32/446 (58) 2e ex

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het waterwingebied Havelte

De bodemgesteldheid, de huidige en de voormalige hydrologische situatie

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

Rapport 58

STARING CENTRUM, Wageningen, 1990

- 3 FEB. 1994

3 kat.

18h589 114*

REFERAAT

Stoffelsen, G.H. en H.R.J. Vroon, 1990. Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het waterwingebied Havelte; de bodemgesteldheid, de huidige en de voormalige hydrologische situatie. Wageningen, Staring Centrum.
Rapport 58, 53 blz., 2 afb., 3 bijlagen.

In opdracht van de Landinrichtingsdienst te Utrecht heeft het Staring Centrum te Wageningen een bodemkundig-hydrologisch onderzoek uitgevoerd in het waterwingebied Havelte. Het doel van het onderzoek was de huidige bodemkundig-hydrologische situatie en waar mogelijk de voormalige hydrologische situatie vast te leggen. Hiertoe is gebruik gemaakt van hydromorfe verschijnselen, gemeten grondwaterstanden en gegevens uit de COLN-periode; deze laatste waren echter in zeer beperkte mate aanwezig. Het verschil tussen de genoemde hydrologische situaties geeft de grondwaterstandsverlaging aan. Deze verlaging is per vlak weergegeven. Met 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 gewasproduktie per vlak berekend worden.

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

Copyright 1990
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.

Project nr. 2165 401RM/4.90

INHOUD Blz.

WOORD VOORAF		7
SAMENVATTING		9
1	INLEIDING	13
1.1	Doel en opzet van het onderzoek	13
1.2	Overzicht van rapport en kaartbijlagen	14
2	FYSIOGRAFIE	17
2.1	Ligging en oppervlakte	17
2.2	Geogenese	17
2.3	Hoogteligging	17
2.4	Waterhuishoudkundige situatie	18
3	METHODE VAN HET ONDERZOEK	19
3.1	Het vervaardigen van de bodem- en grondwatertrappenkaart	19
3.1.1	Bodemkundige gegevens	19
3.1.2	Hydrologische gegevens	20
3.1.3	Controle op de veldschattingen	21
3.2	Het vervaardigen van de bijzondere-lagenkaart	21
3.3	Verwerking van veldgegevens tot rekengegevens	22
3.3.1	Bodemkundige en bodemfysische gegevens	22
3.3.1.1	Aard en dikte van de bovengrond	23
3.3.1.2	Ondergrondtypering	24
3.3.2	Huidige hydrologische situatie	26
3.3.3	Voormalige hydrologische situatie	26
3.3.4	Berekening van de GVG	27
3.4	Het samenstellen van de vlakkenkaart	27
4	RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK	29
4.1	Bodem- en grondwatertrappenkaart	29
4.1.1	Veengronden [V]	30
4.1.2	Moerige gronden [W]	30
4.1.3	Zandgronden [H en Z]	31
4.1.3.1	Humuspodzolgronden	31
4.1.3.2	Eerdgronden	33
4.1.4	Keileemgronden	35
4.1.5	Toevoegingen	35
4.1.6	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	37
4.3.2	Hydrologische gegevens	40
4.4	Vlakkenkaart	41

blz.

LITERATUUR 45

WOORDENLIJST 47

TABELLEN

1 Vochtkarakteristieken van de effectieve wortelzone met volumefracties vocht bij verschillende pF-waarden 24
2 Standaardondergrondtypen (TGBB-indeling) 25
3 Aan de effectieve wortelzone toegekende vochtkarakteristieken met volumefracties vocht bij verschillende pF-waarden 37
4 De K(h)-relaties per ondergrondtype 38
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 ondergrondtypen (Standaardprofielcode TCGB) 40
8 Rekengegevens per vlak 42

AFBEELDINGEN

1 Ligging van het waterwingebied Havelte 16
2 Het HG3- en LG3-verloop van landbouwbuis 16G0005-Ha220L-38 18

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 april 1989 tot juni 1989 een bodemkundig-hydrologisch onderzoek uitgevoerd in het waterwingebied Havelte. Het onderzoek omvatte ondermeer het vaststellen van de bodemgesteldheid, en het samenstellen van een vlakkenkaart. Als gevolg van wateronttrekking door de pompstations Havelte en Havelterberg is een grondwaterstandsverlaging opgetreden. Met de gegevens die in dit onderzoek zijn verzameld, kunnen in een later stadium de opbrengstveranderingen als gevolg van deze onttrekkingen worden berekend.

Aan het project werkten mee:
Bodemgeografisch onderzoek: ing. H.R.J. Vroon en G.H. Stoffelsen;
Projectleiding: G.H. Stoffelsen;
Coördinatie: J.M.J. Dekkers;
Wetenschappelijke begeleiding: ir. A.F. van Holst;
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 vele grondeigenaren en grondgebruikers die onze medewerkers toestemming verleenden om hun grond te betreden en er veldwerk te verrichten.

SAMENVATTING

Tussen Steenwijk en Havelte onttrekken de pompstations Havelte en Havelterberg van de Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V. (WMO) sedert resp. 1894 en 1930 grondwater voor de drinkwatervoorziening. Ondermeer door deze winningen is de grondwaterstand verlaagd, hetgeen leidt tot een toename van droogteschade aan landbouwgewassen. De huidige onttrekking bedraagt 5,3 miljoen kubieke meter per jaar.

In opdracht van de Landinrichtingsdienst te Utrecht heeft het Staring Centrum ten behoeve van de Technische Commissie Grondwaterbeheer (TCGB) van april 1989 tot juni 1989 een bodemkundig-hydrologisch onderzoek uitgevoerd in het waterwingebied Havelte.

Het doel van dit onderzoek was de huidige bodemkundige-hydrologische situatie vast te leggen. Daarnaast was het onderzoek er op gericht om op die plaatsen waar een daling van het grondwaterstandsniveau werd waargenomen, zo mogelijk ook de voormalige hydrologische situatie aan te geven. Hiertoe is gebruik gemaakt van hydromorfe verschijnselen en van de COLN-buisgegevens uit de periode 1950-1955 (waarin overigens ook al een grondwateronttrekking plaatsvond).

Het verschil tussen de opgetreden genoemde hydrologische situaties geeft de grondwaterstandsverlaging aan per vlak, o.a. als gevolg van de winningen.

Met deze gegevens is het mogelijk de gevolgen van de grondwateronttrekking voor de gewasproduktie te berekenen.

Het gebied ligt in de gemeenten Steenwijk, Nijeveen en Havelte, en heeft een oppervlakte van ca. 585 ha (exclusief wegen, bossen en bebouwing).

