	75	*	105	*
G (1, 2)	09DL9003	120	*	159	*
G (1, 2)	09EL0004	114	*	154	*
G (1, 2)	180403	*	75	*	136
G (1, 2)	180406	*	75	*	115
G (1, 2)	180604	*	73	*	118
G (1, 2)	180611	*	36	*	130
G (1, 2)	180612	*	79	*	120
G (1, 2)	180615	*	72	*	119
G (1, 2)	180707	*	80	*	140

Opname data van de meetclusters A t/m G

Cluster		Meetdata grondwaterstanden
GHG	GLG	
A1		10, 11 jan. 2000
	A2	11 sept. 2000
B1		15, 16 feb. 2000
	B2	12, 13, 14 sept. 2000
C1		11, 12 jan. 2000
	C2	14 sept. 2000
D1		21 feb. 2000
	D2	18, 19 sept. 2000
E1		6 jan. 2000
	E2	20, 21, 22 sept. 2000
F		12 jan. 2000
G1		14 okt. 1998
	G2	14 okt. 1998

