

32/446(61) 2^e ex

Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het waterwingebied
Weerseloseweg te Enschede

De bodemgesteldheid, de huidige en de voormalige hydrologische
situatie

H.R.J. Vroon
G.H. Stoffelsen

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

Rapport 61

29 MAART 1990

STARING CENTRUM, Wageningen, 1990



+3617

LSN 450855X

REFERAAT

Vroon, H.R.J. en G.H. Stoffelsen, 1990. Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het waterwingebied Weerseloseweg te Enschede; de bodemgesteldheid, de huidige en de voormalige hydrologische situatie. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 61, 55 blz., 1 afb., 3 kaarten.

In opdracht van de Landinrichtingsdienst te Utrecht heeft het Staring Centrum te Wageningen een bodemkundig-hydrologisch onderzoek uitgevoerd in het waterwingebied Weerseloseweg te Enschede. Het doel van het onderzoek was het vastleggen van de bodemgesteldheid en de huidige en voormalige hydrologische situatie. Voor het vaststellen van de hydrologische situatie is gebruik gemaakt van hydromorfe verschijnselen, gemeten grondwaterstanden en gegevens uit de COLN-periode; deze laatste waren echter in beperkte mate aanwezig. Het verschil tussen de genoemde hydrologische situaties geeft de grondwaterstandsverlaging aan. Deze verlaging is per vlak weergegeven. Met behulp van de bodemkundige en hydrologische gegevens die in dit onderzoek zijn verzameld, kunnen in een later stadium via simulatiemodellen de gevolgen van de grondwateronttrekking op de gasproductie per vlak berekend worden.

Trefwoorden: waterwingebied, bodemkundig-hydrologisch onderzoek, grondwaterstandsverlaging, bovengrond, ondergrond, vlakkenkaart.

Copyright 1989

STARING CENTRUM Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied
Postbus 125, 6700 AC Wageningen
Tel.: 08370 - 19100; telefax: 08370 - 24812; telex: 75230 VISI-NL

Het Staring Centrum is een voortzetting van: het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, afd. Milieu, en de Afd. Landschapsbouw van het Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp" en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).

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.

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

INHOUD

WOORD VOORAF	7
SAMENVATTING	9
1 INLEIDING	13
1.1 Doel en opzet van het onderzoek	13
1.2 Overzicht van rapport en kaartbijlagen	13
2 FYSIOGRAFIE	15
2.1 Ligging en oppervlakte	15
2.2 Geogenese	15
2.3 Waterhuishoudkundige situatie	15
3 METHODE VAN HET ONDERZOEK	17
3.1 Het vervaardigen van de bodem- en grondwatertrappenkaart	17
3.1.1 Bodemkundige gegevens	17
3.1.2 Hydrologische gegevens	17
3.1.3 Controle op de veldschattingen	19
3.2 Het vervaardigen van de bijzondere-lagenkaart	19
3.3 Verwerking van veldgegevens tot rekengegevens	20
3.3.1 Bodemkundige en bodemfysische gegevens	21
3.3.1.1 Aard en dikte van de bovengrond	21
3.3.1.2 Ondergrondtypering	22
3.3.2 Huidige hydrologische situatie	24
3.3.3 Voormalige hydrologische situatie	24
3.3.4 Berekening van de GVG	25
3.4 Het samenstellen van de vlakkenkaart	26
4 RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK	27
4.1 Bodem- en grondwatertrappenkaart	27
4.1.1 Zandgronden [H en Z]	29
4.1.1.1 Humuspodzolgronden	29
4.1.1.2 Eerdgronden	31
4.1.2 Keileemgronden [KX]	34
4.1.3 Toevoegingen	34
4.1.4 Overige onderscheidingen	35
4.2 Bijzondere-lagenkaart	35
4.3 Rekengegevens	36
4.3.1 Bodemfysische gegevens	36
4.3.1.1 Aard en dikte van de bovengrond	36
4.3.1.2 Ondergrondtypering	38
4.3.2 Hydrologische gegevens	42
4.4 Vlakkenkaart	42
LITERATUUR	47
WOORDENLIJST	49

Blz.

TABELLEN

1	Vochtkarakteristieken van de effectieve wortelzone met volumefracties vocht bij verschillende pF-waarden	22
2	Standaardondergrondtypen (TCGB-indeling)	23
3	Aan de effectieve wortelzone toegekende vochtkarakteristieken met volumefracties vocht bij verschillende pF-waarden	36
4	De K(h)-relaties per ondergrondtype	37
5	Standaardondergrondtypen (TCGB-indeling)	39
6	Extra onderscheiden ondergrondtypen	39
7	Overzicht van het aantal vlakken per toegekende combinatie van vochtkarakteristieken, dikte van de effectieve wortelzone en ondergrondtype (Standaardprofielcode TCGB)	40
8	Rekengegevens per vlak	42

AFBEELDING

Ligging van het waterwingebied Weerseloseweg te Enschede	16
--	----

BIJLAGEN

1	Bodem- en grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 25 000
2	Bijzondere-lagenkaart, schaal 1 : 10 000
3	Vlakkenkaart, schaal 1 : 25 000

WOORD VOORAF

In opdracht van de Landinrichtingsdienst te Utrecht heeft het Staring Centrum ten behoeve van de Technische Commissie Grondwaterbeheer (TCGB) van november 1989 tot januari 1990 een bodemkundig-hydrologisch onderzoek uitgevoerd in het waterwingebied Weerseloseweg te Enschede. Het onderzoek omvatte het vastleggen van de bodemgesteldheid, en het samenstellen van een vlakkenkaart. Als gevolg van wateronttrekking door het pompstation Weerseloseweg is een grondwaterstandsverlaging opgetreden. Met de gegevens die in dit onderzoek zijn verzameld, kunnen in een later stadium de opbrengstveranderingen als gevolg van deze onttrekking worden berekend.

Aan het project werkten mee:

Bodemgeografisch onderzoek: ing. H.R.J. Vroon en G.H. Stoffelsen;

Projectleiding: ing. H.R.J. Vroon;

Coördinatie: J.M.J. Dekkers.

De organisatorische leiding van het project had het hoofd van de afd. Veldbodemkunde, drs. J.A.M. ten Cate.

De dank van het Staring Centrum gaat uit naar de grondeigenaren en grondgebruikers, die onze medewerkers toestemming verleenden om hun grond te betreden en er veldwerk te verrichten.

SAMENVATTING

In de nabijheid van Enschede onttrekt het pompstation Weerseloseweg van de Waterleiding Maatschappij Overijssel N.V. sedert 1891 grondwater voor de drinkwatervoorziening. Ondermeer door deze winning zijn veranderingen opgetreden in de hydrologische situatie.

In september 1989 heeft de Landinrichtingsdienst ten behoeve van de Technische Commissie Grondwaterbeheer (TCGB) een opdracht verstrekt aan het Staring Centrum om een bodemkundig-hydrologisch onderzoek uit te voeren in het waterwingebied Weerseloseweg Enschede over een oppervlakte van 390 ha.

Het doel van dit onderzoek was:

- de bodemgesteldheid in kaart te brengen (bodemgeografisch onderzoek);
- een vlakkenkaart samen te stellen op basis van bodemgesteldheid, grondwatertrap, dikte en vochtkarakteristiek van de effectieve wortelzone en type ondergrond.

Voor het vastleggen van de bodemgesteldheid, is ondermeer reeds eerder uitgevoerd bodemkundig en hydrologisch onderzoek gebruikt.

Bij het veldbodemkundig onderzoek zijn met betrekking tot de bodemgesteldheid de volgende gegevens geïnventariseerd:

- de profielopbouw van de gronden tot een diepte van maximaal 3,20 m - mv.;
- de dikte, de aard en de textuur van het materiaal per bodemhorizont, alsmede het humusgehalte van de bovengrond (of bovenste horizont);
- het huidige en voormalige grondwaterstandsverloop.

De puntsgewijs verzamelde resultaten (in totaal 192 boringen) en de waargenomen veld- en landschapskenmerken, alsmede de topografie, maakten het mogelijk in het veld de bodemgesteldheid in kaart te brengen.

De resultaten van het onderzoek zijn toegelicht in dit rapport en weergegeven op de volgende kaartbijlagen:

- bodem- en grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 25 000;
- bijzondere-lagenkaart, schaal 1 : 10 000;
- vlakkenkaart, schaal 1 : 25 000.

In het westelijk deel van het gebied is de bodem grotendeels opgebouwd uit zandgronden. In het oostelijk deel van het gebied bestaat de bodem uit zandgronden met veelal keileem en plaatselijk tertiaire klei in de ondergrond (bijl. 1). Verspreid, maar vooral in het oosten van het gebied, komen oude cultuurgronden voor op de relatief hoge gedeelten in het landschap.

De ligging van de gronden t.o.v. het huidige grondwaterniveau is voor het grootste deel van het gebied vrij hoog (grondwatertrappen VI, VII en VIII, bijl. 1). Relatief het natst zijn de laaggelegen beekdalen en de gronden waar keileem ondiep in de bodem aanwezig is (grondwatertrappen III en V). Bij gronden met ondiepe keileem is doorgaans niet de relatieve hoogteligging maar de begindiepte van de keileem bepalend voor de vochttoestand (i.v.m. stagnatie).

Op de bijzondere-lagenkaart (bijl. 2) zijn de lagen aangegeven van minimaal 5 cm dikte die, qua textuur en/of hoedanigheden, sterk afwijken van de bovenste 25-40 cm van het profiel. Onder bijzondere lagen worden in dit gebied verstaan: ijzeroer, keileem, tertiaire klei, beekklei, grof zand, veen en moerige lagen.

Voor het samenstellen van een vlakkenkaart (bijl. 3) en voor rekengegevens per vlak (tabel 8) die gebruikt kunnen worden voor de berekening van opbrengstveranderingen door grondwateronttrekking, zijn per boring aanvullende gegevens verzameld over de aard en dikte van de effectieve wortelzone en over de ondergrond tot een diepte van maximaal 3,20 m - mv.

Per vlak zijn in tabel 8 de volgende gegevens opgenomen:

- vlaknummer;
- bodemeenheid;
- grondwatertrap;
- de Staring Centrum aanduiding voor:
 - bovengrond vocht karakteristiek;
 - bewortelbare diepte;
 - ondergrondtype;
- de TCGB aanduiding voor:
 - bovengrond vocht karakteristiek;
 - effectieve wortelzone;
 - ondergrondtype;
- de huidige en voormalige hydrologische situatie:
 - GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand);
 - GVG (gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand);
 - GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand).

Er zijn in totaal 154 verschillende vlakken onderscheiden. Binnen deze vlakken zijn 15 verschillende vocht karakteristieken, 20 verschillende bewortelbare diepten en 61 verschillende ondergrondtypen vastgesteld. Op basis van de TCGB-tabellenindeling en de extra toevoegingen zijn van dit gebied 5, verschillende vocht karakteristieken, 6 verschillende effectieve wortelzones en 16 verschillende ondergrondtypen vastgesteld.

De grootste verlagingen zijn geconstateerd in de vlakken direct ten zuiden en oosten van het pompstation. De grootste verlaging bedraagt voor de GHG ca. 110 cm en voor de GLG > 120 cm. Deze verlaging is waargenomen in vlak 50. Mogelijk heeft vlak 49 een grotere verlaging, maar aangezien de maximale boordiepte 3,20 m - mv. bedroeg, kon dit niet geconstateerd worden. In het uiterste

noorden, oosten en zuiden van het gebied is de minste verlaging geconstateerd. De kleinste verlaging voor de GHG en GLG is vastgesteld op ca. 10 cm. Deze verlaging is waargenomen in vlak 4.

Ondanks de toegenomen verlagingen wordt gedurende de drogere perioden niet of nauwelijks beregend.

1 INLEIDING

1.1 Doel en opzet van het onderzoek

In de nabijheid van Enschede onttrekt het pompstation Weerseloseweg van de Waterleiding Maatschappij Overijssel N.V. sedert 1891 grondwater voor de drinkwatervoorziening.³ De grootte van de onttrekking bedroeg in 1989 ca. 6 200 000 m³. Als gevolg van de waterwinning zijn veranderingen opgetreden in de hydrologische situatie.

In september 1989 heeft de Landinrichtingsdienst ten behoeve van de Technische Commissie Grondwaterbeheer (TCGB) een opdracht verstrekt aan het Staring Centrum om een bodemkundig-hydrologisch onderzoek uit te voeren in het waterwingebied Weerseloseweg te Enschede over een oppervlakte van 390 ha.

Het doel van dit onderzoek was:

- de bodemgesteldheid in kaart te brengen (bodemgeografisch onderzoek);
- een vlakkenkaart samen te stellen op basis van bodemgesteldheid, dikte en vocht karakteristiek van de effectieve wortelzone en type ondergrond

Onder bodemgesteldheid verstaan we:

- de profielopbouw (als resultaat van geogenese en pedogenese);
- de aard, samenstelling en eigenschappen van de bodemhorizonten;
- het grondwaterstandsverloop.

Voor het vastleggen van de bodemgesteldheid hebben we ondermeer gebruik gemaakt van reeds eerder uitgevoerde bodemkundige en hydrologische inventarisaties. Deze gegevens zijn afkomstig uit:

- het rapport betreffende de bodemgesteldheid van delen van de gemeente Enschede (Van der Knaap en Zandbergen 1958);
- de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, blad 34 West en Oost Enschede en 35 Glanerbrug (1979).

Bij het veldbodemkundig onderzoek hebben we gegevens verzameld over de bodemgesteldheid door aan bodemprofielmonsters de profielopbouw van de gronden tot GLG-niveau of maximaal 3,20 m - mv. vast te stellen, het huidige en voormalige grondwaterstandsverloop te schatten, en van iedere horizont de dikte, aard en textuur van het materiaal te meten of te schatten. Van de bovengrond of bovenste horizont werd bovendien het humusgehalte geschat.

De puntsgewijs verzamelde resultaten en de waargenomen veld- en landschapsskenmerken, alsmede de topografie, stelden ons in staat in het veld de bodemgesteldheid in kaart te brengen.

Binnen vrijwel ieder kaartvlak komen delen voor waarvan de pro-

fielopbouw en/of grondwatertrap afwijken van de omschrijving die in de legenda voor dit kaartvlak wordt gegeven. Zulke delen zijn de zogenaamde onzuiverheden. We kunnen ze door hun geringe afmetingen bij de gebruikte kaartschaal niet afzonderlijk weer-geven of we merken ze door het beperkte aantal boringen niet op. We hebben er naar gestreefd dat de gemiddelde zuiverheid (Marsman en De Gruijter 1982) van de kaartvlakken hoger is dan 70%.