Er zijn ca. 208 grondboringen verricht tot maximaal 3,20 m - mv. (gemiddeld ca. 1 boring per 2,8 ha). Bij het onderzoek zijn de volgende gegevens vastgelegd:
- subgroep van de bodemclassificatie;
- opbouw en samenstelling van de ondergrond;
- de huidige, en waar mogelijk, de voormalige hydrologische situatie;
- de aard, dikte en vochtkarakteristiek van de effectieve wortelzone.

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.

Voor de geogenese van het gebied is de Havelterberg van grote betekenis. Het materiaal waaruit deze stuwwal is opgebouwd, bestaat uit een pakket keileem van overwegend 2-5 meter dikte dat nagenoeg geheel is afgedekt door dekzand, variërend in dikte van enkele decimeters tot meer dan 2 meter. Alleen in het zuidwesten en zuiden van het gebied, en in de sporadisch aangetroffen dobben komt veen voor.

Het onderzoeksgebied helt in zijn algemeenheid van oost (ca. 11,0 m + NAP) naar west (ca. 0,1 m + NAP). Een uitschieter vormt een deel van de Havelterberg die op ca. 15,1 m + NAP ligt.

De hoofdafwatering van de gronden vindt grotendeels plaats via sloten. De belangrijkste zijn de Stouwsloot in het westen, de Bergsloot in het zuiden en de Reu(sloot) in het oosten van het gebied.

Het grootste deel van het gebied, vooral de lager gelegen gronden, is momenteel in gebruik voor weidebouw. Het overige deel wordt vooral gebruikt voor akkerbouw (maïsteelt) en enkele kleinere oppervlakten voor boomkwekerijen.

De bodem is grotendeels opgebouwd uit zandgronden (bijl. 1). Ten westen van de bewoningskern Havelte komen oude cultuurgronden voor met een humushoudend dek van meer dan 50 cm, plaatselijk zelfs 90 cm dikte. Voor de rest bestaat het gebied uit relatief jonge cultuurgronden met een humushoudende bovengrond van 30 tot 50 cm en dunner dan 30 cm (bijl. 1). Op de zuidflank van de Havelterberg komen keileemgronden voor; de begindiepte van de keileem varieert van 20 tot 40 cm beneden maaiveld. De plaatselijk voorkomende dobben bestaan overwegend uit moerige gronden in een enkel geval uit veengronden.

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 moerige gronden aan de zuidkant van het gebied, de dobben en keileemgronden (overwegend 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: keileem-, veen-, en meerbodemlagen en moerige lagen.

Op basis van de verzamelde gegevens is een vlakkenkaart samengesteld waarop 88 vlakken zijn onderscheiden. Per vlak zijn in tabel 8 de rekengegevens opgenomen die gebruikt kunnen worden voor berekening van opbrengstveranderingen door wateronttrekking.

Per vlak zijn in tabel 8 de volgende gegevens opgenomen:
- 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).

1 INLEIDING

1.1 Doel en opzet van het onderzoek

Tussen Steenwijk en Havelte onttrekken de pompstations Havelte en Havelterberg van de Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V. (WMO) sedert resp. 1894 en 1930 grondwater voor de drinkwatervoorziening. De onttrekking bedraagt momenteel ca. 5,3 miljoen kubieke meter per jaar. Ook zijn en worden hoofdzakelijk in het omliggende gebied ontwateringswerkzaamheden uitgevoerd in het kader van de ruilverkaveling. Als gevolg van de waterwinningen en de ontwateringswerkzaamheden zijn veranderingen opgetreden in de hydrologische situatie.

In februari 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. Het doel van dit onderzoek was (kort samengevat):
- de bodemgesteldheid in kaart te brengen (bodemgeografisch onderzoek);
- een vlakkenkaart samen te stellen op basis van bodemgesteldheid, dikte en vochtkarakteristiek van de effectieve wortelzone, type ondergrond en de voormalige en huidige hydrologische situatie.

Onder bodemgesteldheid verstaan we:
- de profielopbouw (als resultaat van de geogenese en pedogenese;
- de aard, samenstelling en eigenschappen van de bodemhorizonten;
- het grondwaterstandsverloop.

Bij ons onderzoek hebben we gebruik gemaakt van de volgende reeds eerder verzamelde bodemkundige en hydrologische gegevens: Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, blad 16 Oost, Steenwijk (1988) en Landinrichtingsproject Giethoorn-Wanneperveen (Groot Obbink e.a. 1980).

Om inzicht te krijgen in het ontstaan van bodem en landschap hebben we geologische, bodemkundige en cultuurhistorische literatuur geraadpleegd. 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 landschapskenmerken, 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 profielopbouw 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 weergeven 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% van de oppervlakte van elk kaartvlak.

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 sterk (Steur en Westerveld 1965).

Voor het samenstellen van een vlakkenkaart en voor het toekennen van rekengegevens per vlak die gebruikt kunnen worden voor een berekening van opbrengstveranderingen door grondwateronttrekking, 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 weergegeven in dit rapport en op drie kaartbijlagen. De rekengegevens per vlak zijn op magneetband beschikbaar gesteld aan de opdrachtgever. 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

