32/446(4) 2e ex.

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het waterwingebied Hengelo-Hasselo

De bodemgesteldheid, de huidige en de voormalige hydrologische situatie

G.H. Stoffelsen

Rapport 4

STARING CENTRUM, Wageningen, 1989

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0783 0371

+ 1 bijl.

21 FEB. 1992

1m552919*

REFERAAT

G.H. Stoffelsen, 1989. Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het waterwingebied Hengelo-Hasselo; de bodemgesteldheid, de huidige en de voormalige hydrologische situatie. Wageningen. Staring Centrum. Rapport 4. 49 blz., 3 afb., 1 bijlage.

In opdracht van de Landinrichtingsdienst te Utrecht heeft de Stichting voor Bodemkartering te Wageningen een bodemkundig-hydrologische inventarisatie uitgevoerd in het waterwingebied Hengelo-Hasselo. Het doel van het onderzoek was het vastleggen van de huidige bodemkundig-hydrologische situatie en waar mogelijk de voormalige situatie. Hiertoe is gebruik gemaakt van hydromorfe verschijnselen en van gegevens uit de COLN-periode. Het verschil tussen de genoemde hydrologische situaties geeft de grondwaterstandsverlaging aan die is weergegeven per kaartvlak. Met de verzamelde gegevens is het mogelijk de gevolgen van de grondwaterwinning voor de gewasproduktie per vlak te berekenen.

ISSN 0924-3070

Copyright 1989
STARING CENTRUM Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied
Postbus 125, 00 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 (IOB), 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 en de Landinrichtingsdienst.

Project nr. 2685 414yvp/8.89

INHOUD Blz.

WOORD VOORAF		7
SAMENVATTING		9
1	INLEIDING	11
1.1	Doel en opzet van het onderzoek naar de bodemgesteldheid, de huidige en voormalige hydrologische situatie	11
1.2	Rapport en kaart	12
2	FYSIOGRAFIE	15
2.1	Ligging en oppervlakte	15
2.2	Geogenese	15
2.3	Hoogteligging	15
2.4	Waterhuishoudkundige situatie	16
2.5	Ontginning	17
2.6	Begroeiing	17
2.7	Bodemgebruik	17
3	BODEMGEOGRAFISCH ONDERZOEK	19
3.1	Bodemkundige gegevens	19
3.2	Hydrologische gegevens	19
3.3	Controle op de veldschattingen	20
4	GLOBALE BODEMKUNDIGE BESCHRIJVING	21
4.1	Zandgronden	21
4.2	Kleigronden	21
5	HYDROLOGISCHE SITUATIE	23
5.1	Huidige hydrologische situatie	23
5.2	Reconstructie van de voormalige hydrologische situatie	24
5.3	Enkele boringen in raaien buiten het onderzoeksgebied	26
6	VERWERKING TOT REKENGEGEVENS	27
6.1	Effectieve wortelzone	27
6.2	Capillair geleidingsvermogen	30
6.3	Hydrologische gegevens	35
7	VLAKKENKAART	37
LITERATUUR		41
WOORDENLIJST		43
TABELLEN		
1	Stratigrafisch overzicht van de beschreven afzettingen	16
2	Aan de effectieve wortelzone toegekende vochtkarakteristieken met volumefracties vocht bij verschillende pF-waarden	29

Blz.

3 K(h)-relaties per ondergrondtype 30
4 Standaard-ondergrondtypen 32
5 Overige onderscheiden ondergrondtypen 33
6 Overzicht van het aantal kaartvlakken per toegekende combinatie van vochtkarakteristieken, dikte van de effectieve wortelzone en ondergrondtype 34
7 Rekengegevens per kaartvlak 37

AFBEELDINGEN
1 Ligging van het waterwingebied Hengelo-Hasselo 14
2 Topografische kaart van ca. 1850 18
3 Isohypsenkaart van de berekende GLG uit de COLN-periode 25