Kaartschaal en boringsdichtheid bepalen de hoeveelheid informatie op een kaart. Meer of gedetailleerdere informatie wordt niet verkregen door de kaart te vergroten, zoals ten onrechte nogal eens wordt gedacht, maar alleen door gedetailleerder onderzoek. Bij vergroting neemt de waarnemingsdichtheid per vierkante centimeter kaartvlak af, en daarmee vermindert de nauwkeurigheid van de vergrote kaart (Steur en Westerveld 1965).

Voor het samenstellen van een vlakkenkaart en voor het tekenen van rekengegevens per vlak die gebruikt kunnen worden voor de berekening van opbrengstveranderingen door grondwateront-trekking, hebben we per boring aanvullende gegevens verzameld over de aard en dikte van de bewortelbare diepte en over de ondergrond tot een diepte van maximaal 3,20 m - mv.

De werkwijze en resultaten van het onderzoek zijn vastgelegd in dit rapport en op drie kaartbijlagen. De rekengegevens per vlak zijn op magneetband aan de opdrachtgever beschikbaar gesteld. Rapport en kaarten vormen één geheel en vullen elkaar aan. Het is daarom van belang rapport en kaarten gezamenlijk te raadplegen.

1.2 Overzicht van rapport en kaartbijlagen

In de hoofdstukken 2, 3, 4 en 5 geven we informatie over de fysiografie van het onderzochte gebied, de werkwijze, de resultaten van het onderzoek en de conclusies. Verder zijn een lijst van geraadpleegde literatuur en een woordenlijst met een verklaring van de gebruikte termen in het rapport opgenomen.

Bij het rapport behoren drie kaarten (bijl. 1, 2 en 3):

- 1 bodem- en grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 25 000;
- 2 bijzondere-lagenkaart, schaal 1 : 10 000;
- 3 vlakkenkaart, schaal 1 : 25 000.

2 FYSIOGRAFIE

2.1 Ligging en oppervlakte

Het waterwingebied rond het pompstation Weerseloseweg ligt ten noorden van Enschede en ten westen van het dorp Lonneker. Het onderzochte gebied komt voor op de bladen 28H en 34F van de Topografische kaart, schaal 1 : 25 000 (afb.). De gekarteerde oppervlakte bedraagt ca. 390 ha, exclusief water, bossen en bebouwing.

2.2 Geogenese

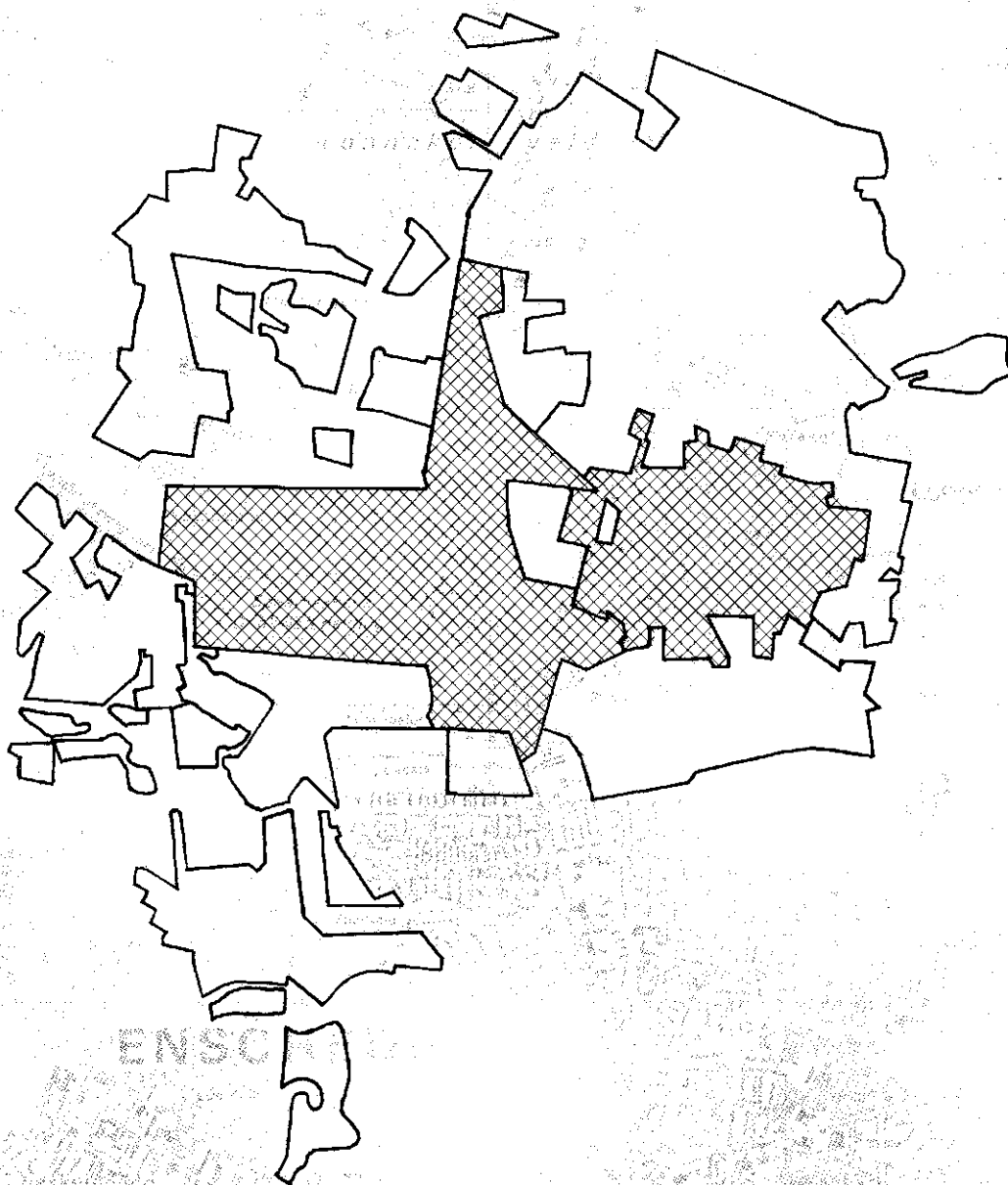
Het oostelijk deel van het waterwingebied ligt op de flank van de stuwwal van Enschede en het westelijk deel in een dekzand-landschap. De stuwwal is door het landijs gevormd. De bovengrond van de stuwwalflank bestaat in dit gebied veelal uit sterk lemig zand op keileem. De dikte van de keileem varieert van veelal slechts enkele decimeters tot plaatselijk enkele meters; de samenstelling van het materiaal is wisselend. Onder de keileem komt in het noordoostelijk deel een laag grof zand voor die rust op tertiaire klei.

In het westelijk deel van het gebied heeft het landschap een dekzandtopografie. Hier wisselen langgerekte hogere en lagere delen elkaar af. Deze ruggen en dalen (meestal beekdalen) liggen ongeveer loodrecht op de hoogtelijnen, die voornamelijk samenhangen met de door het landijs gevormde, ongeveer noord-zuid verlopende, heuvelrug waarop Enschede gelegen is. Het dekzand in dit gebied is over het algemeen zwak lemig. In de beekdalen is het zand meestal sterk tot zeer sterk lemig met in de ondergrond vaak een dunne tussenlaag van heterogene beekklei die rust op een zwak lemige zandondergrond. Deze tussenlaag is dikwijls verkit tot een oerbank.

Verspreid, maar vooral in het oosten van het gebied, treffen we oude cultuurgronden aan. Ze komen voor als relatief hoge delen in het landschap. De humushoudende bovengrond van deze gronden is plaatselijk ca. 130 cm dik.

2.3 Waterhuishoudkundige situatie

Het waterwingebied ligt in het waterschap Regge en Dinkel. De hoofdafwatering van de gronden vindt grotendeels plaats via enkele leidingen en beken die het gebied doorkruisen. Wateroverlast komt vooral in de beekdalen voor en periodiek op de gronden met een ondiepe, stagnerende keileemlaag in het profiel. Berekening wordt in dit gebied niet of nauwelijks toegepast.

28H
34F**LEGENDA**

28H 34F Bladindeling de Topografische kaart, schaal 1 : 25 000



Enclaves(niet in het onderzoek betrokken)

Afb. Ligging van het waterwingebied weerseloseweg te Enschede

3 METHODE VAN HET ONDERZOEK

3.1 Het vervaardigen van de bodem- en grondwatertrappenkaart

Verschillen en overeenkomsten in de bodemgesteldheid gaan vaak samen met visueel waarneembare verschillen en overeenkomsten in het landschap, omdat beide onder invloed van dezelfde omstandigheden zijn ontstaan. Daardoor is het mogelijk de verbreiding van de verschillen en overeenkomsten in vlakken op een kaart vast te leggen.

De bodemkundige en hydrologische gegevens die tijdens het onderzoek zijn opgenomen, zijn in de profielbeschrijvingen vastgelegd. Veel van deze gegevens berusten op schattingen. Deze schattingen zijn tijdens het bodemgeografisch onderzoek met metingen en analyses gecontroleerd (zie 3.1.3).

3.1.1 Bodemkundige gegevens

Tijdens de veldopname zijn door middel van 192 boringen de volgende bodemkundige gegevens in een uitvoerige profielbeschrijving op boorstaten vastgelegd:

- de subgroep van de bodemclassificatie (De Bakker en Schelling 1966) op basis van dikte, aard en opeenvolging van de verschillende horizonten;
- de bewortelbare diepte en eventueel ook de verwerkingsdiepte;
- het humusgehalte, het leemgehalte en de mediaan (M50) van de zandfractie van boven- en ondergrond.

Het oorspronkelijke boorregister bevindt zich in het archief van het Staring Centrum.

Bij het vaststellen van de bewortelbare diepte is rekening gehouden met de dikte van het humushoudende dek, de dichtheid van het hieronder aanwezige materiaal, de profielontwikkeling en de aanwezige plantewortels. In sommige gevallen is ook de verwerkingsdiepte als leidraad gehanteerd.

Bij het beschrijven van de ondergrond is speciaal gelet op het leemgehalte en de grofheid van het zand, en het voorkomen van afwijkende materiaalsoorten, zoals veen, leem en klei.

Het afgrenzen van de bodemkundige eenheden bij de veldopname is gebaseerd op criteria zoals de dikte, het organisch-stofgehalte en de textuur van de bewortelbare laag en de profielopbouw.

3.1.2 Hydrologische gegevens

De gebruikswaarde van de grond berust vooral op bodemfactoren

die sterk door de grondwaterstand en zijn fluctuatie worden beïnvloed, bijv. het vochtleverend vermogen, de aëratie en de stevigheid van de bovengrond. Om deze redenen is op de bodemkaart (bijl. 1) ook informatie over de grondwaterfluctuatie weergegeven.

De grondwaterstand op een bepaalde plaats varieert in de loop van het jaar en van jaar tot jaar. Verder varieert de grondwaterfluctuatie o.a. afhankelijk van grondsoort, profielopbouw, ontwateringswerkzaamheden, grondwateronttrekkingen, en neerslag en verdamping.

Het jaarlijks wisselende verloop van de grondwaterstand op een bepaalde plaats is te herleiden tot een curve. Deze kan gekarakteriseerd worden door een gemiddeld hoogste, gecombineerd met een gemiddeld laagste grondwaterstand (afgekort GHG en GLG). Onder de gemiddeld hoogste grondwaterstand verstaan we het rekenkundig gemiddelde over zoveel mogelijk achtereenvolgende jaren (ten minste 8 jaar) van de hoogste drie grondwaterstanden per hydrologisch winter-halfjaar (1 oktober t/m 31 maart). Onder de gemiddeld laagste grondwaterstand verstaan we het rekenkundig gemiddelde over zoveel mogelijk achtereenvolgende jaren (ten minste 8 jaar) van de laagste drie grondwaterstanden per hydrologisch zomer-halfjaar (1 april t/m 30 september). We gaan hierbij uit van twee metingen per maand op of omstreeks de 14e en de 28e, in buizen van 2-3 m lengte.

De waarden die we voor de GHG en de GLG vinden, kunnen van plaats tot plaats variëren. Daarom is de klasse-indeling, die op basis van de GHG en de GLG is ontworpen, betrekkelijk ruim van opzet (zie legenda). Elk van deze klassen - de grondwatertrappen (Gt) - is door een GHG en/of GLG-traject gedefinieerd.

Tijdens het bodemgeografisch onderzoek zijn van elke boring de volgende hydrologische gegevens in een profielbeschrijving op boorstaten vastgelegd:

- de geschatte fluctuatie van het grondwater in de huidige situatie in termen van de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) op basis van hydromorfe verschijnselen in het profiel, alsmede de grondwatertrap (Gt);
- waar mogelijk, de geschatte voormalige fluctuatie van het grondwater op basis van fossiele hydromorfe kenmerken.

Naast de bestudering van hydromorfe verschijnselen zijn de grondwaterstandsmetingen een belangrijk hulpmiddel geweest om het huidige grondwaterstandsverloop te karakteriseren. Zowel de bodemkundige als de hydrologische gegevens zijn op bijlage 1 vastgelegd en in hoofdstuk 4 beschreven.

3.1.3 Controle op de veldschattingen

Om de schattingen van het humusgehalte, het leemgehalte en de zandgrofheid te toetsen, hebben we gebruik gemaakt van het bodemkundig onderzoek van delen van de gemeente Enschede (Van der Knaap en Zandbergen 1958) en de kartering van kaartblad 34 Oost en West Enschede en Blad 35 Glanerbrug, van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 (1979).

Om de schattingen van het huidige GHG- en GLG-niveau enigszins te controleren, hebben we tijdens het onderzoek in de boorgaten die tot het grondwater reikten, enige tijd na het uitboren de grondwaterstand gemeten. De gemeten standen zijn vergeleken met grondwaterstanden die op nagenoeg dezelfde data gemeten zijn in grondwaterstandsbuizen, waarvan de GHG en GLG zijn berekend.

In het voorjaar van 1990 is een gerichte grondwaterstandsopname uitgevoerd om daarmee de geschatte GHG beter te onderbouwen. Vooral binnen kaartvlakken met ondiep voorkomende storende lagen in het profiel is een gerichte opname in een natte periode van essentieel belang, omdat dan eventueel voorkomende schijn-grondwaterspiegels kunnen worden gesignaleerd.

In het terrein zijn de verschillen tussen de geschatte GHG en de daarmee gedeeltelijk samenhangende gemiddelde voorjaars-grondwaterstand (GVG) zo mogelijk op basis van topografische kenmerken en andere veldkenmerken (zoals vegetatie) afgegrensd. Dit geldt ook voor de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG).