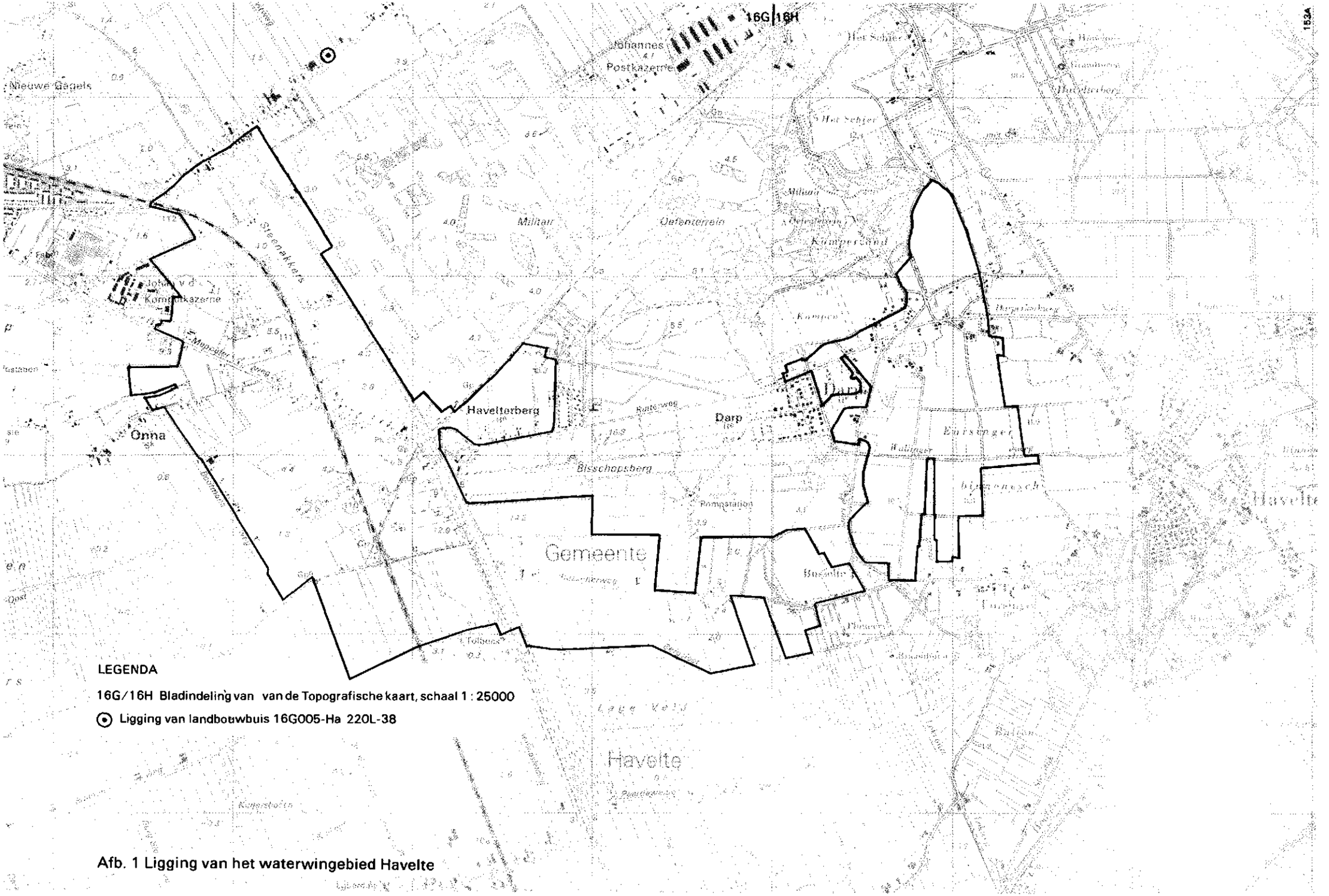
In hoofdstuk 2 geven we informatie over de ligging van het onderzochte gebied, de geogenese, de hoogteligging en de waterhuishoudkundige situatie.

In hoofdstuk 3 geven we een beschrijving van de gevolgde methoden, zoals die zijn toegepast bij:
- het vervaardigen van de bodem- en grondwatertrappenkaart;
- het vervaardigen van de bijzondere-lagenkaart;
- de verwerking tot rekengegevens.

In hoofdstuk 4 zijn de resultaten van het onderzoek beschreven.

Tenslotte zijn een lijst van geraadpleegde literatuur en een woordenlijst met een verklaring van 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.



Afb. 1 Ligging van het waterwingebied Havelte

2 FYSIOGRAFIE

2.1 Ligging en oppervlakte

Het waterwingebied rond de pompstations Havelte en Havelterberg ligt in de gemeenten Steenwijk, Nijeveen en Havelte. Het onderzochte gebied ligt op de kaartbladen 16G en 16H van de Topografische kaart van Nederland, schaal 1 : 25 000 (afb. 1). De gekarteerde oppervlakte van het gebied bedraagt ca. 585 ha, exclusief wegen, bossen en bebouwing.

2.2 Geogenese

Het waterwingebied ligt op en in de omgeving van de stuwwal, de Havelterberg. Het materiaal van deze stuwwal bestaat uit keileem (leem met grind en keien en plaatselijk zandbanen). De dikte van de keileem varieert van enkele decimeters tot meer dan 15 meter, maar is op de meest plaatsen 2-5 meter dik. De keileem bestaat uit grijze en rode keileem. De grijze, veelal roestige keileem komt het meeste voor. Deze is van West-Baltische oorsprong, en bevat 10-25% lutum en 25-40% leem. Aan de zuidzijde van de Havelterberg is in de grijze keileem, rode keileem aangetroffen. De herkomst van de rode keileem is Oost-Baltisch. Deze is duidelijk zwaarder (20-35% lutum en 50-70% leem) dan de grijze. Het bovenste gedeelte van de keileem is dikwijls door verwering en verspoeling verschraald.

In nagenoeg het hele gebied is de keileem afgedekt met een pakket dekzand; de dikte hiervan varieert van enkele decimeters tot meer dan twee meter.

Aan de zuid- en zuidoostkant van het gebied ontbreekt de keileem plaatselijk geheel. Op de relatief laagste plaatsen is veen gevormd dat nu nog in de vorm van dunne moerige lagen (1-2 decimeter) aanwezig is (bijl. 1). Binnen het gebied komen alleen in dobben dikke veenlagen voor (bijl. 1 en 2).

2.3 Hoogteligging

De maaiveldsligging van het gebied vertoont een algehele helling van oost (11,0 m + NAP) naar west (0,1 m + NAP), met als grote uitschieter een gedeelte van de Havelterberg (15,1 m + NAP). Ook op korte afstand komen, in het bijzonder aan de voet van de stuwwal, relatief grote hoogteverschillen voor.

2.4 Waterhuishoudkundige situatie

Het gebied en naaste omgeving van de winplaats Havelte/Havelterberg ligt in een drietal waterschappen nl.:
- Waterschap De Vledder en Wapserveense Aa,
- Waterschap Oude Vaart,
- Waterschap Nijeveen-Kolderveen.

De hoofdafwatering van de gronden vindt grotendeels plaats via sloten. De belangrijkste zijn de Stouwsloot in het westen, de Bergsloot in het zuiden en de Reu(sloot) van het noordoosten naar het zuiden van het gebied.

In een groot gedeelte van het omliggende gebied zijn of worden momenteel ruilverkavelingswerken uitgevoerd. Dit heeft mogelijk consequenties voor de grondwaterstanden gehad, gezien het grondwaterstandsverloop van landbouwbuis 16G0005-Ha220L-38 (zie afb. 2).

Wateroverlast komt in dit gebied weinig voor, behoudens in de moerige gronden in het zuidwesten, de relatief laaggelegen dobben en periodiek in de gronden met een ondiepe stagnerende keileemlaag in het profiel.

Afb. 2 Het HG3- en LG3-verloop van landbouwbuis 16G0005-Ha220L-38.

3 METHODE VAN HET ONDERZOEK

3.1 Het vervaardigen van de bodem- en grondwatertrappenkaart, (schaal 1 : 25 000)

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 208 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 verwer-kingsdiepte 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 en leem.