BIJLAGE
Vlakkenkaart, schaal 1 : 10 000

WOORD VOORAF

In opdracht van de Landinrichtingsdienst te Utrecht heeft de Stichting voor Bodemkartering ten behoeve van de Technische Commissie Grondwaterbeheer (TCGB) van mei tot juli 1988 een bodemkundig-hydrologische inventarisatie uitgevoerd in het waterwingebied Hengelo-Hasselo. Het onderzoek omvatte onder meer het vastleggen van de huidige en de voormalige bodemkundig-hydrologische situatie. Als gevolg van wateronttrekking door het pompstation Hengelo-Hasselo is een grondwaterstandsverlaging opgetreden. In 1988 bedroeg de onttrekking 500 000 kubieke meter. 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 en projectleiding: G.H. Stoffelsen;
Coördinatie: J.M.J. Dekkers;
Wetenschappelijke begeleiding: ir. A.F. van Holst;
Redactie: I. Jensma;
Tekstverwerking: Y. van Pel;
Afwerking rapport: H.G. Meijnen-Roelofs;
Kartografie: H.A. Gijsbertse.
De organisatorische leiding van het project had het hoofd van de afd. Opdrachten, 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

In opdracht van de Landinrichtingsdienst te Utrecht heeft de Stichting voor Bodemkartering te Wageningen van mei tot juli 1988 een bodemkundig-hydrologische inventarisatie uitgevoerd in het waterwingebied Hengelo-Hasselo ten behoeve van de TCGB. Het doel van het onderzoek was het vastleggen van de huidige bodemkundig-hydrologische situatie. 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 de hydromorfe verschijnselen en van de COLN-buisgegevens uit de periode 1953-1955 (waarin overigens al een grondwateronttrekking was van ca. 0,3 miljoen kubieke meter per jaar). Het verschil tussen deze hydrologische situaties geeft de grondwaterstandsverlaging aan per kaartvlak. Mede met behulp van deze gegevens is het mogelijk de gevolgen van de grondwateronttrekking voor de gewasproduktie (navolgend) te berekenen.

Het gebied ligt in de gemeente Hengelo en heeft een oppervlakte van ca. 185 ha (exclusief bos, water, bebouwing en sportvelden). Er zijn ca. 180 grondboringen verricht tot maximaal 3,20 m - mv. (gemiddeld ca. 1 boring per 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 vlakkenkaart, schaal 1 : 10 000 (zie bijlage).

Het onderzoeksgebied ligt in het bekken van Hengelo dat voor of tijdens het Saalien is gevormd en in het Weichselien is opgevuld met fluvioperiglaciale afzettingen en dekzand. Op verschillende locaties is de voorkomende leem gewonnen voor de baksteen- en/of dakpanfabricage. Hierdoor zijn waterpartijen en plassen ontstaan die deels weer zijn opgevuld met afval. De fluvioperiglaciale afzettingen zijn in de hogere gebiedsdelen veelal afgedekt met dekzand. In de lagere gebiedsdelen (de beekdalen) zijn deze afzettingen plaatselijk ook afgedekt met dekzand en vervolgens zijn beekafzettingen (fluviatiel) bestaande uit lemig zand en klei afgezet (Formatie van Singraven).

Het gebied helt van oost naar west. Het hoogste gedeelte ligt langs de oostgrens van het gebied op ca. 18 m + NAP; het laagste gedeelte ligt aan de westkant op ca. 14 m + NAP.

De afwatering van het gebied vindt grotendeels plaats via kleine beken (o.a. de Tijertsbeek) en sloten.

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 bestaat voornamelijk uit zandgronden. Nabij de oude bewoningskernen komen oudere cultuurgronden voor met een humushoudend dek van meer dan 30-50 cm dikte. In de beekdalen worden hoofdzakelijk sterk tot zeer sterk lemige gronden aangetroffen (dikwijls bedekt door een kleidek), maar ook kleigronden. De tussenliggende gebieden bestaan veelal uit zwak tot sterk lemige gronden. In de ondergrond van zowel de zand- als de kleigronden komt op grote schaal leem voor.

De ligging van de gronden t.o.v. het huidige grondwaterniveau is voor het grootste deel van het gebied vrij hoog met de grondwatertrappen VI en VII. De relatief laagste gronden worden aangetroffen in de beekdalen met overwegend de grondwatertrappen III en V.

Voor het huidige GLG-niveau wordt in eerste instantie verwezen naar de isohypsenkaart van grondwaterstanden gemeten op 14 oktober 1983. Deze kaart is vervaardigd door de Waterleidingmaatschappij "Overijssel" N.V. en geeft een goede indicatie over de huidige gemiddeld laagste grondwaterstand.

Op basis van de verzamelde gegevens is een vlakkenkaart samengesteld met 108 vlakken. In tabel 7 zijn de rekengegevens per vlak opgenomen die gebruikt kunnen worden voor een berekening van opbrengstveranderingen door wateronttrekking. In de tabel zijn per vlak de volgende gegevens opgenomen: vlaknummer, bovengrond (de dikte van de effectieve wortelzone en de vochtkarakteristiek), nummer ondergrondtype, profielcode (TCGB), de huidige en de voormalige hydrologische situatie (gemiddeld hoogste, gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand en gemiddeld laagste grondwaterstand).