Om de schattingen van het voormalige GHG- en GLG-niveau enigszins te controleren hebben we tijdens het onderzoek gebruik gemaakt van de globale grondwatertrappenkaart die afkomstig is uit het bodemkundig onderzoek van delen van de gemeente Enschede (Van der Knaap en Zandbergen 1958).

3.2 Het vervaardigen van de bijzondere-lagenkaart

Voor het vervaardigen van de bijzondere-lagenkaart, schaal 1 : 10 000 (bijl. 2) zijn alle door ons beschreven boringen onderzocht op:

- het verwerkt, geëgaliseerd, opgehoogd of afgegraven zijn van gronden;
- het voorkomen van bijzondere-lagen, zoals:
 - keileem;
 - grof zand;
 - tertiaire klei en beekklei;
 - veen en moerige lagen.

De kaart geeft informatie over de plaats waar verwerkte gronden enz. voorkomen en de diepte waarop bijzondere lagen zijn aangetroffen. De laagdikten zijn afgerond in decimeters. Laagjes dunner dan 5 cm zijn niet op de kaart weergegeven.

3.3 Verwerking van veldgegevens tot rekengegevens

De verzamelde bodemkundige, bodemfysische en hydrologische gegevens worden gebruikt om het opbrengstniveau van de onderscheiden vlakken te bepalen. De opbrengstverandering als gevolg van de grondwaterstandsverlaging wordt door de TCGB berekend door de opbrengstdepressie te bepalen voor zowel de situatie zonder verlaging als met verlaging. Het verschil in opbrengstdepressie is bepalend voor de schade/het voordeel door grondwaterstandsverlaging.

Bij de bepaling van de opbrengstdepressie door vochttekort gaan we er van uit dat de hoeveelheid vocht die de plant opneemt, gedeeltelijk geleverd wordt door de hoeveelheid opneembaar vocht in de effectieve wortelzone en de aanvulling van de vochtvoorraad in de wortelzone door neerslag tijdens het groeiseizoen. Verder door de hoeveelheid vocht die door capillair transport vanuit het grondwater via de onverzadigde ondergrond naar de onderzijde van de effectieve wortelzone wordt aangevoerd.

De bodemkundige, bodemfysische en hydrologische gegevens, zoals wij die in het veld hebben verzameld, waren niet alle direct bruikbaar. Wij hebben deze gegevens geschematiseerd en generaliseerd.

Enkele bodemfysische parameters zijn door de TCGB ingedeeld in klassen. Deze parameters betreffen vochtkarakteristieken van de effectieve wortelzone, dikte van de effectieve wortelzone en het ondergrondtype. De klassenindelingen zijn gemaakt om het aantal rekeneenheden te beperken, omdat gebleken is dat onderling een nauwe verwantschap bestaat tussen eenheden van deze parameters. De toekenningen berusten hoofdzakelijk op het onderbrengen van eerder genoemde parameters in bestaande klassenindelingen; daarnaast kon een aantal eenheden niet in deze bestaande klassenindelingen ondergebracht worden. Daarvoor zijn aparte indelingen gemaakt.

De volgende rekengegevens zijn per vlak in tabelvorm aangegeven (tabel 8):

- vlaknummer;
- bodemeenheid;
- grondwatertrap;
- de Staring Centrum-aanduiding voor:
 - bovengrond- vochtkarakteristiek;
 - bewortelbare diepte;
 - ondergrondtype;
- de TCGB-aanduiding voor:
 - bovengrond-vochtkarakteristiek;
 - effectieve wortelzone;
 - ondergrondtype;
- de huidige en voormalige hydrologische situatie:
 - GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand);
 - GVG (gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand);
 - GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand).

Op welke wijze we tot deze rekengegevens zijn gekomen, wordt in de volgende paragrafen uiteengezet.

3.3.1 Bodemkundige en bodemfysische gegevens

3.3.1.1 Aard en dikte van de bovengrond

De bewortelbare diepte is tijdens de veldopname per boring vastgesteld op basis van de profielopbouw, pakking en aanwezigheid van plantewortels. Indien mogelijk hebben we, reeds tijdens het bodemgeografisch onderzoek, gebiedsdelen met een min of meer gelijke bewortelbare diepte afgegrensd. De dikte hiervan hebben we in centimeters op de boorstaat aangegeven.

De effectieve wortelzone wordt gedefinieerd als het gedeelte van de bovengrond, waarin 80% van de wortelmassa aanwezig is (Rijtema 1971).

Door de grote verscheidenheid in dikten van de effectieve wortelzone heeft de TCGB de dikte van deze zone ingedeeld in zes standaardeenheden, van 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm, 35 cm en 40 cm. Deze standaarddikten zijn vastgesteld voor weidebouw. Er wordt een maximale dikte van 40 cm aangehouden, omdat gras zelfs bij diep bewortelbare gronden, zoals enkeerdgronden en diep verwerkte gronden, niet in staat wordt geacht om dieper dan 40 cm - mv. de grond uit te putten tot een vochtgehalte overeenkomend met $pF > 2,7$. De effectieve wortelzones van de bovengronden zijn ingedeeld naar deze standaarddikten.

De voorraad opneembaar bodemvocht in de effectieve wortelzone wordt niet alleen bepaald door de dikte van deze laag, maar ook door de hoeveelheid beschikbaar vocht per decimeter. De totale hoeveelheid beschikbaar vocht kan bij een gegeven voorjaarsgrondwaterstand uit de vocht karakteristiek van de effectieve wortelzone worden afgeleid.

Om de hoeveelheid beschikbaar vocht vast te stellen, hebben we gebruik gemaakt van een schema, waarin op basis van een reeks standaardvocht karakteristieken een relatie is vastgesteld tussen humus- en leemgehalte enerzijds en het percentage vocht bij diverse vochtspanningen anderzijds. Met deze relatie kan aan de bewortelbare diepte van elk vlak een gemiddelde vocht karakteristiek worden toegekend (tabel 1).

Voor de TCGB is een aparte vocht karakteristieken-indeling gemaakt (3e kolom van tabel 1) met als doel het aantal rekeneenheden te verminderen. Niet alleen op basis van de grafische weergave van de vocht karakteristieken maar ook uit proefberekeningen blijkt namelijk een onderlinge verwantschap te bestaan tussen een aantal curven. Het is daarom verantwoord het aantal vochtka-

Tabel 1 Vocht karakteristieken van de effectieve wortelzone met volumefracties
vocht bij verschillende pF-waarden.

Nr.	Vocht karakteristiek		Volumefractie vocht (%) bij pF													
	STIBOKA- indeling	TCGB- indeling	0,0	1,0	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,4	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,2
1	(II-1-1)	A	42	39	38	36	25	16	12	11	9	7	6	5	4	4
2	(II-1-2)	A	42	39	37	36	28	19	14	13	11	9	8	6	5	4
3	(II-1-5)	A	43	39	38	36	30	22	17	16	13	11	9	7	6	5
4	(II-1-3)	C	42	40	38	37	33	23	17	16	13	10	8	7	5	4
5	(V-1-2)	B	48	42	40	39	34	25	20	19	15	12	8	7	6	5
6	(II-1-9)	B	46	42	41	39	35	29	23	22	18	14	11	9	7	6
7	(V-1-5)	B	50	44	43	41	38	30	24	22	19	15	11	9	8	7
8	(V-1-8)	C	53	49	47	46	43	38	30	29	26	20	15	13	11	10
9	(V-1-9)	C	53	49	48	47	45	41	31	30	27	22	17	15	13	11
11	(III-1-2)	B	44	41	40	39	35	27	20	19	15	11	8	7	6	6
12	(III-1-5)	C	46	43	42	41	37	30	24	22	18	14	11	9	8	7
13	(III-1-8)	D	50	47	46	44	40	35	29	27	23	18	13	11	9	9
14	(III-1-12)	C	59	55	54	53	52	46	40	38	35	26	20	17	14	13
15	(I-1-2)	D	59	55	54	53	51	45	35	34	30	24	20	17	15	14
16	(I-1-5)	E	61	58	57	56	54	49	40	39	35	28	23	20	17	16
1	(VII-1-2)	C	44	42	40	39	37	32	27	26	23	18	13	11	9	8
2	(VII-1-6)	B	50	47	45	44	43	38	33	31	28	23	18	15	13	12
3	(VII-1-5)	B	50	47	46	45	43	38	31	29	25	19	15	13	11	10
4	(VII-1-7)	C	59	55	54	53	51	47	37	36	31	26	20	18	15	14

De gebruikte reeks standaardvocht karakteristieken is samengesteld door de afdeling Bodemfysica en Hydrologie van de voormalige Stichting voor Bodemkartering (Krabbenborg 1983).

rakteristieken terug te brengen van 19 naar 5, waarbij nr. 1 en 2 worden vervangen door nr. 3; nr. 6, 7, 11, 22 en 23 door nr. 5; nr. 4, 8, 9, 14, 21 en 24 door nr. 12; en nr. 15 door nr. 13. Alleen nr. 16 is als individuele vocht karakteristiek blijven bestaan. In tabel 1 staat de TCGB-klassenindeling voor de vocht karakteristieken van de effectieve wortelzone weergegeven. De codes A, B, C, D en E corresponderen met de vocht karakteristieknummers 3, 5, 12, 13 en 16.

3.3.1.2 Ondergrondtypering

De capillaire vocht aanvoer gedurende het groeiseizoen vanuit de ondergrond naar de effectieve wortelzone wordt bepaald door het verloop van de vochtspanning aan de onderzijde van de effectieve wortelzone en door de afstand van de onderkant van de effectieve wortelzone tot het grondwater (z-afstand) met de tijd, alsmede door het capillair geleidingsvermogen ($K(h)$ -relatie) van de ondergrond. Ervan uitgaande dat er verband bestaat tussen de aard

en samenstelling (in het bijzonder het leemgehalte) enerzijds en het capillair geleidingsvermogen anderzijds, hebben we op basis hiervan de ondergronden getypeerd.

Door de variatie in diepte en dikte van de bodemlagen in de ondergrond ontstaat een grote verscheidenheid aan ondergrondtypen. Deze ondergrondtypen kunnen echter ten aanzien van capillaire eigenschappen en vochtleverantie een grote mate van overeenkomst vertonen. Op grond hiervan zijn op verzoek van de opdrachtgever zoveel mogelijk ondergrondtypen ingedeeld in een door de TCGB opgestelde reeks standaardondergrondtypen (tabel 2). Een aantal ondergronden in het waterwingebied was niet onder te brengen in deze reeks. De fysische eigenschappen van de standaardondergrondtypen zijn namelijk gebaseerd op zandondergronden, maar wanneer veen en/of klei in de ondergrond voorkomen, vertoont deze ondergrond niet of nauwelijks fysische verwantschap met de ondergrondtypen uit de genoemde TCGB-reeks.

Voor deze afwijkende ondergronden zijn aparte ondergrondtypen gemaakt op basis van de $K(h)$ -relaties en de vochtkarakteristieken. Hierbij is gebruik gemaakt van het door De Laat (1972) ontwikkelde rekenmodel VPOS voor het berekenen van de onverzadigde stroming in pseudo-stationaire toestand van gelaagde profielen. Om deze ondergronden op basis van de twee bovengenoemde fysische eenheden in aparte ondergrondtypen onder te brengen, hebben we de uitkomsten van de z -afstanden en de vochtdeficiënten bij een flux van 2 mm/dag en 1 mm/dag in de VPOS-tabellen met elkaar vergeleken. Vervolgens zijn op basis van deze vergelijkingen ondergrondtypen met nauwe onderlinge verwantschap samengevoegd. Deze toegevoegde ondergrondtypen staan vermeld in hoofdstuk 4.

Een verdere schematisering en samenvoeging van de ondergrondtypen vinden wij op basis van berekende z -afstanden, verzadigingstekorten en waargenomen veld- en profielkenmerken niet verantwoord.

Tabel 2 Standaardondergrondtypen (TCGB-indeling).

Tabel- code	Profielopbouw van de ondergrond
1	Homogeen grof zand; kritieke $z = 50$ cm (Staringreeks O5)
2	" leemarm zand; kritieke $z = 70$ cm (De Laat L22)
3	" leemarm zand; kritieke $z = 90$ cm (Staringreeks O1)
4	" zwak lemig zand; kritieke $z = 110$ cm (Staringreeks O2)
5	" sterk lemig zand; kritieke $z = 130$ cm (Rijtema R4)
6	Grof zand vanaf 25 cm beneden de effectieve wortelzone
7	Grof zand vanaf 60 cm beneden de effectieve wortelzone
8	Leemlaag vanaf 25 cm beneden de effectieve wortelzone en doorlopend tot 60 cm beneden de effectieve wortelzone
9	Leemlaag vanaf 60 cm beneden de effectieve wortelzone en doorlopend tot 100 cm beneden de effectieve wortelzone
10	Humeuze laag tot 30 cm beneden de effectieve wortelzone
11	Moerige laag tot 20 cm beneden de effectieve wortelzone

3.3.2 Huidige hydrologische situatie

Voor het vaststellen van de huidige hydrologische situatie wordt de GLG (doorgaans het niveau van de permanent gereduceerde zone, de G-horizont) als leidraad genomen. Vanaf dit niveau is het profiel volledig gereduceerd en heeft het materiaal een blauwgrijze kleur. De kleurintensiteit op dit niveau is echter sterk afhankelijk van de hoeveelheid en de aard van het ijzer in de grond. Ontijzerde of ijzerarm afgezette zanden vertonen veel minder duidelijke kleurverschillen dan ijzerhoudende zanden. Het is daarom niet eenvoudig een GLG-niveau in ijzerarme profielen vast te stellen. Dit geldt bij een ongewijzigde hydrologische situatie, maar des te meer bij een wijziging van de grondwaterstand. Bovendien staat het niet altijd vast of de waargenomen kenmerken samenhangen met een GLG-niveau.

Voor het onderbouwen van de schattingen van de huidige hydrologische situatie hebben we de grondwaterstand gemeten in boorgaten. Deze grondwaterstanden zijn vergeleken met de gemeten grondwaterstanden in één of meer grondwaterstandsbuizen uit de directe omgeving van o.a. DGV/TNO, waarvan het GHG- en het GLG-niveau bij benadering bekend waren. De geschatte waarden van de huidige hydrologische situatie zijn in de tabel met rekengegevens (tabel 8) vermeld.