Het afgrenzen van de bodemkundige eenheden bij de veldopname is gebaseerd op criteria zoals de dikte, het organische-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, 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 sterk 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 gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld 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 huidige GHG- en GLG-niveau enigszins te controleren, hebben we tijdens het bodemgeografisch 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 schijngrondwaterspiegels kunnen worden gesignaleerd.

In het terrein zijn de verschillen tussen de geschatte GHG en de daarmee gedeeltelijk samenhangende gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) zo mogelijk op basis van topografische kenmerken en andere veldkenmerken (zoals vegetatie) afgegrensd. Dit geldt ook voor de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG), maar aangezien deze zich in een groot deel van het gebied dieper dan 1,20 m - mv. bevindt, konden verschillen in GLG-niveau doorgaans alleen aan diepere boringen worden vastgesteld.

Om de schattingen van het humusgehalte, het leemgehalte en de zandgrofheid te toetsen, hebben we gebruik gemaakt van het bodemkundig onderzoek in het landinrichtingsgebied Giethoorn-Wanneperveen (Groot Obbink 1980) en de kartering van het kaartblad 16 Oost, Steenwijk, van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 (1988).

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:
  - leem;
  - veen, moerige lagen en meerbodemlagen;
  - grof zand.

De kaart geeft informatie over de plaats waar verwerkte gronden enz. voorkomen en de diepte waarop bijzondere-lagen zijn aangetroffen. De laagdiktes 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 door de waterwinningen 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.

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 gegeneraliseerd.

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 5):
- 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 tijdend 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 boortstaat 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 one ingedeeld in zes standaardeenheden, van 15, 20, 25, 30, 35 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 de grond uit te putten tot een vochtgehalte overeenkomende met pF > 2,7. De effectieve wortelzones van de bovengrond 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 vochtkarakteristiek 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 standaardvochtkarakteristieken 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 vochtkarakteristiek worden toegekend (tabel 1).

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

Voor de TCGB is een aparte vochtkarakteristieken-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 vochtkarakteristieken maar ook uit proefberekeningen blijkt namelijk een onderlinge verwantschap te bestaan tussen een aantal curven. Het is daarom verantwoord het aantal vochtkarakteristieken 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; nr. 15 door nr. 13. Alleen nr. 16 is als individuele vochtkarakteristiek blijven bestaan. In tabel 1 staat de TCGB klas-

senindeling voor de vochtkarakteristieken van de effectieve wortelzone weergegeven. De codes A, B, C, D en E corresponderen met de vochtkarakteristieknummers 3, 5, 12, 13 en 16.

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

Nr.	Vochtkarakteristiek		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
21	(VII-1-2)	C	44	42	40	39	37	32	27	26	23	18	13	11	9	8
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

3.3.1.2 Ondergrondtypering

De capillaire vochtaanvoer 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 ca-

pillaire 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 ondergronden 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 vochtdeficieten bij een flux van 2 mm/dag en 1mm/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 05)
2	'' leemarm zand; kritieke z= 70 cm (De Laat L22)
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
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 doorgaans het niveau van de permanent gereduceerde zone, de Cr-horizont, als lei-draad 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 het huidige GHG-en GLG-niveau 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 en WMO, 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 5) vermeld.

3.3.3 Voormalige hydrologische situatie

Voor de voormalige hydrologische situatie die niet of nauwelijks door grondwaterstandsdaling 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 Havelte een groot aantal grondwaterstandsbuizen gedurende de gehele COLN-meetperiode droog stonden. Wel is voor niet droog-gevallen buizen een individuele COLN-situatie vastgesteld (dit geeft een puntinformatie), maar gezien het geringe aantal buizen kon geen gebiedsdekkende isohypsenkaart gemaakt worden.

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. De geschatte voormalige GLG's zijn niet gecorrigeerd voor de invloed van de toenmalige onttrekking!

Voor het vaststellen van het voormalige GHG-niveau ontbreekt meestal 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.

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. 4.1.7). 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. 4.1.7). 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 vier soorten gronden voor, nl.:
- veengronden;
- moerige gronden;
- zandgronden;
- keileemgronden.

Binnen deze grondsoorten hebben we in totaal 11 legenda-eenheden en 10 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 Veengronden [V]

Veengronden bestaan tussen 0 en 80 cm diepte voor meer dan de helft van die dikte uit moerig materiaal.

zVs, meerveengronden met een minerale eerdlaag, op een veenmosveen ondergrond.

Verbreiding: Een vlak ten westen van de weg Meppel - Steenwijk; het betreft hier een gedeeltelijk bezande "dobbe".

Profielopbouw: Het organische-stofgehalte van de bovengrond varieert van 6 tot 8%. De dikte van het veenpakket bedraagt meer dan 3 m. Hiervan is de bovenste 30 cm gedeeltelijk onherkenbaar en ijzerrijk.

Grondwatertrap: wIIIa.

Bodemgebruik: Weidebouw.

4.1.2 Moerige gronden [W]

Moerige gronden zijn minerale gronden met een moerige bovengrond of een moerige tussenlaag die 10-40 cm dik is en binnen 40 cm - mv. begint.

zWp, dampodzolgronden; moerpodzolgronden met een minerale eerdlaag.

Verbreiding: Een relatief grote oppervlakte in het zuidwesten van het gebied; het betreft hier gronden die in het kader van de ruilverkaveling gediepploegd zijn. Tevens komen deze gronden voor in een aantal dobbevormige, relatief kleine vlakken in het westen van het gebied.

Profielopbouw: De bovengrond is doorgaans ca. 25 cm dik, heeft een organische-stofgehalte van 4 tot 10% en is zwak tot sterk lemig. Hieronder treffen we een veenlaag aan van 20 tot 40 cm dikte die meestal verweerd is. Onder deze veenlaag komt een zwak lemige podzolondergrond voor. Soms bevindt zich op de overgang van veen naar zand een soort gliedelaagje. In de diepere ondergrond komt sporadisch keileem voor (zie bijl. 2).

Grondwatertrappen: IIIb, wVao, sVbd, sVId en VIo.

Bodemgebruik: Overwegend weidebouw.

4.1.3 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 zeer 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 90 cm. Het organische-stofgehalte varieert van 2 tot 10%.

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

4.1.3.1 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. Ze 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 E-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. Bij deze laatste is de B2-horizont lichter van kleur en onregelmatiger ontwikkeld. 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 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; beide zijn onder invloed van grondwater ontwikkeld.

De veldpodzolgronden hebben een dunne humushoudende bovengrond (minder dan 30 cm); de laarpodzolgronden hebben een matig dikke humushoudende bovengrond (30-50 cm).