1 INLEIDING

1.1 Doel en opzet van het onderzoek naar de bodemgesteldheid, de huidige en voormalige hydrologische situatie

In de nabijheid van Hengelo onttrekt het pompstation Hengelo-Hasselo van de Waterleidingmaatschappij "Overijssel" N.V. (WMO) sedert 1934 grondwater voor de drinkwatervoorziening. Bodemgebruikers in dit gebied constateren een toename van droogteschade die zij toeschrijven aan een daling van het grondwaterniveau.

In juni 1987 verleende de Landinrichtingsdienst ten behoeve van de Technische Commissie Grondwaterbeheer (TCGB) opdracht tot het verrichten van een bodemkundig-hydrologische inventarisatie in het waterwingebied. 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, type ondergrond, en de voormalige en huidige hydrologische situatie.

Onder bodemgesteldheid verstaan we:
- de opbouw van de bodem tot 1,20 m - mv.;
- de aard, samenstelling en eigenschappen van de bodemhorizonten;
- het grondwaterstandsverloop.

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.

Bij ons onderzoek hebben we gebruik gemaakt van reeds eerder verzamelde bodemkundige en hydrologische gegevens, zoals van het kaartblad 28 Oost van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 (in voorbereiding), voorts van het bodemgeografisch onderzoek voor de Landinrichtingsdienst in Saasveld-Gammelke (Groot Obbink 1989, in voorbereiding).

Bij de verwerking en rapportage hebben we gebruik gemaakt van de opzet en de werkwijze zoals die in het bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het Waterwingebied Vlierden (Stoffelsen en Vroon 1989) zijn gehanteerd.

Om een 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 1,20 m - mv. vast te stellen, het grondwaterstandsverloop te schatten, en van iedere horizont de dikte, de aard van het

materiaal en de textuur te meten of te schatten. Van de bovengrond of bovenste horizont werd bovendien het humusgehalte geschat. De gegevens over het grondwaterstandsverloop verkregen we door bij iedere boring (maximaal tot 3,20 m - mv.) de gemiddeld hoogste en gemiddeld laagste grondwaterstand (GHG en GLG) te schatten en de actuele grondwaterstand te meten. De puntsgewijs verzamelde resultaten en de waargenomen veld- en landschapskenmerken, alsmede de topografie, stelden ons in staat in het veld de verbreiding van de gronden in kaart te brengen.

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 effectieve wortelzone, en over de ondergrond tot een diepte van maximaal 3,20 m - mv.

Werkwijze, resultaten en conclusies van ons onderzoek zijn weergegeven in het rapport en op een kaart. Rapport en kaart vormen één geheel en vullen elkaar aan. Het is daarom van belang rapport en kaart gezamenlijk te raadplegen.

1.2 Rapport en kaart

In hoofdstuk 2 geven we informatie over de ligging van het onderzochte gebied, de geogenese en de hoogteligging. Verder komen aan de orde de waterhuishoudkundige situatie, de ontginningsgeschiedenis, de begroeiing en het bodemgebruik.

In hoofdstuk 3 geven we een beschrijving van de bodemkundige en de hydrologische gegevens die tijdens het bodemgeografisch onderzoek in de vorm van profielbeschrijvingen zijn vastgelegd. Omdat veel gegevens in de profielbeschrijvingen op schattingen berusten, wordt in dit hoofdstuk tevens aangegeven hoe we deze schattingen controleerden.

In hoofdstuk 4 geven we een globale bodemkundige beschrijving van het onderzoeksgebied.

In hoofdstuk 5 geven we de reconstructie van de voormalige hydrologische situatie in de vorm van een isohypsenkaart van de COLN-periode weer. Eveneens wordt de huidige hydrologische situatie besproken. De bodemkundige en hydrologische gegevens, zoals die in het veld verzameld zijn, zijn niet zonder meer bruikbaar voor de bepaling van de opbrengstdepressie.