3.3.3 Voormalige hydrologische situatie

Voor de voormalige hydrologische situatie die niet of nauwelijks door grondwaterstandsval is beïnvloed, kunnen we redelijkerwijs niet verder in het verleden teruggaan dan tot de zgn. COLN-periode (1953-1955). In deze periode werd een landelijk meetnet van waterstandsbuizen ingericht. Binnen en in de directe omgeving van het waterwingebied zijn in die periode ook grondwaterstandsbuizen geplaatst. Landelijk gezien geven de standen gemeten op 28-8-1953, 14-12-1953 en 28-8-1955 een betrouwbare indicatie voor het toenmalige GLG-niveau. Met behulp van deze gegevens is getracht een isohypsenkaart te maken. Het probleem deed zich echter voor dat in het waterwingebied gedurende de COLN-meetperiode slechts een gering aantal grondwaterstandsbuizen aanwezig was. Op grond van het geringe aantal buizen, het grote aantal hoogtelijnen met een interval van 25 cm (meer dan 100) en de complexe samenstelling van de ondergrond (in het oosten veel keileem en/of tertiaire klei en in het westen voornamelijk dekzand en beekafzettingen), was het niet mogelijk een acceptabele gebiedsdekkende isohypsenkaart maken. Van de buizen is overigens wel een individuele COLN-situatie vastgesteld (dit geeft een puntinformatie).

Onze geschatte, voormalige GLG's zijn achteraf getoetst aan de gemeten standen op de genoemde data, zonder hieraan overigens een absolute waarde toe te kennen.

Voor het vaststellen van het voormalige GHG-niveau ontbreekt vaak het hulpmiddel van hydromorfe verschijnselen. Daarom worden vooral topografische kenmerken, zoals relatieve hoogteligging bij de vaststelling betrokken.

Verder kunnen we in enkele gevallen, uitgaande van het geschatte voormalige GLG-niveau, op basis van de profielopbouw (berging e.d.), de waarschijnlijk geachte grootte van de fluctuatie van het grondwater en daaruit het voormalige GHG-niveau afleiden. Dit geldt voor de "open profielen", profielen zonder storende lagen binnen het traject GHG-GLG.

Verder zijn de geschatte voormalige GHG's en GLG's globaal vergeleken met de grondwatertrappenkaart van het onderzoek van de bodemgesteldheid van de gemeente Enschede (Van der Knaap en Zandbergen 1958). Deze kaart verschaft inzicht over de toenmalige grondwaterstandsfluctuatie in dit gebied. Een nadeel is, dat deze kaart gemaakt was, toen door het pompstation (hetzij in mindere mate) al water onttrokken werd.

De geschatte waarden van de voormalige hydrologische situatie zijn ook in de tabel met rekengegevens (tabel 8) vermeld.

3.3.4 Berekening van de GVG

Voor de berekening van de opbrengstdepressie tussen de uitgangssituatie en de huidige verlaagde situatie, worden voor beide situaties twee hydrologische parameters ingevoerd. Dit zijn de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG). Aangezien produktie nauw gerelateerd is aan de verdamping van het gewas, is voor gras aangenomen dat de groei aanvangt op het tijdstip dat de verdamping de neerslag overtreft. Hiervoor geldt 1 april en de gemiddelde grondwaterstand op die datum wordt aangeduid als GVG. Het GVG-niveau kan worden vastgesteld met de formule $GVG = 4 + 0,97 * GHG + 0,15 * (GLG - GHG)$ (Van der Sluijs 1987). Deze formule geldt alleen voor zgn. "open profielen", profielen waarin geen storende lagen voorkomen boven het GLG-niveau. Waar storende lagen voorkomen, is een andere procedure gevolgd om de GVG af te leiden. Hierbij is, afhankelijk van de begindiepte van de storende laag en de GHG, een schatting gemaakt van het GVG-niveau. Het resultaat hiervan is dat, naarmate de storende laag ondieper begint, het verschil tussen GHG en GVG kleiner wordt.

3.4 Het samenstellen van de vlakkenkaart

Voor het samenstellen van de vlakkenkaart (bijl. 3) zijn de geïnventariseerde bodemkundige en hydrologische gegevens aangevuld met bestaande bodemfysische gegevens. Binnen een vlak bestaat overeenkomst in dikte en aard van de bovengrond (effectieve wortelzone), de opbouw en samenstelling van de ondergrond, en de voormalige en huidige hydrologische situatie. De gegevens per vlak zijn vermeld in tabel 8; de vlaknummers op de kaart stemmen overeen met de nummers in de tabel.

4 RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

4.1 Bodem- en grondwatertrappenkaart

De bodem- en grondwatertrappenkaart (bijl. 1), schaal 1 : 25 000, geeft de bodemgesteldheid van het gebied weer tot een diepte van 1,20 m - mv. Bovendien geeft deze kaart inzicht in de huidige grondwaterstandsfluctuatie (zie par. 4.1.5). Informatie over de diepere ondergrond is weergegeven op de bijzondere-lagenkaart (bijl. 2 en par. 4.2).

De gronden zijn gedetermineerd volgens het Systeem van Bodemclassificatie voor Nederland (De Bakker en Schelling 1966), een morfometrisch classificatiesysteem; het gebruikt de meetbare kenmerken van het bodemprofiel als indelingscriterium.

De indeling en codering van de gronden op de kaart komen deels overeen met die van de legenda van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Het doel van het onderzoek en het meer gedetailleerde bodemgeografisch onderzoek hebben er toe geleid dat we de onderverdeling hebben verfijnd.

In de legenda's van de bodem en grondwatertrappenkaart zijn de verschillen in bodemgesteldheid weergegeven in de vorm van legenda-eenheden en grondwatertrappen. Een combinatie van legenda-eenheid + grondwatertrap + eventuele toevoeging heet kaarteenheid.

Legenda-eenheden bestaan voor tenminste 70% van hun oppervlakte uit gronden met een groot aantal overeenkomende kenmerken en eigenschappen. Iedere legenda-eenheid heeft een eigen code en is door een niet-onderbroken lijn omgrensd: de bodemgrens.

Grondwatertrappen geven de gemiddelde fluctuatie van het grondwater weer (zie ook par. 4.1.5). Ze zijn aangegeven met Romeinse cijfers en omgrensd door een onderbroken lijn, voor zover deze niet samenvalt met een bodemgrens.

Overige onderscheidingen omvatten de niet in het onderzoek betrokken terreingedeelten. Ze zijn door middel van een grijstint op de kaart weergegeven.

In het onderzoeksgebied komen twee soorten gronden voor, nl.:

- zandgronden;
- keileemgronden.

Binnen deze grondsoorten hebben we in totaal 17 legenda-eenheden en 11 grondwatertrappen onderscheiden. In de paragrafen 4.1.1 t/m 4.1.5 geven we de belangrijkste kenmerken van de gronden aan: code en omschrijving, verbreiding, profielopbouw, grondwatertrap en bodemgebruik.

4.1.1 Zandgronden [H en Z]

Zandgronden zijn minerale gronden die van 0-80 cm - mv. voor meer dan de helft van die dikte uit zand bestaan (materiaal met minder dan 8% lutum en minder dan 50% leem).

De dikte van de humushoudende bovengrond is bij de zandgronden verschillend; ze hangt nauw samen met de ontginningsgeschiedenis. De jonge ontginningsgronden hebben een bovengrond die dunner is dan 30 cm; bij de oudere cultuurgronden is de humeuze bovengrond dikker dan 30 cm, tot soms wel 120 cm. Het organische-stofgehalte varieert van 2 tot 12%.

Naar de aard van de pedogene en geogene processen, en de daardoor ontstane bodemhorizonten zijn de zandgronden onderverdeeld in humuspodzolgronden en eerdgronden.

4.1.1.1 Humuspodzolgronden

De humuspodzolgronden kenmerken zich door een duidelijke humuspodzol-B-horizont; een inspoelingslaag waarin organische-stof, al dan niet met ijzer en aluminium, is opgehoopt. Deze hebben hydromorfe kenmerken (geen ijzerhuidjes om de zandkorrels direct onder de B2-horizont). Ze hebben een dunne (minder dan 30 cm) of matig dikke (30-50 cm) humushoudende bovengrond of A1-horizont. Van de A2-horizont (loodzandlaag) is op de meeste plaatsen weinig meer waar te nemen, doordat deze veelal door grondbewerking in de A1-horizont is opgenomen.

De B-horizont bevat amorfe humus, die in disperse vorm is verplaatst. De kleurintensiteit en de dikte van de B2-horizont variëren nogal, omdat ze sterk bepaald worden door de textuur en de ligging t.o.v. het grondwater. In leemarm zand is de B2-horizont meestal donkerder bruin gekleurd en sterker ontwikkeld dan in lemiger zand, waarin de B2-horizont lichter van kleur is en onregelmatiger ontwikkeld is. Liggen de humuspodzolgronden hoger boven het grondwater (onder drogere omstandigheden ontwikkeld), dan hebben ze over het algemeen een minder dikke B2-horizont dan die in een lagere positie. Plaatselijk is de B2-horizont zo dun of vaag dat deze niet meer aan de gestelde eisen voldoet. Wanneer dit het geval is, spreekt men van een gooreerdgrond. Dergelijke gronden vormen een onzuiverheid binnen het kaartvlak van de humuspodzolgronden.

De humusarme C-horizont vertoont plaatselijk nogal wat variatie in textuur.

De humuspodzolgronden in dit gebied zijn onderverdeeld in veldpodzol-en laarpodzolgronden.

De veldpodzolgronden hebben een dunne humushoudende bovengrond

(minder dan 30 cm) en de laarpodzolgronden hebben een matig dikke humushoudende bovengrond (30-50 cm).

Hn..., veldpodzolgronden; humuspodzolgronden met een dunne Al-horizont (15-30 cm).

Verbreiding: Relatief grote oppervlakten in het noorden en kleine oppervlakten in het zuiden van het gebied.
De veldpodzolgronden beslaan ca. 35% van de oppervlakte van dit gebied.

Profielopbouw: De bovengrond is meestal heterogeen. De oudste ontginningen hebben, vooral bij gebruik als bouwland, door bewerking en bemesting een meer homogene bovengrond gekregen. De donkergrijze tot zwarte 15-30 cm dikke bovengrond bevat 2 tot 8% humus. Het leemgehalte varieert van 11 tot 17%. Binnen de veldpodzolgronden zijn twee textuurklassen onderscheiden: zeer fijn en matig fijn. De ondergrond bestaat overwegend uit zwak lemig zand.

Grondwatertrappen: IIIa, IIIb, Vbo, VIo, VIId, VIIo, VIIId en VIIId.

Bodemgebruik: Op de hogere gronden vooral weidebouw en een klein gedeelte akkerbouw; op de lagere gronden meestal weidebouw.

cHn..., laarpodzolgronden; humuspodzolgronden met een matig dikke Al-horizont (30-50 cm).

Verbreiding: Relatief kleine vlakken verspreid over het gebied (met de grootste aaneengesloten oppervlakte in het oosten). Dikwijls liggen deze laarpodzolgronden gesitueerd tussen de veldpodzolgronden en de enkeerdgronden.

Profielopbouw: Het gemiddelde organische-stofgehalte van de bovengrond varieert van 4 tot 9%; het leemgehalte bedraagt 14 tot 21%. Binnen de laarpodzolgronden zijn twee textuurklassen onderscheiden: zwak lemig en sterk lemig. De ondergrond bestaat in het westen van het gebied overwegend uit zwak lemig zand, terwijl in het oostelijk deel van het gebied plaatselijk keileem of veen in de ondergrond voorkomt. De onderkant van het humeuze dek bevat vaak wat minder humus en wat meer loodzand. De samenstelling van de B-horizont komt overeen met die van de veldpodzolgronden, al is de pakking soms wat losser.

Grondwatertrappen: Vbo, VIo, VIId, VIIo, VIIId, VIIId.

Bodemgebruik: Wisselend weidebouw en akkerbouw.

4.1.1.2 Eerdgronden

Door de omzetting van planteresten in humus heeft zich in de meeste gronden een donkere humushoudende bovengrond ontwikkeld. Wanneer deze Al-horizont ten minste 15 cm dik is en aan bepaalde eisen van humusgehalte of kleur voldoet, spreken we van een minerale eerdlaag (De Bakker en Schelling 1966). Alle zandgronden die een minerale eerdlaag hebben en geen duidelijke podzol-B, of een eerdlaag die ten minste 50 cm dik is, worden eerdgronden genoemd.

In dit gebied zijn drie soorten eerdgronden onderscheiden:

- gooreerdgronden;
- beekeerdgronden;
- zwarte enkeerdgronden.

Gooreerdgronden zijn gronden met een minerale eerdlaag van 15 tot 50 cm dikte en waarbinnen 35 cm diepte geen roestzone begint, die doorloopt tot de G-horizont of deze zone is over ten minste 30 cm onderbroken. Tot de gooreerdgronden behoren die gronden, die evenals de humuspodzolgronden, ontwikkeld zijn in een oligotroof milieu. Ze vormen een heterogene groep waarin ook gronden met een zwak ontwikkelde podzol-B zijn ondergebracht. De gooreerdgronden zijn op basis van de dikte van het humushoudende dek (15-30 cm en 30-50 cm) en naar het leemgehalte (zwak lemig en sterk lemig) verder onderverdeeld.

tZn..., gooreerdgronden; gronden met een dunne Al-horizont (15-30 cm).

Verbreiding: Slechts twee vlakjes in het midden van het gebied.

Profielopbouw: De bovengrond bevat ca. 3% organische stof en 13% leem. De ondergrond bestaat voornamelijk uit leemarm en zwak lemig zand.

Grondwatertrappen: Vbo en VIo.

Bodemgebruik: Weidebouw.

cZn..., gooreerdgronden; gronden met een matig dikke Al-horizont (30-50 cm).

Verbreiding: Drie vlakken in het midden en oosten van het gebied.

Profielopbouw: Het organisch-stofgehalte van de bovengrond varieert van 5 tot 9%; het leemgehalte bedraagt 19 tot 23%. In de ondergrond komt plaatselijk keileem of tertiaire klei voor (zie bijl. 2).

Grondwatertrappen: Vbo en VIo.

Bodemgebruik: Weidebouw.

Beekeerdgronden zijn gronden met een minerale eerdlaag van 15 tot 50 cm dikte en waarbij binnen 35 cm diepte een roestzone begint, die doorloopt tot de G-horizont en die ten hoogste over 30 cm is onderbroken. Beekeerdgronden komen veelal voor in gebieden met kwel. Het kwelwater in dit gebied is afkomstig van de hooggelegen stuwwal. Het water is meestal extreem ijzerrijk. Het ijzer wordt in deze gronden in verschillende vormen aangetroffen:

- als oranjebruine, grote of kleine, grillig gevormde vlekken, de zogenaamde roest;
- homogeen over het profiel verdeeld;
- als kleine korrels, brokjes en concreties.