Hn..., veldpodzolgronden; humuspodzolgronden met een dunne A1-horizont.

Verbreiding: Hoofdzakelijk in het westen en zuiden van het gebied met een totale oppervlakte van ca. 60%.

Profielopbouw: De bovengrond is erg heterogeen. De (oudere) 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 6% humus; in de nattere gronden (Gt III en V) is het organische-stofgehalte het hoogst. Het leemgehalte varieert van 10 tot 25%. Binnen de veldpodzolgronden zijn daarom twee leemklassen onderscheiden: zwak en sterk lemig. Op zeer veel plaatsen komt keileem in de ondergrond voor; de begindiepte varieert van 50 tot 110 cm - mv. en de dikte van enkele decimeters tot enkele meters (zie bijl. 2). Bij de dunnere keileemlagen kon het premorenale zand binnen 3,20 m diepte worden aangeboord.

Grondwatertrappen: IIIb, Vbd, sVbd, VId, sVId, VIId en VIIId.

Bodemgebruik: Op de drogere gronden zowel weide- als akkerbouw (snijmaïs); op de lagere gronden veelal weidebouw.

cHn..., laarpodzolgronden; humuspodzolgronden met een matig dikke A1-horizont.

Verbreiding: Enkele vlakken verspreid over het gebied (met de grootste aaneengesloten oppervlakten ten westen van Steenwijk). Dikwijls liggen deze laarpodzolgronden gesitueerd tussen de veldpodzol- en de enkeerdgronden.

Profielopbouw: Het gemiddelde organische-stofgehalte varieert van 4 tot 6%; het leemgehalte van 13 tot 20%. 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. Ook in de ondergrond van deze laarpodzolgronden wordt veelvuldig keileem aangetroffen; de condities komen overeen met die van de veldpodzolondergronden.

Grondwatertrappen: sVId, VId, VIId en VIIId.

Bodemgebruik: Wisselend weide- en akkerbouw.

4.1.3.2 Eerdgronden

Door de omzetting van planteresten in humus heeft zich in de meeste gronden een donkere humushoudende bovengrond ontwikkeld. Wanneer deze A1-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 twee soorten eerdgronden onderscheiden:
- gooreerdgronden;
- zwarte enkeerdgronden.

Gooreerdgronden zijn eerdgronden met hydromorfe kenmerken; (geen ijzerhuidjes om de zandkorrels). Verder hebben ze als kenmerk dat er weinig of geen roest in het profiel voorkomt. Wanneer er roest wordt aangetroffen, begint deze dieper dan 35 cm of is over meer dan 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 onderverdeeld in twee leemklassen (zwak en sterk lemig) en twee dikteklassen van het humushoudende dek (0-30 cm en 30-50 cm).

tZn..., gooreerdgronden; gronden met een dunne A1-horizont (0-30 cm).

Verbreiding: Het betreft twee relatief kleine vlakken tussen de spoorlijn en de weg Meppel-Steenwijk.

Profielopbouw: Het organische-stofgehalte varieert van 3 tot 10%; het leemgehalte van zwak tot sterk lemig. Het meest noordelijk gelegen kaartvlak betreft een afgegraven (ca. 1,5 m) perceel met keileem in de diepere ondergrond (bijl. 2). Het zuidelijker gelegen kaartvlak is diep afgegraven (2-3 m); het heeft een ongelijke maaiveldsligging en de profielopbouw is zeer heterogeen. Periodiek staan hier langdurig plassen op het maaiveld.

Grondwatertrappen: wVao en VIId.

Bodemgebruik: Weidebouw; het meest noordelijke vlak paardenrenbaan.

cZn..., gooreerdgronden; gronden met een matig dikke A1-horizont (30-50 cm).

Verbreiding: Eén kaartvlak in het uiterste oosten van het gebied.

Profielopbouw: Het organische-stofgehalte van de bovengrond varieert van 3 tot 5% en het leemgehalte van 17 tot 24%. Profielen met een zeer zwakke podzol-B komen in deze vlakken als onzuiverheid voor. In de ondergrond komt op ca. 70-80 cm - mv. keileem voor (zie bijl.2).

Grondwatertrap: sVId

Bodemgebruik: Overwegend akkerbouw.

Zwarte enkeerdgronden

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 (plaatselijk wel tot 90 cm dikte). 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.

Binnen de zwarte enkeerdgronden is alleen de textuurklasse sterk lemig onderscheiden.

zEZ..., Zwarte enkeerdgronden

Verbreiding: In een groot aaneengesloten escomplex (Eursinger binnenesch) ten westen van Havelte; verder een vlak bij Busselte en een relatief kleine oppervlakte ten oosten van Onna.

Profielopbouw: De humeuze bovengrond varieert in dikte van 50 cm tot plaatselijk 90 cm. Het organische-stofgehalte varieert van 3 tot 6% en het leemgehalte van 16 tot 23%. Onder de humeuze laag komt doorgaans sterk lemig zand voor met een humuspodzol of een min of meer duidelijke moderpodzol. Met uitzondering van een relatief kleine oppervlakte, ten noorden van de Ruiterweg, komt in de ondergrond keileem voor op een begindiepte variërend van 50 tot 190 cm - mv. (zie bijl. 2).

Grondwatertrappen: sVId, sVIId en VIIId.

Bodemgebruik: Grotendeels akkerbouw (snijmaïs, suikerbieten, granen en aardappelen), en verder weidebouw (soms als vruchtwisseling).

4.1.4 Keileemgronden

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

Verbreiding: Eén vlak ten zuiden van de Havelterberg.

Profielopbouw: De humeuze bovengrond varieert in dikte van 25 tot 35 cm. Het organische-stofgehalte varieert van 3 tot 5% en het leemgehalte van 18 tot 34%. Tussen de humeuze bovengrond en de keileem ondergrond heeft zich plaatselijk een duidelijke, veelal roestige, humuspodzol-B horizont ontwikkeld. Ook het bovenste gedeelte van de keileem bevat vaak veel roest. De keileem begint op een diepte van 25 tot 40 cm - mv. (zie bijl. 2).

Grondwatertrap: sVbd.

Bodemgebruik: Akker- en weidebouw.

4.1.5 Toevoegingen

Toevoegingen gebruiken we om bepaalde profielkenmerken aan te geven die voor een deel 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).