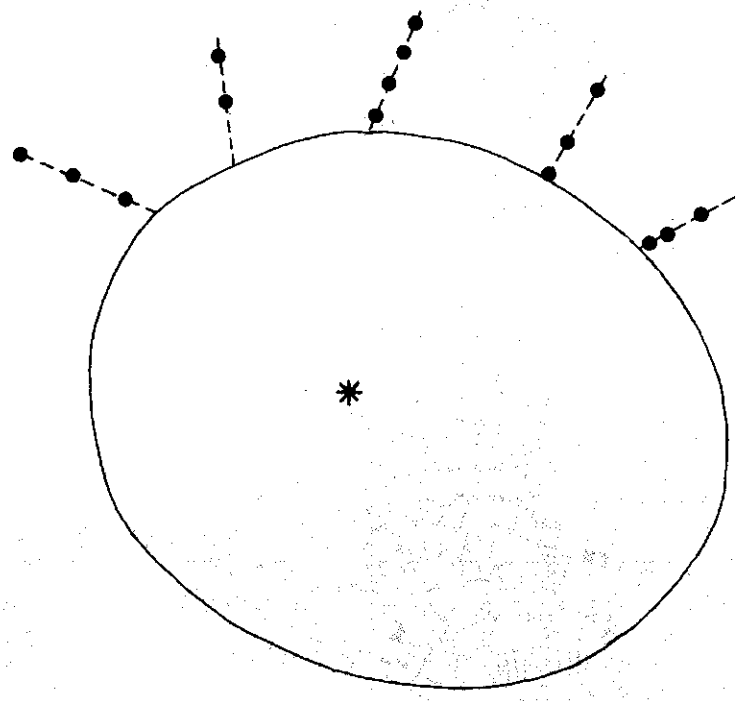
In hoofdstuk 6 wordt beschreven hoe deze veldgegevens omgezet zijn tot rekengegevens. Laatstgenoemde zijn op magneetband ter beschikking aan de opdrachtgever gesteld.

In hoofdstuk 7 wordt de vlakkenkaart beschreven.

Tenslotte zijn een lijst van geraadpleegde literatuur en een woordenlijst met een verklaring van gebruikte termen in het rapport opgenomen.

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%.

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).



8900072

Afb.1 Ligging van het watergebied Hengelo-Hasselo.
Schaal 1 : 25 000
Top. kaart 28H

✳ pompstation Hengelo-Hasselo

●–● waarnemingspunten (in raaien) waarin verlagingen zijn bepaald

2 FYSIOGRAFIE

2.1 Ligging en oppervlakte

Het waterwingebied rond het pompstation Hengelo-Hasselo ligt geheel in de gemeente Hengelo. Het onderzochte gebied ligt op kaartblad 28 H van de topografische kaart, schaal 1 : 25 000 (afb. 1). De gekarteerde oppervlakte bedraagt ca. 185 ha, exclusief water, bossen, bebouwing en sportvelden.

2.2 Geogenese

Het gebied ligt in het bekken van Hengelo. Dit bekken is tijdens of voor het Saalien gevormd (tabel 1) en in het Weichselien opgevuld met fluvioperiglaciale afzettingen en dekzand.

We treffen de fluvioperiglaciale afzettingen hoofdzakelijk aan in de diepere ondergrond (binnen boorbereik). Ze bestaan uit fijne tot grove zanden met grindsnoertjes en leemlagen (-laagjes) al dan niet met humeuze en venige bandjes. Deze fluvioperiglaciale afzettingen zijn in het Pleniglaciaal (Midden-Weichselien) gevormd onder sterk wisselende omstandigheden. Hierbij denken we aan verspoeling van dekzand, en aan beek- en hellingafzettingen al dan niet in zwak stromend of stilstaand water in ondiepe meren of plassen.

De meer of minder dikke leemlagen zijn gelaagd en hebben een lössachtig karakter. Het zwaartepunt in dit materiaal ligt bij de siltfractie (2-50 µm) en in het bijzonder bij de fractie van 16-50 µm. Op verschillende locaties is dit materiaal gewonnen voor de baksteen- en/of dakpanfabricage. Daardoor zijn waterpartijen en plassen ontstaan die deels weer zijn opgevuld met afval.

De fluvioperiglaciale afzettingen zijn, waar het de hogere gebiedsdelen betreft (globaal Gt VI en droger), veelal afgedekt met dekzand. In de lagere gebiedsdelen (de beekdalen) zijn deze afzettingen plaatselijk ook afgedekt met dekzand en vervolgens met beekafzettingen (fluviatiel) bestaande uit lemig zand en klei (Formatie van Singraven). Plaatselijk ontbreekt het dekzand als tussenlaag en ligt het lemige zand of de klei direct op het fluvioperiglaciale materiaal.