Gronden met extreem veel ijzer worden rodoornig genoemd. Onder natte omstandigheden versmeren deze gronden sterk, vooral wanneer een zaveldek aanwezig is, zoals in het westen van het gebied. De beekeerdgronden zijn op basis van de dikte van het humushoudende dek (15-30 cm en 30-50 cm) en naar de textuur verder onderverdeeld.

tZg..., beekeerdgronden; gronden met een dunne Al-horizont (15-30 cm).

ktZg..., beekeerdgronden; gronden met een dunne Al-horizont (15-30 cm), die bestaat uit een klei of zaveldek ($8-30\% < 2 \mu\text{m}$).

Verbreiding: Vooral in doorlopende laagten in het westen en noordwesten van het gebied.

Profielopbouw: Binnen deze gronden zijn voor de bovengrond 4 textuurklassen onderscheiden: zeer fijn sterk lemig zand, matig fijn zwak lemig zand, sterk lemig matig fijn zand, en zavel of klei. Het organische-stofgehalte van de bovengrond varieert van 3 tot 12%; het leemgehalte bedraagt 15 tot 25%; het lutumgehalte bij de gronden met een klei- of zaveldek varieert van 9 tot 12%. In de ondergrond komt meestal een sterk tot zeer sterk roestige, al of niet verkitte beekkleilaag voor die tot 35 cm dik is. Deze laag rust meestal op zwak lemig zand. Plaatselijk is deze laag doorbroken of gemengd met de bovengrond.

Grondwatertrappen: IIIa, IIIb, Vbo en VIo.

Bodemgebruik: Weidebouw.

cZg..., beekeerdgronden; gronden met een matig dikke Al-horizont (30-50 cm).

Verbreiding: Relatief kleine vlakjes vooral verspreid in het midden en zuiden van het gebied.

Profielopbouw: Het organische-stofgehalte van de bovengrond varieert van 6 tot 9% en het leemgehalte van 16 tot 31%. Binnen deze gronden zijn voor de bovengrond 3 textuurklassen onderscheiden: zeer fijn sterk lemig zand, zeer fijn zwak lemig zand en sterk lemig matig fijn zand. In de ondergrond komt ook dikwijls een sterk tot zeer sterk roestige, al of niet verkitte beekkleilaag voor die tot 20 cm dik is. Deze laag rust meestal op zwak lemig zand.

Grondwatertrappen: IIIb, Vbo, VIo, VIIo en VIId.

Bodemgebruik: Weidebouw.

Zwarte enkeerdgronden zijn zandgronden met een humushoudende bovengrond van ten minste 50 cm dikte. Ze zijn op de relatief hooggelegen terreingedeelten ontstaan door een eeuwenlange bemesting met plaggen. De bemesting heeft er toe geleid, dat een dikke humushoudende bovengrond (zgn. cultuurdek) is ontstaan. Het onderste gedeelte van het opgebrachte dek is veelal wat bruiner dan het bovenliggende materiaal. Waarschijnlijk is dit een gevolg van grondbewerking, waarbij de vroegere bovengrond met een deel van de B-horizont is vermengd. In het mestdek worden dikwijls artefacten, o.a. stukjes houtskool, gebrande leem en stukjes baksteen aangetroffen.

De enkeerdgronden zijn op basis van de dikte van het humushoudende dek (50-100 cm en > 100 cm) en het leemgehalte (zwak en sterk lemig) onderverdeeld.

zEZ..., zwarte enkeerdgronden; gronden met een minerale eerdlaag van 50-100 cm dikte.

Verbreiding: Verspreid over het gehele gebied.

Profielopbouw: Het organische-stofgehalte varieert van 4 tot 8% en het leemgehalte van 14 tot 25%. Binnen deze gronden zijn voor de bovengrond de klassen zwak lemig en sterk lemig zand onderscheiden. Onder de humeuze laag komt in het westen en zuiden van het gebied doorgaans zwak lemig zand voor met een humuspodzolprofiel, terwijl in het noorden en westen plaatselijk ook keileem, tertiaire klei of veen is aangetroffen (zie bijl. 2).

Grondwatertrappen: Vbo, Vbd, VIo, VIId, VIIo, VIId en VIIId.

Bodemgebruik: Akker- en weidebouw.

dzEZ..., zwarte enkeerdgronden; gronden met een minerale eerdlaag van > 100 cm dikte.

Verbreiding: Twee vlakken in het noordwesten en midden van het gebied.

Profielopbouw: Het organische-stofgehalte varieert van 6 tot 7% en het leemgehalte van 15 tot 17%. Binnen deze gronden is voor de humeuze laag de leemklasse zwak lemig zand onderscheiden. Onder de humeuze laag komt voornamelijk zwak lemig zand voor met een humuspodzolprofiel.

Grondwatertrap: VIIId.

Bodemgebruik: Akker- en weidebouw.

4.1.2 Keileemgronden

KX, keileemgronden; keileem beginnend ondieper dan 40 cm - mv.

Verbreiding: Eén vlak in het noordoosten van het gebied.

Profielopbouw: De humeuze bovengrond varieert in dikte van 25 tot 30 cm. Het organische-stofgehalte ligt rond de 6% en het leemgehalte varieert van 26 tot 28%. Tussen de bovengrond en de keileemondergrond komt een dun, sterk roestig, grof zandig laagje voor. Onder de keileem is een zeer zware tertiaire kleilaag aanwezig.

Grondwatertrap: Vad.

Bodemgebruik: Weidebouw.

4.1.3 Toevoegingen

Toevoegingen gebruiken we om bepaalde profielkenmerken aan te geven, die voor een deel van of voor het gehele oppervlak van één of meer legenda-eenheden voorkomen. Deze profielkenmerken worden doorgaans met een signatuur op de bodemkaart weergegeven.

Bij dit onderzoek is echter met de opdrachtgever overeengekomen om deze gegevens op een aparte kaart te presenteren; de bijzondere-lagenkaart (zie bijl. 2 en par. 3.2 en 4.2).

4.1.4 Overige onderscheidingen

De overige onderscheidingen omvatten de niet in het onderzoek betrokken terreingedeelten, zoals wegen, bossen en bebouwing. Deze zijn in de vorm van een raster op de kaart aangegeven.

4.2 Bijzondere-lagenkaart

Op de bijzondere-lagenkaart, schaal 1 : 10 000 (bijl. 2) hebben we de plaats van alle door ons verrichte en beschreven boringen met een punt weergegeven. Voor de punt is de boordiepte in decimeters aangegeven (bijv. 19. betekent boordiepte = 190 cm).

Als het profiel over een diepte van meer dan 40 cm is verwerkt, het perceel is opgehoogd of afgegraven, dan is dit bij het boorpunt op de kaart met een symbool aangeduid.

Daarnaast geeft deze kaart informatie over de plaats waar en de diepte waarop "bijzondere" lagen zijn aangetroffen. De laagdikten zijn afgerond op decimeters. Laagjes dunner dan 5 cm zijn niet op de kaart aangegeven. De "bijzondere" laag is met de begin- en einddiepte (voor zover deze zich binnen de boordiepte bevond) aangegeven achter het boorpunt.

De volgende bijzondere lagen hebben we onderscheiden:

x keileem

In het noord- en zuidoostelijk deel van het gebied treffen we plaatselijk keileem in de ondergrond aan. De dikte van het keileempakket varieert van enkele decimeters tot enkele meters. Wanneer de keileem zich in de fluctuatiezone van het grondwater bevindt, is ze meestal roestig. Het net boven de keileem gelegen sterk lemige dekzand is ook over het algemeen sterk roestig. Dit heeft te maken met de stagnerende werking van de keileem op de verticale waterbeweging in de grond.

t tertiaire klei

De tertiaire klei komt voornamelijk voor in het noordoostelijk deel van het gebied. Het bovenste gedeelte is meestal heterogeen, bevat resten van de keileem en is doorgaans roestiger, ruller en minder compact dan het deel dieper in het profiel. Het materiaal kan variëren van lichte zavel tot zeer zware klei. Door de aanwezigheid van glauconiet heeft het materiaal vaak een fletsgroene tot felgroene kleur.

v veen, moerige lagen.

Met deze code worden alle lagen in de ondergrond aangeduid, die meer dan 15% organische-stof bevatten. In het oostelijk deel van het gebied zijn enkele verspreide veenlagen aangetroffen. Deze lagen die doorgaans enkele decimeters dik zijn, bestaan uit onherkenbaar sterk verweerd veen.

bk beekklei

Materiaal met meer dan 8% lutum en minder dan 15% organische stof is aangegeven met deze typering. De beekklei wordt in het zuidwesten en westen van het gebied meestal aangetroffen als een sterk tot zeer sterk roestige, tussenlaag (tot 35 cm dikte). De beekklei rust meestal op een roestige, zwak lemige ondergrond. De term beekklei omvat zowel zavel (8-25% lutum) als klei (meer dan 25% lutum).

gr grof zand (M50: >210µm)

Hiermee zijn lagen aangegeven die op enkele plaatsen verspreid in het gebied voorkomen. De dikte bedraagt doorgaans enkele decimeters; de grofheid kan van locatie tot locatie variëren.

f ijzeroer

Deze code is gehanteerd voor het aangeven van ijzeroerbanken en ijzeroerbrokken. Het ijzeroer wordt meestal aangetroffen op plaatsen waar beekklei als tussenlaag hoog in het profiel aanwezig is.

4.3 Rekengegevens

4.3.1 Bodemfysische gegevens

4.3.1.1 Aard en dikte van de bovengrond

De dikte van de bewortelbare zone varieert in dit gebied van 15 tot en met 130 cm (oplopend in eenheden van 5 cm, zie tabel 8). Alleen dikten van 95, 100, 110 en 115 cm zijn in dit gebied niet onderscheiden. Voor de TCGB zijn deze dikten echter ingedeeld op basis van de effectieve wortelzones voor gras en, afhankelijk van de bodemeenheid, verwerkingsgraad en het voorkomen van storende lagen, van 15 tot en met 40 cm (oplopend in eenheden van 5 cm, zie tabel 8).

In totaal zijn in dit gebied 15 vochtkarakteristieken onder-

scheiden (tabel 3). De vocht karakteristieken 2 t/m 9 zijn toegekend aan de hoge en middelhoge zandgronden. Deze gronden zijn zwak en sterk lemig, en het organische-stofgehalte varieert van 2 tot 8%. Vocht karakteristiek 2 is de variant met het laagste organische-stof- en leemgehalte en vocht karakteristiek 9 met het hoogste organische-stof- en leemgehalte.

De lagere gronden hebben door hun relatief natte ligging bij eenzelfde organische-stofgehalte en textuur doorgaans een wat andere pakking en wijken daarom af van de vocht karakteristieken van hogere gronden. Aan de bovengronden van de lagere zandgronden zijn de vocht karakteristieken 11 t/m 13 en 22 t/m 24 toegekend. Deze gronden zijn doorgaans zwak en sterk lemig, en het organische-stofgehalte kan variëren van 3 tot 12%.

Daarnaast is een extra vocht karakteristiek aan de effectieve wortelzone toegekend, wanneer deze uit beekklei (zeer lichte zavel) bestond (B7). De bodemfysische gegevens van deze karakteristiek zijn afkomstig uit de Staringreeks (Wösten, Bannink en Beuving 1987). De code B7 correspondeert met het Staringreekstype B7 (bovengrondtype: zeer lichte zavel).

Voor de TCGB-indeling is het aantal vocht karakteristieken teruggebracht naar 5, (A, B, C, D en B7) en het type B7 is als extra vocht karakteristiek onderscheiden (tabellen 3 en 8).

Tabel 3 Aan de effectieve wortelzone toegekende vocht karakteristieken met volumefracties vocht bij verschillende pF-waarden.

Nr.	Vocht karakteristiek		Volumefractie vocht (%) bij pF														
	STIBOKA-indeling	TCGB-indeling	0,0	1,0	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,4	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,2	
2	(II-1-2)	A	42	39	37	36	28	19	14	13	11	9	8	6	5	4	
3	(II-1-5)	A	43	39	38	36	30	22	17	16	13	11	9	7	6	5	
4	(II-1-3)	C	42	40	38	37	33	23	17	16	13	10	8	7	5	4	
5	(V-1-2)	B	48	42	40	39	34	25	20	19	15	12	8	7	6	5	
6	(II-1-9)	B	46	42	41	39	35	29	23	22	18	14	11	9	7	6	
7	(V-1-5)	B	50	44	43	41	38	30	24	22	19	15	11	9	8	7	
8	(V-1-8)	C	53	49	47	46	43	38	30	29	26	20	15	13	11	10	
9	(V-1-9)	C	53	49	48	47	45	41	31	30	27	22	17	15	13	11	
11	(III-1-2)	B	44	41	40	39	35	27	20	19	15	11	8	7	6	6	
12	(III-1-5)	C	46	43	42	41	37	30	24	22	18	14	11	9	8	7	
13	(III-1-8)	D	50	47	46	44	40	35	29	27	23	18	13	11	9	9	
22	(VII-1-6)	B	50	47	45	44	43	38	33	31	28	23	18	15	13	12	
23	(VII-1-5)	B	50	47	46	45	43	38	31	29	25	19	15	13	11	10	
24	(VII-1-7)	C	59	55	54	53	51	47	37	36	31	26	20	18	15	14	
B7	(Staringreekstype)	41	38	37	36	35	32	27	25	22	19	16	14	12	11		

4.3.1.2 Ondergrondtypering

Voor de ondergrondtypering is door middel van een lettercode de aard van het materiaal en de positie hiervan in het profiel in centimeters t.o.v. onderkant van de effectieve wortelzone aangegeven. Met deze gegevens is voor elk vlak van de vlakkenkaart (zie bijl. 3) een gemiddelde typering gegeven. Dit heeft geresulteerd in 61 verschillende ondergrondtypen die zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4 De K(h)-relaties per ondergrondtype.