4.1.6 Overige onderscheidingen

De overige onderscheidingen omvatten de niet in het onderzoek betrokken terreingedeelten, zoals wegen, bossen, bebouwing en een voormalige vuilstortplaats. 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 afgegraven of opgehoogd 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 laagdiktes 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

Verspreid over het gebied treffen we veelvuldig keileem in de ondergrond aan. De dikte van het keileempakket varieert van enkele centimeters tot meer dan 15 m, maar is op de meeste plaatsen 2-5 m dik. Keileem heeft een stagnerende werking op de verticale waterbeweging in de grond.

v veen, moerige lagen en meerbodemlagen

Met deze code worden alle lagen in de ondergrond aangeduid, die ruwweg meer dan 15% organische stof bevatten. Verspreid over het gebied treffen we deze lagen aan.

De onderscheiden lagen zijn doorgaans enkele decimeters dik en bestaan uit (broekig) zeggeveen, maar ook uit veenmosveen, verspoeld veen of meerbodemachtig materiaal. De grootste concentratie treffen we aan in het zuidwesten van het gebied; het betreft hier een zeggeveentussenlaag. Het venige materiaal kan, wanneer het compact is, stagnerend werken op de verticale waterbeweging. Venige bovengronden zijn, voor zover deze aan het maaiveld beginnen, niet op deze kaart weergegeven.

4.3 Rekengegevens

4.3.1 Bodemfysische gegevens

4.3.1.1 Aard en dikte van de bovengrond

In totaal zijn in dit gebied 8 vochtkarakteristieken onderscheiden (tabel 1).

De vochtkarakteristieken 3 en 5 t/m 8 zijn toegekend aan de hoge en middelhoge zandgronden. Deze gronden zijn zwak tot sterk lemig en het organische-stofgehalte varieert van 3 tot 7%. Vochtkarakteristiek 3 is de variant met het laagste organische-stof- en leemgehalte, en vochtkarakteristiek 8 de va-

riant met het hoogste organische-stof- en leemgehalte. De lagere gronden hebben door hun relatief natte ligging bij een zelfde organische-stofgehalte en textuur doorgaans een wat andere pakking en wijken daarom af van de vochtkarakteristieken van hogere gronden. Aan de bovengronden van de lagere zandgronden zijn de vochtkarakteristieken 12 t/m 14 toegekend. Deze gronden zijn zwak tot sterk lemig en het organische-stofgehalte kan variëren van 3 tot 10%.

Voor de TCGB is het aantal vochtkarakteristieken teruggebracht van 8 naar 4, (A, B, C en D, zie tabellen 3 en 8).

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

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

Nr.	Vochtkarakteristiek		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
3	(II-1-5)	A	43	39	38	36	30	22	17	16	13	11	9	7	6	5
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
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

aangegeven. Met deze gegevens is voor elk vlak van de vlakkenkaart (zie bijl. 3) een gemiddelde typering gegeven.
Dit heeft geresulteerd in 31 verschillende ondergrondtypen die zijn weergegeven in tabel 4.

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

Onder-gr.type STARING CENTRUM Ccentrum	Onder-grond type TCGB	1e laag		2e laag		3e laag	
		diepte*	code K(h)-relatie	diepte*	code K(h)-relatie	diepte*	code K(h)-relatie
1	8	0- 20	hsl	20- 30	sl	> 30	x
2	9	0 20	hsl	20- 50	sl	> 50	x
3	5	0- 20	hsl	20- 140	zl	> 140	la
4	9	0- 30	hsl	30- 80	sl	> 80	x
5	8	0- 30	hsl	> 30	zl		
6	9	0- 40	hsl	> 40	x		
7	8	0- 30	sl	> 30	x		
8	8	0- 40	sl	> 40	x		
9	8	0- 50	sl	> 50	x		
10	12	0- 10	v	10- 150	zl	> 150	zl
11	11	0- 20	v	> 20	zl		
12	13	0- 30	v	> 30	zl		
13	14	0- 30	v	30- 80	zl	> 80	x
14	4	> 0	zl				
15	4	0- 10	zl	10- 30	sl	> 30	sl
16	4	0-120	zl	> 120	sl		
17	4	0-120	zl	> 120	x		
18	4	0-130	zl	> 130	x		
19	4	0-130	zl	> 130	la		
20	4	0-140	zl	> 140	sl		
21	4	0-150	zl	> 150	sl		
22	4	0-160	zl	> 160	x		
23	4	0- 20	zl	100	la	> 100	zl
24	15	0- 20	zl	> 20	v		
25	4	0- 20	zl	> 20	x		
26	4	0- 30	zl	30- 120	la	> 120	zl
27	8	0- 30	zl	> 30	x		
28	4	0- 60	zl	> 60	sl		
29	9	0- 60	zl	60- 90	x	> 90	pm
30	4	0- 70	zl	70- 100	sl	> 100	x
31	9	0- 90	zl	90- 120	x	> 120	pm

* 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, sterk lemig zand
v = veen en moerig materiaal
x = keileem
pm = premorenaal zand

Dieper dan 2 m - mv. hebben we geen verdere differentiatie aangebracht in de ondergrondtypen. 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 0-20hsl/20-100zl/>100v als volgt worden geïnterpreteerd: onder de wortelzone bestaat het profiel uit 20 cm humushoudend sterk lemig zand (hsl), vervolgens van 20-100 cm uit zwak lemig zand (zl), op 100 cm overgaand in moerig materiaal (v).

Aan bovengenoemde afzettingen worden ten behoeve van de bepaling van 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 vier extra ondergrondtypen toegevoegd (tabel 6).

Tabel 5 Standaardondergrondtypen (TCGB-indeling).

Tabel-code	Profielopbouw ondergrond
4	Homogeen zwak lemig zand; kritieke z= 110 cm (Staringreeks O2)
5	Homogeen sterk lemig zand; kritieke z= 130 cm (Rijtema R4)
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
11	Moerige laag tot 20 cm beneden de effectieve wortelzone

Tabel 6 Extra onderscheiden ondergrondtypen.

Ondergrondtype	Opbouw van de ondergrond
12	O16/ 10,O1/ 150,R4
13	O16/ 30,O2
14	O16/ 30,O2/ 80,O6
15	O2/ 20,O16

De codes (in tabel 6) O2 (zwak lemig zand), O16 (oligotroof veen) en R4 (zeer sterk lemig zand) staan voor bouwstenen uit de Staringreeks (Wösten et al. 1987) en de Rijtemareeks (R4; Rijtema 1971). Voor een willekeurig vlak, ongeacht de dikte van de effectieve wortelzone, moet bijv. de ondergrond O16/ 30,O2 als volgt worden geïnterpreteerd: onder de effectieve wortelzone bestaat dit profiel uit veen (O16), na 30 cm overgaand in zwak lemig zand (O2).