2.3 Hoogteligging

Het gebied vertoont een helling van oost naar west. Het hoogste gedeelte treffen we aan langs de oostgrens van het gebied op ca. 18 m + NAP; het laagste gedeelte vinden we langs de westgrens op ca. 14 m + NAP. Extreme hoogteverschillen op korte afstand doen zich niet voor.

Tabel 1 Stratigrafisch overzicht van de beschreven afzettingen.

6900072

Tijdsindeling						C 14-jaren	Afzettingen	
HOLOCEEN	Subatlanticum					2 900	Formatie van Kootwijk (stuifzand)	Formatie van Singraven (klei en veen)
	Subboreaal					5 000		
	Atlanticum					8 000		
	Boreaal					9 000		
	Praeboreaal					10 000		
PLEISTOCEEN	LAAT	WEICHSELIEN	LAAT (Laat-Glaciaal)		Late Dryas Stadiaal	11 000	Formatie van Twente	Jong Dekzand
					Allerød Interstadiaal	11 800		
					Vroege Dryas Stadiaal	12 000		
					Bølling Interstadiaal	13 000		
			MIDDEN (Pleniglaciaal)	Laat	Afwisseling van stadialen en interstadialen			Oud Dekzand afwisselend met löss en/of leemlagen en smeltwaterzanden (fluvioperiglaciale afzettingen)
				Midden				
				Vroeg				
			VROEG (Vroeg-Glaciaal)					
		Eemien				90 000		
	MIDDEN	Saalien				130 000	Formatie van Drente (keileem, keizand)	
		Holsteinien				200 000		
		Elsterien						
		"Cromerien"-complex				300 000		
	VROEG	Menapien				800 000	Formatie van Enschede	

2.4 Waterhuishoudkundige situatie

De afwatering van het gebied vindt grotendeels via kleine beken (o.a. de Tijertsbeek en de Houtmaatleiding) en sloten plaats; de stromingsrichting is van oost naar west. Genoemde waterlopen monden uit in de Bornsche Beek. In het bijzonder de beekdalen hebben in perioden van veel neerslag met wateroverlast te kampen. Dit wordt vooral veroorzaakt door het veelvul-

dig voorkomen van een kleidek. Hierdoor wordt de afvoer via de ondergrond sterk verhinderd. Ook komt in de beekdalen veel kwel voor, wat resulteert in het voorkomen van zeer veel roest en ijzerconcreties.

2.5 Ontginning

In het verleden (middeleeuwen) werd behalve naar uitbreiding van het landbouwareaal, ook gestreefd naar vermeerdering van opbrengsten dor bemesting. De voornaamste bron van mestbereiding was toen de potstal. Naast heide- en grasplaggen werd ook zand gebruikt. Hierdoor ontstond een zand-humusmengsel dat geschikt was voor bemesting van bouw- en grasland. Met deze potstalmest werden de gronden geleidelijk opgehoogd, waardoor een matig dik (30-50 cm) tot dik (meer dan 50 cm), humushoudend dek is ontstaan (de zgn. oude ontginningen).

Binnen het gebied komen verspreid enkele oude ontginningen voor, zoals de "oude" bouwlanden in de omgeving van Hengelo. Uit de topografische kaart van ca. 1850 (afb. 2) blijkt dat ongeveer de helft van het gebied was ontgonnen, waarvan een gedeelte in de beekdalen.