Onder gr. type STARING CENTRUM	Onder- grond type TCGB	1e laag		2e laag		3e laag		4e laag	
		diepte*	code K(h)- relatie	diepte*	code K(h)- relatie	diepte*	code K(h)- relatie	diepte*	code K(h)- relatie
1	13	0-20	blz	> 20	zl				
2	12	0-20	bmzz	> 20	la				
3	13	0-30	bmzz	> 30	zl				
4	13	0-30	bzz	> 30	zl				
5	14	0-40	bzz	> 40	gr				
6	15	0-10	gr	10-155	x	> 155	tzzk		
7	1	0-25	gr	25- 35	blz	> 35	zl		
8	5	0-25	hsl	> 25	zl				
9	10	0-10	hsl	> 10	la				
10	10	0-10	hsl	> 10	zl				
11	10	0-10	hsl	10- 25	la	25- 90	la	> 90	zl
12	8	0-10	hsl	10- 20	zl	20- 60	x	> 60	tzzk
13	16	0-10	hsl	10- 40	zl	40- 70	sl	> 70	v
14	16	0-10	hsl	10- 60	zl	60- 80	tlk	> 80	zl
15	8	0-20	hsl	20-130	tmzk	> 130	zl		
16	16	0-25	hsl	25- 60	sl	> 60	x		
17	4	0-20	hsl	20- 60	la	> 60-110	zl	> 110	x
18	9	0-20	hsl	20- 70	la	> 70	x		
19	5	0-20	hsl	20- 40	zl	> 40	la		
20	5	0-20	hsl	20- 90	zl	90-140	la	> 140	zl
21	17	0-30	hsl	30- 70	v	> 70	zl		
22	5	0-30	hsl	30-110	zl	110-180	x	> 180	zl
23	5	0-50	hsl	> 50	zl				
24	5	0-45	hsl	45- 90	zl	> 90	la		
25	5	0-40	hsl	40-110	zl	> 110	x		
26	9	0-40	hsl	40- 80	zl	> 80	x		
27	5	0-80	hsl	> 80	zl				
28	10	0-85	hzl	> 85	zl				
29	10	0-20	hzl	> 20	zl				
30	10	0-25	hzl	25- 75	la	75-150	la	> 150	gr
31	10	0-35	hzl	35-190	zl	> 190	la		
32	10	0-30	hzl	30- 50	sl	50- 90	zl	> 90	la
33	10	0-40	hzl	40- 80	sl	> 80	zl		
34	3	>0	la						
35	6	0-15	la	15- 45	zl	45- 75	gr	> 75	zl
36	9	0-20	la	20- 80	sl	> 80	x		

Vervolg Tabel 4 De K(h)-relaties per ondergrondtype.

Onder gr.type STARING CENTRUM	Onder- grond type TCGB	1e laag		2e laag		3e laag		4e laag	
		diepte*	code K(h)- relatie	diepte*	code K(h)- relatie	diepte*	code K(h)- relatie	diepte*	code K(h)- relatie
37	3	0-35	la	35- 95	zl	> 95	sl		
38	9	0-75	la	> 75	x				
39	13	0-10	sl	10- 25	bmzz	> 25	zl		
40	13	0-15	sl	15- 30	bzz	> 30	zl		
41	13	0-20	sl	20- 35	bmzz	35- 85	zl	> 85	gr
42	5	0-25	sl	> 25	zl				
43	13	0-40	sl	40- 55	blz	> 55	zl		
44	4	>0	zl						
45	18	0-10	zl	10- 25	bzz	25- 55	bmzz	> 55	zl
46	3	0-10	zl	10- 40	la	40- 50	sl	> 50	zl
47	3	0-10	zl	10- 70	la	> 70	zl		
48	19	0-25	zl	25- 35	blz	> 35	zl		
49	8	0-25	zl	> 25	x				
50	4	0-25	zl	> 25	la				
51	4	0-25	zl	25- 65	la	65- 85	sl	> 85	v
52	4	0-25	zl	25- 75	sl	> 75	zl		
53	4	0-20	zl	20-100	la	> 100	zl		
54	19	0-35	zl	35- 60	bmzz	> 60	zl		
55	8	0-30	zl	30- 70	x	> 70	tzkk		
56	8	0-50	zl	> 50	x				
57	4	0-45	zl	45- 75	sl	> 75	v		
58	4	0-50	zl	50- 70	sl	> 70	zl		
59	9	0-75	zl	> 75	tzkk				
60	9	0-85	zl	> 85	x				
61	4	0 - 70	zl	> 70	la				

* cm t.o.v. onderkant effectieve wortelzone.

De gebruikte lettersymbolen hebben de volgende betekenis:

- la = leemarm zand
- zl = zwak lemig zand
- sl = sterk lemig zand
- hsl = humushoudend, zwak lemig zand
- hsl = humushoudend, sterk lemig zand
- v = veen en moerig materiaal
- x = keileem
- blz = beekklei;
- lichte zavel (8-12% < 2 µm)
- bmlz = beekklei; matig zware zavel (12-17,5% < 2 µm)
- bzz = beekklei; zware zavel (17,5-25% < 2 µm)
- tlk = tertiaire, lichte klei (25-35% < 2 µm)
- tmzk = tertiaire, matig zware klei (35-50% < 2 µm)
- tzkk = tertiaire, zeer zware klei (50-100% < 2 µm)

Dieper dan 2 m - mv. hebben we in de ondergrondtypen geen verdere differentiatie aangebracht. Verondersteld is dat de ondergrond beneden 2 m - mv. homogeen is, d.w.z. dezelfde eigenschappen heeft als de aangrenzende bovenliggende bodemlaag.

Voor een willekeurig vlak, ongeacht de dikte van de effectieve wortelzone, moet bijv. het ondergrondtype 0-25z1/25-75sl/>75z1 als volgt worden geïnterpreteerd: onder de effectieve wortelzone bestaat het profiel uit 25 cm zwak lemig zand (z1), vervolgens van 25-75 cm uit sterk lemig zand (sl), op 75 cm overgaand in zwak lemig zand (z1).

Aan bovengenoemde afzettingen worden, ten behoeve van de bepaling van de opbrengstdepressies, bodemfysische parameters (K(h)-relaties) toegekend. Deze bodemfysische parameters kunnen zowel ontleend worden aan literatuurgegevens, als ook worden bepaald als resultaat van recent uitgevoerde metingen.

Voor de TCGB zijn de ondergrondtypen die we in het waterwingebied hebben onderscheiden, ingedeeld op basis van de standaardondergrondtypen van de TCGB. Deze voor de TCGB ingedeelde ondergrondtypen zijn weergegeven in de tabellen 4 en 5.

Het was voor dit gebied niet mogelijk om alle onderscheiden ondergronden via de bovengenoemde standaardreeks in te delen. Daarom zijn acht extra ondergrondtypen toegevoegd (tabel 6).

Tabel 5 Standaardondergrondtypen (TCGB-indeling).

Tabelcode	Profielopbouw van de ondergrond
1	Homogeen grof zand; kritieke z= 50 cm (Staringreeks 05)
3	" leemarm zand; kritieke z= 90 cm (Staringreeks 01)
4	" zwak lemig zand; kritieke z= 110 cm (Staringreeks 02)
5	" sterk lemig zand; kritieke z= 130 cm (Rijtema R4)
6	Grof zand vanaf 25 cm beneden de effectieve wortelzone
8	Leemlaag vanaf 25 cm beneden de effectieve wortelzone en doorlopend tot 60 cm beneden de effectieve wortelzone
9	Leemlaag vanaf 60 cm beneden de effectieve wortelzone en doorlopend tot 100 cm beneden de effectieve wortelzone
10	Humeuze laag tot 30 cm beneden de effectieve wortelzone

Tabel 6 Extra onderscheiden ondergrondtypen.

Ondergrondtype	Profielopbouw van de ondergrond
12	09/ 20,01
13	09/ 30,02
14	010/ 40,05
15	05/ 10,06/ 155,013
16	B3/ 10,02/ 60,011/ 80,02
17	B3/ 30,016/ 70,02
18	02/ 10,010/ 25,09/ 55,02
19	02/ 25,08/ 35,02

De codes (in tabel 6) 09 (matig lichte zavel), 01 (leemarm zand), 02 (zwak lemig zand), 010 (zware zavel), 05 (grof zand), 06 (keileem), 013 (zeer zware klei), B3 (sterk lemig zand), 011 (lichte klei), 016 (oligotroof veen) en 08 (zeer lichte zavel) staan voor bouwstenen uit de Staringreeks (Wösten et al. 1987).

Voor een willekeurig vlak, ongeacht de dikte van de effectieve wortelzone, moet bijv. de ondergrond 09/ 30,02 als volgt worden geïnterpreteerd: onder de effectieve wortelzone bestaat dit profiel uit matig lichte zavel (09), na 30 cm overgaand in zwak lemig zand (02).

De combinaties van de toegekende vocht karakteristieken, dikte van de effectieve wortelzone en ondergrondtypen zijn weergegeven in tabel 7. Het grootste deel van het aantal vlakken (70) bestaat uit het ondergrondtype 4. Daarnaast zijn 23 vlakken met een extra toegevoegd ondergrondtype onderscheiden. Voor de profielopbouw van deze ondergrondtypen verwijzen we naar tabel (6). Ook is 1 vlak (vlak 13) onderscheiden waaraan we een extra toegevoegde vocht karakteristiek hebben toegekend, nl. B7 (zie par. 4.3.1.1).

Tabel 7 Overzicht van het aantal vlakken per toegekende combinatie van vocht karakteristieken (A, B, C, D en B7), dikte van de effectieve wortelzone en ondergrondtype (Standaardprofielcode TCGB).

Ondergrondtype	Aantal vlakken met dikte (cm) van de effectieve wortelzone per vocht karakteristiek															Totaal aantal vlakken	
	A		B						C					D			B7
	25	30	15	20	25	30	35	40	20	25	30	35	40	30	35		30
1					1												1
3							2			2							4
4	2	6	1		17	15	18	1	1	3	3	1	1			1	70
5			1					5				2	7				15
6														1			1
8						2		1			2	2	1	1			9
9					1			1	2			1			2		7
10								22					2				24
12				2	1												3
13				1	2	1	3		1	1		2					11
14									1								1
15					1												1
16													3				3
17													1				1
18								1									1
19					1	1											2
Totaal	2	6	2	3	24	19	25	31	3	6	5	8	15	1	3	1	154

4.3.2 Hydrologische gegevens

In het onderzoeksgebied worden gronden aangetroffen met zowel ondiepe (< 120 cm - mv.) als diepe zomergrondwaterstanden (> 200 cm - mv.). Als maximale boordiepte is 3,20 m - mv. aangehouden. We zijn ervan uitgegaan dat grondwater op een nog dieper niveau voor de vochtvoorziening van landbouwgewassen niet of nauwelijks van belang is. De voormalige en huidige hydrologische situatie (GHG, GLG en het hieraan gekoppelde GVG-niveau) is per vlak vastgesteld (tabel 8).

4.4 Vlakkenkaart

Op de vlakkenkaart (bijl. 3), schaal 1 : 25 000, is het gebied onderverdeeld in 154 vlakken. De profielen binnen een vlak vertonen overeenkomst in bodemeenheid, dikte en aard van de effectieve wortelzone, opbouw van de ondergrond, en de huidige en voormalige hydrologische situatie. Tijdens het bodemgeografisch onderzoek hebben we met behulp van de verzamelde gegevens (zie par. 3.1) zoveel mogelijk de vlakken op de veldkaarten, schaal 1 : 10 000, afgegrensd.

De definitieve vlakkenkaart is getekend op schaal 1 : 25 000. Om voor deze kaartschaal een aanvaardbare (minimum) vlakgrootte te verkrijgen, zijn de bodemkundige, bodemfysische en hydrologische gegevens geschematiseerd en gegeneraliseerd om tot een beperkt, maar relevant aantal vlakken te komen.

In totaal zijn 154 vlakken onderscheiden. De gemiddelde vlakgrootte bedraagt ca. 2,5 ha. De rekengegevens die bij elk vlak behoren, zijn weergegeven in tabel 8 en beschreven in par. 3.3 en 4.3.

Tabel 8 Rekengegevens per vlak.

Vlak- nr.	Bodem- een- heid	Grond- water- trap	SC-aanduiding				TOCB-aanduiding				Huidige hydrologische situatie in cm - mv.				Voormalige hydrologische situatie in cm - mv.			
			bovengr. vocht- karak- teris- tiek	bewortel- bare diepte in cm - mv.	onder- grond- type	bovengr. effectieve vocht- karak- teris- tiek	bovengr. vocht- karak- teris- tiek	effectieve wortel- zone in cm - mv.	onder- grond- type	GHC	GVG	GLG	GHC	GVG	GLG	GHC	GVG	GLG
1	Hn53	Vlo	6	25	44	B	B	25	4	50	65	145	30	45	125			
2	Hn53	Vbo	12	40	44	C	C	30	4	35	50	130	15	35	110			
3	Hn53	IIla	12	20	44	C	C	20	4	15	30	100	5	20	80			
4	Hn53	Vbo	12	40	44	C	C	30	4	35	50	125	25	40	115			
5	Hn53	Vlo	5	30	44	B	B	25	4	60	75	150	40	55	125			
6	Hn53	Vlo	6	40	44	B	B	30	4	60	75	150	35	50	125			
7	tZg35	Vbo	23	25	48	B	B	25	19	30	45	125	20	35	105			
8	zEZ55	VIIId	7	80	29	B	B	40	10	180	195	280	155	170	250			
9	cZg35	Vlo	8	45	42	C	C	35	5	45	60	130	30	45	105			
10	tZg35	Vbo	23	30	7	B	B	25	1	30	45	125	15	30	95			
11	cHn53	VIIId	7	45	44	B	B	35	4	90	105	185	60	80	165			
12	zEZ53	VIIId	7	80	28	B	B	40	10	225	235	321	190	205	290			
13	kZg53	Vlo	7	45	44	B7	B7	30	4	45	60	140	20	35	105			
14	Hn53	VIIId	6	35	44	B	B	30	4	90	105	185	50	65	145			
15	Hn53	Vlo	7	45	46	B	B	35	3	65	80	160	35	50	125			
16	Hn53	VIIId	6	45	44	B	B	30	4	80	95	175	45	60	135			
17	Hn53	Vlo	6	30	44	B	B	25	4	40	55	135	10	25	100			
18	tZg35	Vbo	22	35	54	B	B	30	19	30	45	125	20	35	95			
19	tZg35	IIla	23	25	3	B	B	25	13	20	35	110	5	20	80			
20	zEZ53	VIIId	5	55	29	B	B	40	10	120	135	220	85	100	180			
21	zEZ53	VIIId	6	80	29	B	B	40	10	220	235	321	175	190	275			
22	cHn53	VIIId	6	45	44	B	B	35	4	165	180	270	125	140	225			
23	zEZ53	VIIId	5	50	29	B	B	40	10	85	100	185	50	65	145			
24	zEZ53	VIIId	6	55	44	B	B	40	4	155	170	255	95	110	190			
25	cHn53	VIIId	6	40	44	B	B	35	4	140	155	240	75	90	170			
26	Hn53	VIIId	5	30	44	B	B	25	4	90	105	190	35	50	130			
27	cHn53	Vbo	13	35	35	D	D	35	6	35	50	125	20	35	100			
28	tZg35	IIla	24	20	4	C	C	20	13	20	35	85	5	20	65			
29	tZg35	IIla	24	20	5	C	C	20	14	20	35	85	5	20	70			
30	Hn53	Vbo	12	40	44	C	C	25	4	35	50	125	20	35	100			
31	tZg35	Vbo	22	20	2	B	B	20	12	35	50	125	20	35	100			
32	zEZ53	VIIId	7	80	33	B	B	40	10	85	100	165	60	75	140			
33	tZg35	IIId	23	25	2	B	B	25	12	25	40	95	10	20	65			