De combinaties van de toegekende vochtkarakteristieken, dikte van de effectieve wortelzone en ondergrondtypen zijn weergegeven in tabel 7. Het grootste deel van het aantal kaartvlakken (45) bestaat uit het ondergrondtype 4. Daarnaast zijn er 5 vlakken met een extra toegevoegd ondergrondtype onderscheiden. Voor de profielopbouw van deze ondergrondtypen verwijzen we naar tabel 6.

Tabel 7 Overzicht van het aantal kaartvlakken per toegekende combinatie van vochtkarakteristieken (A, B, C en D), dikte van de effectieve wortelzone en ondergrondtypen (Standaardprofielcode TCGB)

Ondergrondtype	Aantal vlakken met dikte (cm) van de effectieve wortelzone per vochtkarakteritistiek																				Totaal aantal vlakken
	A					B					C					D					
	20	25	30	35	40	20	25	30	35	40	20	25	30	35	40	20	25	30	35	40	
4	1	5					28		9	1			1								45
5										1											1
8							16		3	2		1									22
9		2					3			2		1			1						9
11								1					2			1	2				6
12							1					1									2
13																		1			1
14																	1				1
15																			1		1
Totaal	1	7					48	1	12	6		3	3		1	1	3	1	1		88

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 de landbouwgewassen niet of nauwelijks van belang is.

Ook grondwaterstandsbuizen uit de directe omgeving van het waterwingebied zijn in deze inventarisatie betrokken. Daarbij blijkt dat buis 16G0005-Ha220-L38 even ten noorden van het onderzoeksgebied (afb. 1), waarnemingen over een behoorlijke reeks van jaren te zien geeft. Opvallend is de abrupte daling van zowel de HG3 als de LG3 in het begin van de jaren zeventig (afb. 2). Op basis van de beschikbare gegevens kon voor deze daling geen oorzaak worden aangegeven. Een verklaring voor het aanmerkelijke verschil tussen de geschatte verlaging en de berekende verlaging kan zijn; de grondwateronttrekking binnen het onder-

zoeksgebied. De huidige en de vooormalige hydrologisch 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 88 vlakken. De profielen binnen een vlak vertonen overeenkomst in bodemeenheid, dikte en aard van de effectieve wortelzone, opbouw van de ondergrond, en 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 88 vlakken onderscheiden. De gemiddelde vlakgrootte bedraagt ca. 6,5 ha. De rekengegevens die bij elk vlak behoren, zijn aangegeven 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	STARING CENTRUM-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 bewortelings-zone in cm - mv.	onder-grond-type	GHG	GVG	GLG	GHG	GVG	GLG
1	cHn33	VIId	5	50	14	B	35	4	120	135	230	60	80	170
2	cHn33	VIId	5	45	20	B	35	4	140	155	255	75	95	190
3	tZn33	VIId	3	25	14	A	20	4	130	145	240	60	80	170
4	cHn33	VIIId	6	45	14	B	35	4	220	235	> 320	150	165	260
5	zVs	wIIIa	13	40	24	D	35	15	15	35	115	10	25	100
6	Hn33	VIIId	5	45	14	B	25	4	215	230	320	135	150	240
7	Hn33	VIIId	5	45	14	B	25	4	280	295	> 320	200	215	310
8	Hn33	VIIId	5	40	14	B	25	4	240	255	> 320	165	180	270
9	cHn33	VIIId	6	40	14	B	35	4	170	185	280	100	120	210
10	cHn33	VIIId	6	60	14	B	35	4	290	305	> 320	210	225	320
11	cHn33	VIId	7	50	16	B	35	4	145	160	250	75	95	180
12	zWp	sVbo	7	30	10	B	25	12	35	65	230	25	50	170
13	cHn33	VIIId	6	50	16	B	35	4	> 320	> 320	> 320	290	305	> 320
14	cHn33	sVId	6	45	25	B	35	8	45	60	> 320	45	60	> 320
15	zEZ35	VIIId	7	65	18	B	40	4	160	170	> 320	160	170	> 320
16	Hn33	sVId	6	35	8	B	25	8	60	70	290	60	70	230
17	Hn33	VIIId	6	50	29	B	25	9	200	215	310	130	145	240
18	Hn33	VIIId	5	60	14	B	25	4	240	250	> 320	160	175	270
19	Hn33	VIIId	5	40	14	B	25	4	280	295	> 320	185	200	290
20	Hn33	sVId	6	40	27	B	25	8	45	60	> 320	45	60	> 320
21	Hn33	sVId	6	40	27	B	25	8	55	60	> 320	55	60	320
22	Hn33	sVIId	5	35	17	B	25	4	120	140	> 320	120	140	300
23	Hn35	sVId	7	40	27	B	25	8	45	60	> 320	45	60	> 320
24	zWp	sVId	8	30	11	C	30	11	60	90	310	50	80	220
25	zWp	wVao	14	30	10	C	25	12	15	40	150	10	30	110
26	Hn33	VIIId	5	45	14	B	25	4	260	275	> 320	160	175	250
27	Hn33	VIIId	6	45	14	B	25	4	280	295	> 320	180	190	270
28	Hn33	sVId	7	40	25	B	25	8	45	50	320	45	50	230
29	Hn33	VIIId	5	50	14	B	25	4	260	275	> 320	170	185	270
30	Hn33	VIId	6	45	14	B	25	4	125	140	230	60	75	160

Tabel 8 (vervolg)