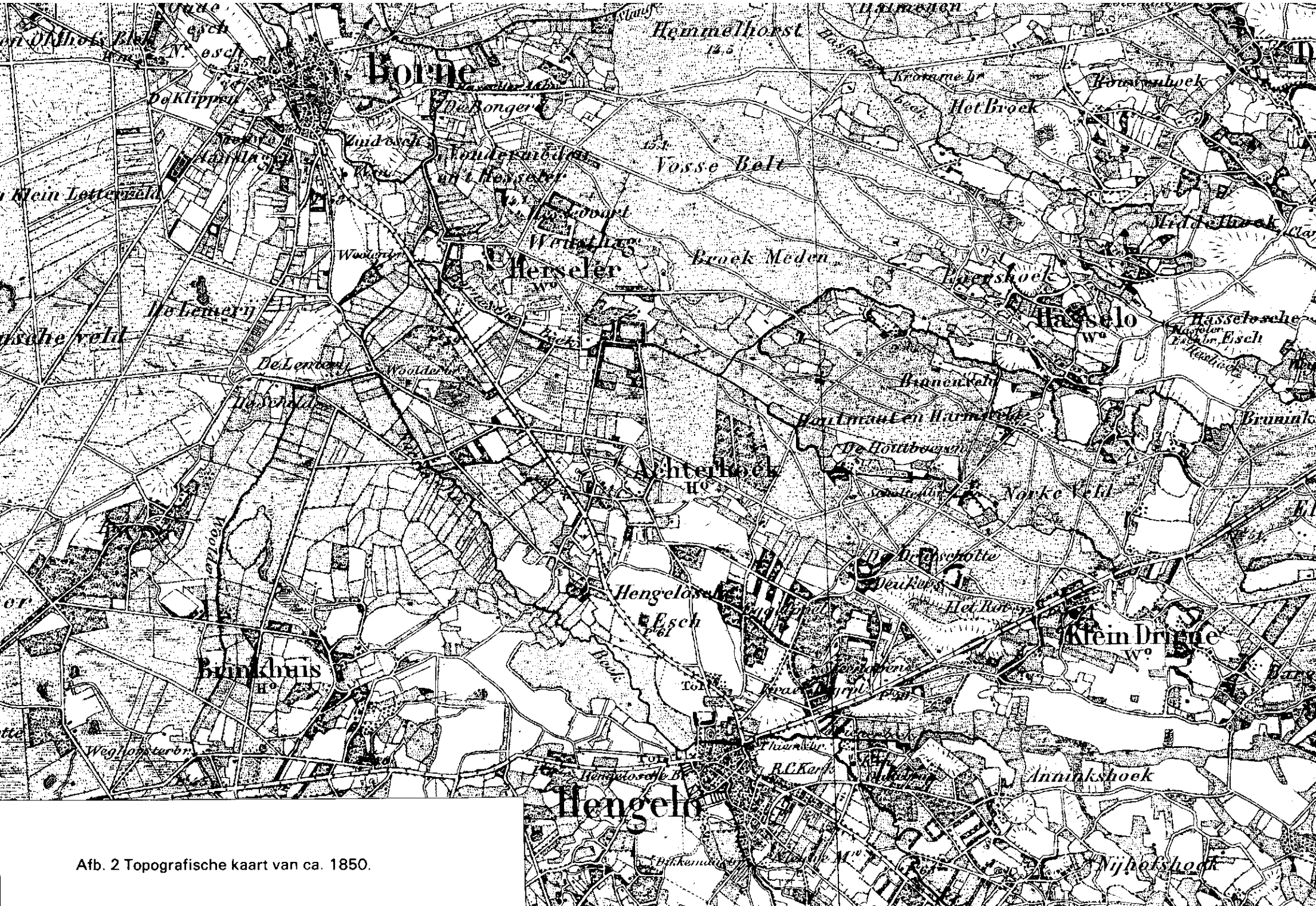
Omstreeks de eeuwwisseling kon door de komst van kunstmest en verbetering van ontginningstechnieken (mechanisatie) de rest van het gebied ontgonnen worden (de zgn. jonge ontginningsgronden). Behoudens de kleine boscomplexen en de waterpartijen is momenteel het gehele gebied in cultuur genomen.

2.6 Begroeiing

Wanneer we de kleine boscomplexen buiten beschouwing laten (deze zijn niet in het onderzoek betrokken), dan is de begroeiing vooral langs de wegen en rond de boerderijen geconcentreerd. Op de hogere, drogere gronden komen voornamelijk berken, eiken en meidoorn voor; op de lagere, nattere gronden (o.a. de beekdalen) worden els, wilg, populier en es aangetroffen.

2.7 Bodemgebruik

Het grootste deel van de oppervlakte cultuurgronden is nu in gebruik voor weidebouw. Dit geldt in het bijzonder voor de nattere gronden in de beekdalen. Daarnaast wordt op de hoger gelegen ontginningsgronden op grote schaal snijmaïs verbouwd. Verder worden verspreid over het gebied gewassen geteeld als suikerbieten, veldbonen en erwten. Tevens komen enkele boomkwekerijen in het gebied voor.



Afb. 2 Topografische kaart van ca. 1850.

4 GLOBALE BODEMKUNDIGE BESCHRIJVING

Er komen in dit gebied twee soorten gronden voor:
- zandgronden (ca. 95% van de oppervlakte);
- kleigronden (ca. 5% van de oppervlakte).