Tabel 8 Vervolg 1

Vlak- nr.	Bodem- een- heid	Grond- water- trap	SC-aanduiving		TCB-aanduiving				Huidige hydrologische situatie in cm - mv.				Voormalige hydrologische situatie in cm - mv.			
			vocht- karak- teris- tiek	bewortel- bare diepte in cm - mv.	onder- grond- type	bovengr. vocht- karak- teris- tiek	effectieve wortel- zone in cm - mv.	onder- grond- type	GHG	GVG	GLG	GHG	GVG	GLG	GHG	GVG
34	zEZ53	VIIId	6	70	30	B	40	10	125	140	220	100	115	190		
35	zEZ53	VIIId	7	75	29	B	40	10	80	95	170	55	70	140		
36	tZg35	IIId	23	20	2	B	20	12	20	35	90	5	20	65		
37	zEZ55	VIIId	7	70	32	B	40	10	80	95	155	60	75	130		
38	tZg35	VId	8	30	3	C	25	13	45	60	130	30	45	105		
39	zEZ55	VIIId	6	70	29	B	40	10	95	110	180	75	90	155		
40	tZg35	IIId	22	15	42	B	15	5	15	30	85	5	20	65		
41	Mn53	VId	7	25	44	B	25	4	40	55	125	20	35	100		
42	Mn53	VId	2	35	44	A	30	4	45	60	135	25	40	115		
43	Mn53	VId	6	35	44	B	30	4	50	65	145	30	45	120		
44	tZg35	IIId	23	20	4	B	20	13	20	35	85	5	15	60		
45	Mn53	VIIId	2	80	44	A	30	4	105	120	205	60	75	155		
46	tZg35	VId	7	25	43	B	25	13	60	75	155	15	30	85		
47	cZg35	VIIId	8	40	1	C	35	13	115	130	215	40	55	135		
48	Mn53	VIIId	7	30	44	B	15	4	200	215	300	95	110	190		
49	dzEZ53	VIIId	7	105	28	B	40	10	321	322	322	260	265	322		
50	Mn53	VIIId	5	40	44	B	25	4	210	225	322	100	115	200		
51	zEZ53	VId	6	130	28	B	40	10	55	70	145	15	30	95		
52	tZg35	VId	23	40	44	B	30	4	35	50	125	5	20	75		
53	zEZ53	VIIId	7	125	28	B	40	10	85	100	180	40	55	125		
54	Mn53	IIId	11	45	56	B	30	8	25	40	110	5	20	70		
55	tZg53	VId	23	30	3	B	30	13	35	50	125	10	25	85		
56	Mn53	VId	6	25	44	B	25	4	50	65	145	25	40	110		
57	Mn53	VIIId	6	30	44	B	30	4	80	95	180	45	60	140		
58	Mn53	VIIId	3	40	44	A	30	4	120	135	220	80	95	175		
59	Mn53	VIIId	5	40	44	B	30	4	155	170	255	80	95	175		
60	Mn53	VIIId	7	35	44	B	25	4	95	110	195	30	45	125		
61	Mn53	VIIId	6	45	44	B	30	4	95	110	190	40	55	135		
62	zEZ53	VIIId	7	85	31	B	40	10	155	170	255	125	140	225		
63	chMn53	VIIId	7	50	44	B	35	4	90	105	190	65	80	160		
64	chMn53	VId	7	45	44	B	35	4	50	65	135	25	40	110		
65	Mn33	VId	5	30	44	B	25	4	60	75	150	35	50	125		
66	Mn53	VId	6	30	44	B	25	4	65	80	160	35	50	130		

Tabel 8 Vervolg

Vlak- nr.	Bodem- een- heid	Grond- water- trap	SC-aanduiding			TCGB-aanduiding			Huidige hydrologische situatie in cm - mv.			Voormalige hydrologische situatie in cm - mv.		
			bovengr. vocht- karak- teris- tiek	bewortel- bare diepte in cm - mv.	onder- grond- type	bovengr. vocht- karak- teris- tiek	effectieve wortel- zone in cm - mv.	onder- grond- type	GNG	GVE	GLG	GNG	GVE	GLG
67	chHn53	Vlo	6	45	44	B	35	4	65	80	165	35	50	130
68	zEZ55	VIIId	8	60	29	C	40	10	115	130	215	90	105	185
69	cZg35	Vbo	22	40	44	B	35	4	35	50	125	15	30	105
70	cZg35	IIIB	23	40	3	B	35	13	35	50	110	20	35	90
71	cZg35	Vlo	8	50	41	C	35	13	45	55	130	30	45	105
72	cZg35	Vbo	23	45	40	B	35	13	35	50	125	15	30	100
73	zEZ53	VIIo	6	60	29	B	40	10	85	100	180	65	80	160
74	zEZ53	VIIId	7	55	29	B	40	10	95	110	185	75	90	165
75	cZg35	Vlo	8	50	42	C	35	5	40	55	135	25	40	115
76	cZg35	IIIB	23	45	39	B	35	13	25	40	105	10	25	90
77	zEZ55	VIIId	8	70	23	C	40	5	180	195	280	160	175	255
78	chHn53	Vlo	7	45	44	B	35	4	45	60	135	25	40	115
79	zEZ55	VIIId	7	65	8	B	40	5	90	105	190	70	85	165
80	cZg33	Vbo	23	45	45	B	35	18	35	50	125	25	40	105
81	chHn53	VIIo	7	45	44	B	35	4	80	95	170	65	80	150
82	chHn53	Vlo	7	40	44	B	35	4	60	75	150	45	60	135
83	Hn53	VIIo	4	30	50	C	25	4	100	110	170	75	85	145
84	Hn53	Vlo	6	35	53	B	30	4	65	80	140	50	65	120
85	Hn53	Vbo	12	30	44	C	25	4	25	45	130	20	35	110
86	Hn53	Vbo	12	35	55	C	30	8	30	50	150	20	40	130
87	zEZ55	Vlo	8	70	21	C	40	17	50	65	140	40	55	125
88	zEZ55	VIIId	7	60	11	B	40	10	90	105	185	70	85	160
89	zEZ55	Vlo	7	60	26	B	40	9	65	85	180	55	70	155
90	Hn53	Vlo	8	45	44	C	30	4	60	75	150	45	60	130
91	zEZ55	Vbd	22	50	12	B	40	8	35	60	190	35	55	160
92	KX	Vad	22	25	6	B	25	15	20	35	230	20	35	200
93	Hn53	Vbo	12	30	49	C	30	8	25	50	230	20	45	200
94	Hn53	Vlo	6	35	44	B	30	4	55	70	140	40	55	125
95	Hn53	Vbo	12	30	47	C	25	3	35	50	125	25	40	110
96	Hn53	VIIo	6	30	44	B	30	4	85	100	180	60	75	155
97	Hn53	Vlo	5	30	44	B	25	4	40	55	130	25	40	110
98	Hn53	Vlo	6	40	44	B	30	4	60	75	150	40	55	125
99	Hn53	VIIId	5	30	44	B	25	4	140	155	245	95	110	190

Tabel 8 Vervolg

Vlak- nr.	Bodem- een- heid	Grond- water- trap	SC-aanduiding			TOGB-aanduiding			Huidige hydrologische situatie in cm - mv.			Voormalige hydrologische situatie in cm - mv.		
			bovengr. vocht- karak- teris- tiek	bevoortel- bare diepte in cm - mv.	onder- grond- type	bovengr. vocht- karak- teris- tiek	effectieve wortel- zone in cm - mv.	onder- grond- type	GHC	GVC	GLG	GHC	GVC	GLG
100	Hn53	VIIId	7	40	44	B	30	4	90	105	190	55	70	145
101	zEZ55	VIO	7	55	10	B	40	10	70	85	160	40	55	130
102	zEZ55	VIIId	7	50	9	B	40	10	120	135	210	90	105	180
103	Hn53	Vbo	13	35	56	D	30	8	25	45	145	15	35	120
104	Hn53	VIO	7	35	56	B	30	8	60	75	160	50	65	140
105	cHn55	VIO	8	45	56	C	35	8	55	75	160	45	60	140
106	cHn55	Vbo	13	45	36	D	35	9	25	45	130	20	35	110
107	cZn55	VIO	8	40	38	C	35	9	50	70	150	45	60	130
108	cZn55	Vbo	13	40	59	D	35	9	35	55	165	30	50	145
109	cZg55	VIO	8	40	57	C	35	4	65	80	150	50	65	135
110	cHn55	VId	7	40	60	B	35	9	70	90	190	60	80	165
111	cHn55	VIO	7	40	51	B	35	4	65	80	150	50	65	135
112	zEZ55	VIO	8	50	13	C	40	16	65	80	155	50	65	135
113	zEZ55	VIIId	8	60	17	C	40	4	85	100	175	70	85	155
114	zEZ55	VIIId	8	50	9	C	40	10	90	105	185	70	85	160
115	zEZ55	VIIId	7	85	24	B	40	5	235	245	315	205	215	285
116	Hn53	VIO	6	35	44	B	25	4	55	70	140	25	40	100
117	tZn53	VIO	3	30	44	A	25	4	50	65	140	20	35	95
118	tZn53	Vbo	12	25	37	C	25	3	35	55	135	15	30	90
119	Hn53	VIIId	6	35	44	B	25	4	105	120	200	40	55	130
120	cZn55	VIO	7	35	34	B	35	3	55	75	160	30	45	125
121	zEZ55	VId	8	55	15	C	40	8	45	70	200	40	60	160
122	zEZ55	VIIId	8	55	8	C	40	5	85	100	185	50	70	150
123	zEZ55	VIO	7	50	10	B	40	10	70	85	170	35	55	135
124	zEZ55	VId	8	50	14	C	40	16	70	95	210	30	50	140
125	zEZ55	VIIId	8	120	27	C	40	5	190	205	290	110	125	210
126	Hn53	VIIId	3	30	44	A	25	4	180	195	280	90	105	190
127	Hn53	VIO	6	25	44	B	25	4	70	90	175	25	40	105
128	Hn53	VIIId	6	25	44	B	25	4	130	145	220	60	75	150
129	zEZ55	VIIId	7	60	19	B	40	5	230	240	310	180	190	260
130	cZg55	IIId	23	35	44	B	35	4	25	40	115	15	30	95
131	zEZ55	Vbo	22	60	18	B	40	9	35	55	140	25	40	100
132	zEZ55	VId	9	35	56	C	35	8	50	80	230	45	70	200

Tabel 8 Vervolg

Vlak- nr.	Bodem- een- heid	Grond- water- trap	SC-aanduiding		TCGB-aanduiding				Huidige hydrologische situatie in cm - mv.				Voormalige hydrologische situatie in cm - mv.			
			bovengr. vocht- karak- teris- tiek	bewortel- bare diepte in cm - mv.	onder- grond- type	bovengr. vocht- karak- teris- tiek	effectieve wortel- zone in cm - mv.	onder- grond- type	GNG	GVG	GLG	GNG	GVG	GLG		
133	zEZ55	VIIId	8	80	25	C	40		5	120	150	350	100	135	320	
134	chN55	VIIo	7	40	61	B	35		4	85	100	180	65	80	155	
135	zEZ55	VIIId	7	70	22	B	40		5	130	165	351	120	145	300	
136	Hn53	VIIId	3	40	44	A	30		4	200	215	300	95	110	190	
137	Hn53	VIIId	3	35	44	A	30		4	125	140	225	50	65	145	
138	chN53	VIIId	5	45	44	B	35		4	280	285	351	190	205	285	
139	chN55	VIIo	7	80	44	B	35		4	80	95	180	25	45	130	
140	cZg55	VIIo	6	80	44	B	35		4	80	95	180	25	45	130	
141	zEZ55	VIIId	8	60	20	C	40		5	100	115	200	45	60	140	
142	cZg55	VIo	7	35	44	B	35		4	50	70	150	20	35	110	
143	chN53	VIo	7	40	58	B	30		4	60	75	160	30	45	115	
144	zEZ55	VIIId	7	80	10	B	40		10	115	130	215	85	100	185	
145	zEZ55	VIo	7	65	8	B	40		5	65	85	170	40	60	140	
146	chN55	VIo	7	40	44	B	35		4	55	70	155	25	45	120	
147	tZg55	VIo	7	25	52	B	25		4	50	65	145	20	35	105	
148	zEZ55	VIIId	8	80	24	C	40		5	210	220	300	170	180	260	
149	tZg55	Vbo	22	40	61	B	30		4	30	45	120	15	30	90	
150	Hn53	VIIo	3	50	53	A	30		4	85	100	175	65	80	150	
151	zEZ55	Vbo	23	50	10	B	40		10	25	45	135	10	30	110	
152	zEZ55	VIIId	8	90	23	C	40		5	175	185	265	135	150	225	
153	Hn53	VId	6	30	60	B	25		9	65	85	200	55	70	155	
154	zEZ55	VId	9	60	16	C	40		16	60	85	210	50	70	170	

LITERATUUR

- Bakker, H. de en J. Schelling, 1966. Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus. Wageningen, PUDOC.
- Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, 1979. Toelichting bij de kaartbladen 34 West Enschede en 34 Oost Enschede 35 Glanerbrug. Wageningen, STIBOKA.
- Knaap, W. van der en J. Zandbergen, 1958. Rapport betreffende de bodemgesteldheid van delen van de gemeente Enschede. Wageningen, STIBOKA. Rapport nr. 485.
- Krabbenborg, A.J., 1983. Standaard-vochtkarakteristieken van zandgronden en veenkoloniale gronden. Wageningen, STIBOKA. Rapport nr. 1680.
- Laat, P.J.M. de, 1972. Een automatische berekening met behulp van een digitale computer van de landbouwschade ten gevolge van grondwateronttrekking volgens het algoritme van Rijtema. Scriptie LH, afd. Cultuurtechniek.
- Marsman, B.A. en J.J. de Gruijter, 1982. Kwaliteit van bodemkaarten; een vergelijking van karteringsmethoden in een zandgebied. Wageningen, STIBOKA. Rapport nr. 1714.
- Rijtema, P.E., 1971. Een berekeningsmethode voor de benadering van de landbouwschade ten gevolge van grondwateronttrekking. Wageningen, ICW. Nota nr. 578.
- Sluis, P. van der, 1982. De grondwatertrap als karakteristiek van het grondwaterstandsverloop. *H₂O Tijdschrift voor watervoorziening en afvalwaterbehandeling* 15-3: 42-46.
- Sluijs, P. van der, 1987. Aanpassing van de GHG en GLG-berekening. Wageningen, STIBOKA. Aanvulling 2 handleiding voor karteringen. Deel AXII, par. 2.1, hfst 4 en 5.
- Soesbergen, G.A. van, et al., 1986. De interpretatie van bodemkundige gegevens. Systeem voor de geschiktheidsbeoordeling van grond voor akkerbouw, weidebouw en bosbouw. Wageningen, STIBOKA. Rapport nr. 1967.
- Steur, G.G.L. en G.J.W. Westerveld, 1965. Bodemkaart en kaartschaal. *Cultuurtechnisch Tijdschrift* nr. 5-5: 55-74.
- Wösten, J.H.M., M.H. Bannink, en J. Beuving, 1987. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven en ondergronden in Nederland: De Staringreeks. ICW en STIBOKA, Wageningen, ICW-rapport nr. 18 en STIBOKA-rapport nr. 1932.