Vlak-nr.	Bodem-een-heid	Grond-water-trap	STARING CENTRUM-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 bewortelings-zone in cm - mv.	onder-grond-type	GHG	GVG	GLG	GHG	GVG	GLG
31	Hn33	VIIId	5	45	14	B	25	4	170	185	270	80	95	180
32	Hn33	VIIId	6	50	29	B	25	9	220	230	320	120	135	220
33	Hn33	sVId	7	30	25	B	25	8	40	50	310	40	50	210
34	zWp	Vbo	13	30	11	D	25	11	30	50	130	15	30	90
35	zWp	IIIb	13	55	12	D	30	13	30	45	115	20	30	80
36	zWp	VIo	7	35	11	B	30	11	60	75	155	30	45	115
37	Hn33	VIId	6	30	15	B	25	4	130	145	230	60	75	160
38	Hn33	VIIId	5	40	14	B	25	4	200	210	290	120	135	210
39	Hn33	VIIId	5	75	14	B	25	4	260	275	> 320	160	175	250
40	Hn33	VIIId	5	40	14	B	25	4	> 320	> 320	> 320	> 320	> 320	> 320
41	zWp	sVbd	13	35	11	D	25	11	30	65	240	20	45	180
42	Hn33	sVIId	6	35	30	B	25	4	90	120	> 320	90	120	310
43	zWp	wVao	13	25	11	D	20	11	15	40	150	10	35	120
44	tZn35	wVao	12	40	28	C	30	4	20	45	175	10	30	120
45	Hn33	VIIId	3	40	14	A	25	4	230	245	> 320	120	135	220
46	Hn33	VIIId	5	45	14	B	25	4	> 320	> 320	> 320	300	> 320	> 320
47	Hn35	sVId	7	35	7	B	25	8	50	60	> 320	50	60	> 320
48	Hn33	VIIId	6	35	15	B	25	4	170	185	270	100	115	200
49	Hn33	VIIId	5	45	21	B	25	4	> 320	> 320	> 320	> 320	> 320	> 320
50	Hn33	sVIId	5	50	17	B	25	4	120	150	> 320	120	150	> 320
51	zWp	sVad	13	35	13	D	25	14	15	65	> 320	10	50	250
52	Hn35	sVId	6	55	8	B	25	8	50	70	> 320	50	70	> 320
53	Hn35	sVId	6	35	7	B	25	8	45	60	> 320	45	60	> 320
54	KX	sVbd	8	30	7	C	25	8	25	40	> 320	25	40	> 320
55	Hn33	VIIId	5	35	14	B	25	4	280	290	> 320	210	220	300
56	Hn33	VIId	5	45	14	B	25	4	120	135	220	60	75	160
57	Hn33	VIId	6	40	31	B	25	9	75	120	> 320	75	115	320
58	Hn35	sVId	6	40	8	B	25	8	60	70	> 320	60	70	> 320
59	Hn35	VIo	7	35	27	B	25	8	50	70	170	35	50	130
60	Hn33	VIIId	5	40	22	B	25	4	160	175	260	70	85	170

Tabel 8 (vervolg)

Vlak-nr.	Bodem-een-heid	Grond-water-trap	STARING CENTRUM-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 bewortelings-zone in cm - mv.	onder-grond-type	GHG	GVG	GLG	GHG	GVG	GLG
61	Hn33	VIo	5	35	14	B	25	4	60	80	165	30	45	125
62	Hn33	VIId	3	40	23	A	25	4	90	105	190	40	60	140
63	Hn33	VIo	5	40	14	B	25	4	50	70	150	25	40	95
64	Hn33	VIId	3	30	14	A	25	4	115	130	225	50	70	150
65	Hn33	VIIId	5	35	19	B	25	4	160	175	260	70	85	170
66	Hn33	VIIId	5	40	14	B	25	4	270	285	> 320	200	215	300
67	Hn33	VIIId	3	35	14	A	25	4	250	265	> 320	190	205	290
68	Hn33	sVId	5	40	27	B	25	8	55	70	180	45	60	135
69	Hn33	VIo	5	30	14	B	25	4	65	80	165	30	45	120
70	zWp	Vbo	12	35	11	C	30	11	35	55	135	20	35	100
71	zEZ35	sVId	7	65	1	B	40	8	60	70	> 320	60	70	> 320
72	cHn35	VIIId	6	60	19	B	35	4	160	175	260	60	75	160
73	cHn35	sVId	6	40	7	B	35	8	60	70	> 320	60	70	> 320
74	Hn35	sVId	6	35	7	B	25	8	50	60	> 320	50	60	> 320
75	Hn35	sVId	7	35	7	B	25	8	20	50	> 320	20	50	> 320
76	zEZ35	sVId	7	65	6	B	40	9	65	80	> 320	65	80	> 320
77	zEZ35	sVId	7	40	4	B	40	9	75	115	> 320	75	115	> 320
78	Hn33	VIIId	3	45	23	A	25	4	> 320	> 320	> 320	240	255	> 320
79	Hn33	sVIId	3	40	31	A	25	9	85	110	> 320	85	110	> 320
80	Hn33	sVIId	3	50	31	A	25	9	90	120	> 320	90	120	> 320
81	Hn35	sVbd	12	45	9	C	25	9	35	80	> 320	35	80	> 320
82	cHn35	VIIId	6	50	26	B	35	4	> 320	> 320	> 320	280	295	> 320
83	zEZ35	VIIId	5	60	3	B	40	5	> 320	> 320	> 320	280	295	> 320
84	cZn35	sVId	7	60	8	B	35	8	50	80	> 320	50	80	> 320
85	zEZ35	sVId	8	70	2	C	40	9	70	90	> 320	70	90	> 320
86	Hn35	sVId	7	40	8	B	25	8	60	70	> 320	60	70	> 320
87	zEZ35	VIIId	6	80	5	B	40	8	> 320	> 320	> 320	> 320	> 320	> 320
88	Hn35	sVId	6	40	7	B	25	8	50	60	300	50	60	220

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, 1988. Toelichting bij kaartblad 16 Oost, Steenwijk. Wageningen, STIBOKA.

Groot Obbink, D.J. e.a., 1980. Landinrichtingskartering Giethoorn-Wanneperveen. Wageningen, STIBOKA. Rapport nr. 1451.

Krabbenborg, A.J., 1983. Standaardvochtkarakteristieken 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 algorithme 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. H_2O Tijdschrift voor watervoorziening en afvalwaterbehandeling 15-3: 42-46.

Sluijs, P. van der, 1987. Aanpassingen van de GHG- en GLG-berekening. Wageningen, STIBOKA. Aanvulling 2 handleiding voor de 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 gronden 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 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 planteworteis kunnen doordringen in de grond. Limiterend zijn: de pH, aëratie en de indringingsweerstand (Van Soesbergen et al.1986).

bewortelingsdiepte: diepte waarop een een- of tweejaars, volgroeid gewas nog juist voldoende wortels in een 10% droog jaar kan laten doordringen om het aanwezige vocht aan de grond te onttrekken. Ook wel "effectieve bewortelingsdiepte" genoemd (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.

eolisch: door de wind gevormd, afgezet.

fluctuatie: zie grondwaterstandsfluctuatie.

fluviatiel: door beek- of rivierwater afgezet.

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.

G-horizont: minerale of moerige horizont die geheel of vrijwel geheel is "gereduceerd" en na oxidatie aanzienlijk van kleur verandert. Moet ook aan de eisen van een C-horizont voldoen (63).

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).

grondwaterstandscurve: grafische voorstelling van grondwaterstanden die op geregelde tijden op een bepaald punt zijn gemeten.

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: kortheidshalve 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 ijzerhoudende 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 ge-zeefde 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 kleur-eisen 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 massa-fracties 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		
	- -		
15 - 22,5	venig zand		moerig
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 (Fe_2O_3-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	

...**t-horizont**: zwakke textuur-B-horizont of briklaag (t van het Duitse: Ton) (64). totaal "gereduceerde" zone: zie: G-horizont.

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.