4.1 Zandgronden

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 deze zandgronden 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 70 cm. Het organische-stofgehalte varieert bij alle gronden van 2-9%.

Naar de aard van de pedogene en geogene processen en de daardoor ontstane bodemhorizonten zijn de zandgronden onderverdeeld in humuspodzolgronden, eerdgronden en vaaggronden. Aan deze onderverdeling zal binnen het kader van dit onderzoek geen verdere aandacht worden besteed.

In de beekdalen treffen we zandgronden aan met een kleidek dat dunner is dan 40 cm. Het lutumpercentage varieert sterk, maar ligt meestal tussen 10% en 30%. In de ondergrond komt op veel plaatsen fluvioperiglaciale leem binnen boorbereik (320 cm diepte) voor. Naarmate deze leem hoger in het profiel voorkomt, is de storende invloed op de verticale waterbeweging duidelijker waarneembaar.

4.2 Kleigronden

Kleigronden zijn minerale gronden (zonder moerige bovenlaag of moerige tussenlaag) waarvan het minerale deel tussen 0 en 80 cm diepte voor meer dan de helft van die dikte uit klei bestaat (materiaal met meer dan 8% lutum). De dikte van de humushoudende bovengrond varieert van 15 tot 30 cm, het organische-stofgehalte van 3 tot 8% en het lutumgehalte van 8 tot 30%. Op enkele plaatsen is het kleipakket vrij dik (minstens 120 cm). Op andere plaatsen komt tussen de kleilaag en de fluvioperiglaciale leem een dekzandlaagje voor, variërend in dikte van enkele centimeters tot enkele decimeters. Soms ontbreekt dit dekzandlaagje geheel en ligt de beekklei direct op de fluvioperiglaciale leem. De kleigronden worden in dit gebied uitsluitend in beekdalen aangetroffen.

In de beekdalen komen zand- en kleigronden voor met kwel. Het

kwelwater is afkomstig van de hoger gelegen gronden; het water is doorgaans zeer ijzerrijk. Het ijzer wordt in deze gronden in verschillende vormen aangetroffen o.a.:

- als oranjebruine, grote of kleine, grillig gevormde roestvlekken;
- homogeen over het profiel verdeeld; de grond is dan okerkleurig, waardoor het humusgehalte van de bovengrond lager lijkt dan het in werkelijkheid is;
- in kleine korrels of brokjes, ook wel concreties genoemd.

Gronden met veel ijzer worden "rodoornig" genoemd.

5 HYDROLOGISCHE SITUATIE

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) (Van Heesen en Westerveld 1966). 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 half jaar van 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 halfjaar van 1 april t/m 30 september. We gaan hierbij uit van twee metingen per maand op of omstreeks de 14e en de 28e, in geheel geperforeerde buizen van 2-3 m lengte. Uit het GHG- en het GLG-niveau kan de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) worden berekend. De waarden die we voor de GHG en de GLG aantreffen, kunnen van plaats tot plaats sterk variëren.

Tot één van de belangrijkste facetten van dit onderzoek behoorde het vaststellen van de huidige hydrologische situatie. Daarnaast was het onderzoek er op gericht om op plaatsen waar een daling van het grondwaterniveau werd waargenomen, zo mogelijk ook de voormalige situatie op te nemen.

De schattingen van het huidige GLG-niveau hebben we vergeleken met grondwaterstanden gemeten in buizen van o.a. DGV/TNO en WMO. In deze grondwaterstandsbuizen zijn sinds 1983 of eerder metingen verricht. De schattingen van de voormalige situatie van het GLG-niveau zijn vergeleken met de resultaten van grondwaterstandsmetingen in COLN-buizen (periode 1953-1955).

Voor het vaststellen van het GHG-niveau, zowel het huidige als het voormalige, wordt vooral gebruik gemaakt van hydromorfe verschijnselen in het profiel en van grondwaterstanden gemeten in boorgaten en buizen.

5.1 Huidige hydrologische situatie

Om de huidige GLG te karakteriseren wordt doorgaans het niveau van de permanent gereduceerde zone 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 het huidige GHG- en GLG-niveau werd de grondwaterstand gemeten in boorgaten. Deze grondwaterstanden zijn vergeleken met de gemeten grondwaterstanden in één of meer grondwaterstandsbuizen uit de directe omgeving, waarvan het GHG-niveau en het GLG-niveau bij benadering bekend waren. In het onderzoeksgebied worden hoofdzakelijk in de beekdalen gronden met ondiepe zomergrondwaterstanden aangetroffen (< 120 cm - mv.). De matig diepe (120-200 cm - mv.) en diepe zomergrondwaterstanden (> 200 cm - mv.) komen hoofdzakelijk voor in de jonge en oudere ontginningen en in de nabije omgeving van het pompstation. 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.