WOORDENLIJST

Rapport en kaart bevatten termen die wellicht enige toelichting behoeven. In deze lijst, die een alfabetische volgorde heeft, vindt u de gebruikte termen verklaard of gedefinieerd. Omdat de meeste verklaringen of definities berusten op De Bakker en Schelling (1966), zijn tussen () de nummers van de bladzijden vermeld waarop in genoemde publikatie veelal dieper op de betekenis van een term wordt ingegaan.

afwatering: afvoer van water door een stelsel van open waterlopen naar een lozingspunt van het afwateringsgebied.

bewortelbare diepte: bodemkundige maat voor de diepte waarop de plantewortels kunnen doordringen in de grond. Limiterend zijn: de pH, aëratie en de indringingsweerstand (Van Soesbergen et al. 1986).

bodemprofiel (kortweg profiel): verticale doorsnede van de bodem, die de opeenvolging van de horizonten laat zien; in de praktijk van het Staring Centrum meestal tot 120, 150 cm - mv..

bodemvorming: verandering van moedermateriaal onder invloed van uitwendige factoren, waarbij horizonten ontstaan.

bovengrond: bovenste horizont van het bodemprofiel, die meestal een relatief hoog gehalte aan organische stof bevat. Komt bodemkundig in het algemeen overeen met de A1-horizont, landbouwkundig met de bouwvoor.

fluctuatie: zie grondwaterstandsfluctuatie.

gerichte waarneming: in tijdig in gereedheid gebrachte en over het gebied verspreid liggende boorgaten wordt de grondwaterstand gemeten op het moment dat in een of meer van de geselecteerde meetpunten de grondwaterstand de GHG of GLG bereikt (Van der Sluijs 1982).

GHG (gemiddeld hoogste wintergrondwaterstand): het gemiddelde van de HG3 over ongeveer acht jaar. Komt overeen met de waarde voor de grondwaterstand, afgelezen bij de top van de gemiddelde grondwaterstandscurve.

gleyverschijnselen: zie: hydromorfe verschijnselen.

GLG (gemiddeld laagste zomergrondwaterstand): het gemiddelde van de LG3 over ongeveer acht jaar. Komt overeen met de waarde voor de grondwaterstand, afgelezen bij het dal van de gemiddelde grondwaterstandscurve.

grind, grindfractie: minerale delen groter dan 2000 μm (54).

grondwater: water dat zich beneden de grondwaterspiegel bevindt en alle holten en porien in de grond vult.

grondwaterspiegel (= freatisch vlak): denkbeeldig vlak waarop de druk in het grondwater gelijk is aan de atmosferische, en waarbeneden de druk in het grondwater neerwaarts toeneemt. De "bovenkant" van het grondwater.

grondwaterstand (= freatisch niveau): diepte waarop zich de grondwaterspiegel bevindt, uitgedrukt in m of cm beneden maaiveld (of een ander vergelijkingsvlak, bijv. NAP).

grondwaterstandsfluctuatie: het stijgen en dalen van de grondwaterstand. Soms in kwantitatieve zin gebruikt: het verschil tussen GLG en GHG.

grondwaterstandsverloop: verandering van de grondwaterstand in de tijd.

grondwatertrap (Gt): klasse gedefinieerd door een zeker GHG- en/of GLG-traject.

grondwaterverschijnselen: zie: hydromorfe verschijnselen.

GVG (gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand): langjarig gemiddelde van de grondwaterstand op 1 april.

HG3: het gemiddelde van de hoogste drie grondwaterstanden die in een winterperiode (1 oktober-1 april) zijn gemeten. Hierbij wordt uitgegaan van metingen op of omstreeks de 14e en 28e van elke maand in geperforeerde buizen van 2-3 m lengte.

hoog, middelhoog, laag en zeer laag (gelegen): in de bodemkunde hebben deze aanduidingen betrekking op de ligging van het maaiveld ten opzichte van het grondwater.

horizont: laag in de grond met kenmerken en eigenschappen die verschillen van de erboven en/of eronder liggende lagen; in het algemeen ligt een horizont min of meer evenwijdig aan het maaiveld.

humus, -gehalte, -klasse: korthedshalve krijgt het woord humus vaak de voorkeur, terwijl organische stof (een ruimer begrip) wordt bedoeld. Zie ook: organische stof en organische-stofklasse (59).

hydromorfe kenmerken: (1) Voor de podzolgronden: (a) een moerige bovengrond of: (b) een moerige tussenlaag en/of: (c) geen ijzerhuidjes op de zandkorrels onmiddellijk onder de B2. (2) Voor de brikgronden: in een grijze A2 en in de B2 komen roestvlekken en mangaanconcreties voor. (3) Voor de eerdgronden en de vaaggronden: (a) een G-horizont binnen 80 cm diepte beginnend en/of: (b) een niet-gerijpte ondergrond en/of: (c) een moerige bovengrond en/of: (d) een moerige laag binnen 80 cm diepte beginnend; (e) bij zandgronden met een A1 dunner dan 50 cm: geen ijzerhuidjes op

de zandkorrels onder de A-horizont; (f) bij kleigronden met een A1 dunner dan 50 cm: roest- of reductievlekken beginnend binnen 50 cm diepte (79).

hydromorfe verschijnselen: door periodieke verzadiging van de grond met water veroorzaakte verschijnselen. In het profiel waarneembaar in de vorm van blekings- en gleyverschijnselen, roest- en "reductie"-vlekken en een totaal "gereduceerde" zone. In ijzer-houdende gronden meestal gley of gleyverschijnselen genoemd (37-42).

klei: mineraal materiaal dat ten minste 8% lutum bevat. Zie ook: textuurklasse.

LG3: het gemiddelde van de laagste drie grondwaterstanden die in een zomerperiode (1 april-1 oktober) zijn gemeten. Hierbij wordt uitgegaan van metingen op of omstreeks de 14e en 28e van elke maand in geperforeerde buizen van 2-3 m lengte.

leem: 1 mineraal materiaal dat ten minste 50% leemfractie bevat; 2 kortweg gebruikt voor leemfractie.

leemfractie: minerale delen kleiner dan 50 μm . Wordt in de praktijk vrijwel uitsluitend gebezigd bij lutumarm materiaal (53 en 57). Zie ook: textuurklasse.

licht(er): grond wordt licht(er) genoemd als (naarmate) het gehalte aan silt- en lutumfractie laag is (afneemt).

lutum: kortweg gebruikt voor lutumfractie.

lutumfractie: minerale delen kleiner dan 2 μm (52). Zie ook: textuurklasse.

mineraal: zie: mineraal materiaal; zie: organische-stofklasse.

mineraal materiaal: grond met een organische-stofgehalte van minder dan 15% (bij 0% lutum) tot 30% (bij 70% lutum). Zie: organische-stofklasse (58-62).

minerale delen: het bij 105 °C gedroogde, over de 2 mm zeef gezeefde deel van een monster na aftrek van de organische stof en de koolzure kalk. Deze term is eigenlijk minder juist, want de koolzure kalk, hoewel vaak van organische oorsprong, behoort tot het minerale deel van het monster (52).

minerale eerdlaag: (1) A1-horizont van ten minste 15 cm dikte, die uit mineraal materiaal bestaat dat (a) humusrijk is of (b) matig humusarm of humeus, maar dan tevens aan bepaalde kleureisen voldoet. (2) dikke A1-horizont van mineraal materiaal. Voor "humusrijk", "matig humusarm" en "humeus" zie: organische-stofklasse (66).

minerale gronden: gronden die tussen 0 en 80 cm diepte voor meer dan de helft van de dikte uit mineraal materiaal bestaan.

moerig: zie: moerig materiaal; zie: organische-stofklasse.
M50 (eigenlijk M50-2000): mediaan van de zandfractie. Het getal dat die korrelgrootte aangeeft waarboven en waarbeneden de helft van de massa van de zandfractie ligt (58). Zie ook: textuurklasse.

ondergrond: horizont(en) onder de bovengrond.

ontwatering: afvoer van water uit een perceel, over en door de grond en eventueel door greppels of drains.

organische stof: al het levende en dode materiaal in de grond dat van organische herkomst is. Hoofdzakelijk van plantaardige oorsprong en variërend van levend materiaal (wortels) tot planteresten in allerlei stadia van afbraak en omzetting. Het min of meer volledig omgezette produkt is humus.

organische-stofklasse: berust op een indeling naar de massafracties organische stof en lutum, beide uitgedrukt in procenten van de bij 105 °C gedroogde en over de 2 mm zeef gezeefde grond. De volgende tabellen geven weer hoe gronden naar het organische-stofgehalte worden ingedeeld.

Indeling van lutumarme gronden naar het organische-stofgehalte

Organische stof (%)	Naam	Samenvattende naam
0 - 0,75	uiterst humusarm zand	humusarm mineraal
0,75 - 1,5	zeer humusarm zand	
1,5 - 2,5	matig humusarm zand	
2,5 - 5	matig humeus zand	humeus
5 - 8	zeer humeus zand	
8 - 15	humusrijk zand	moerig
15 - 22,5	venig zand	
22,5 - 35	zandig veen	
35 - 100	veen	

Indeling van lutumrijke gronden naar het organische-stofgehalte

Organische stof (%)				Naam	Samenvattende naam
0-	2,5	5		humusarme klei	mineraal
2,5	5-	5	10	matig humeuze klei	humeus
5	10-	8	16	zeer humeuze klei	
8	16-	15	30	humusrijke klei	
15	30-	22,5	45	venige klei	moerig
22,5	45-	35	70	kleiig veen	
35	70-	100		veen	

Bij deze indeling zijn de klassegrenzen afhankelijk van het lutumgehalte met dien verstande, dat hoe hoger het lutumgehalte is, hoe hoger ook het vereiste organische-stofgehalte moet zijn om een grond in een bepaalde organische-stofklasse te handhaven.

"reductie"-vlekken: door de aanwezigheid van tweewaardig ijzer neutraal grijs gekleurde, in "gereduceerde" toestand verkerende vlekken.

rodoornig: met ijzer verrijkte lagen aan of nabij het oppervlak (Fe₂O₃-gehalte 5-50%, meestal groter dan 10%). In gronden met een rood- of okerbruine kleur.

roestvlekken: door de aanwezigheid van bepaalde ijzerverbindingen bruin tot rood gekleurde vlekken.

textuur: korrelgroottesamenstelling van de grondsoorten; zie ook: textuurklasse (52-59).

textuurklasse: berust op een indeling van grondsoorten naar hun korrelgroottesamenstelling in massaprocenten van de minerale delen. Niet-eolische en eolische afzettingen (zowel zand als zwaarder materiaal) worden naar het lutum- of leemgehalte ingedeeld, en de zandfractie naar de M50 als in de volgende tabellen.

Indeling niet-eolische afzettingen* naar het lutumgehalte

Lutum (%)	Naam	Samenvattende naam	
0 - 5	kleiarm zand	zand	lutumarm materiaal
5 - 8	kleiig zand		
8 - 12	zeer lichte zavel	lichte zavel	lutumrijk materiaal (wordt in zijn geheel t.o.v. "zand" ook wel met "klei" aangeduid)
12 - 17,5	matig lichte zavel	zavel	
17,5- 25	zware zavel		
25 - 35	lichte klei	klei	
35 - 50	matig zware klei	zware klei	
50 -100	zeer zware klei		

* Zowel zand als zwaarder materiaal

Indeling eolische afzettingen* naar het leemgehalte

Leem (%)	Naam	Samenvattende naam	
0 - 10	leemarm zand		zand**
10 - 17,5	zwak lemig zand	lemig zand	
17,5- 32,5	sterk lemig zand		
32,5- 50	zeer sterk lemig zand		
50 - 85	zandige leem		leem
85 -100	siltige leem		

* Zowel zand als zwaarder materiaal

** Tevens minder dan 8% lutum

Indeling van de zandfractie naar de M50

M50 (µm)	Naam	Samenvattende naam	
50- 105	uiterst fijn zand	fijn zand	
105- 150	zeer fijn zand		
150- 210	matig fijn zand		
210- 420	matig grof zand	grof zand	
420-2000	zeer grof zand		

veengronden: gronden die tussen 0 en 80 cm - mv. voor meer dan de helft van de dikte uit moerig materiaal bestaan.

vergraven gronden: gronden waarin een vergraven laag voorkomt, die tussen 0 en 40 cm diepte begint, tot grotere diepte dan 40 cm doorloopt en dikker is dan 20 cm (76-80).

waterstand: zie: grondwaterstand.

zand: mineraal materiaal dat minder dan 8% lutumfractie en minder dan 50% leemfractie bevat.

zandfractie: minerale delen met een korrelgrootte van 50 tot 2000 μm . Zie ook: textuurklasse.

zandgronden: minerale gronden (zonder moerige bovengrond of moerige tussenlaag) waarvan het minerale deel tussen 0 en 80 cm diepte voor meer dan de helft van de dikte uit zand bestaat. Indien een dikke A1 voorkomt, moet deze gemiddeld uit zand bestaan (83).

zavel: zie: textuurklasse.