Ons baserende op het voorgaande hebben we de huidige hydrologische situatie (GHG, GLG en het hieraan gekoppelde GVG-niveau) vastgesteld (tabel 7).

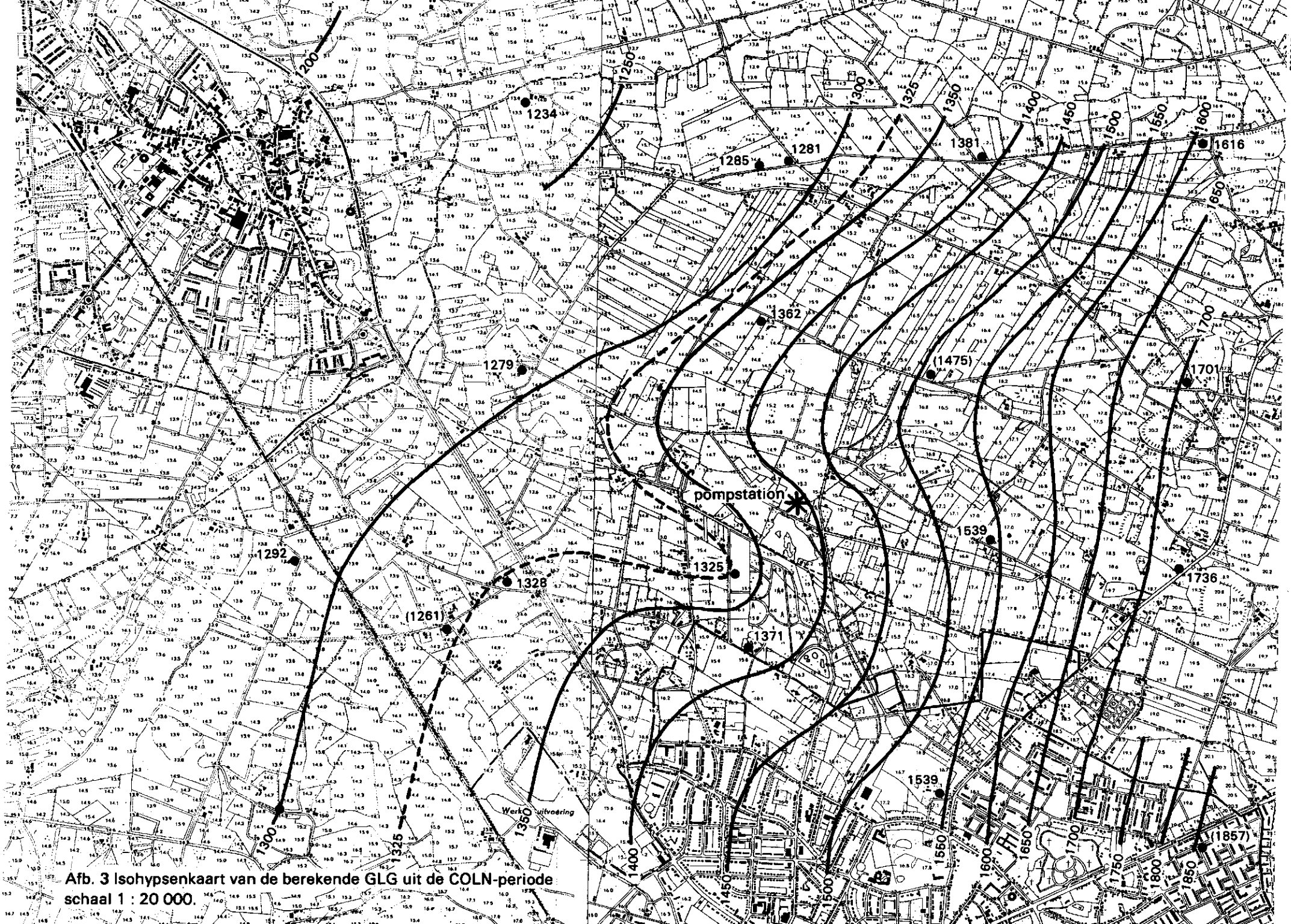
5.2 Reconstructie van de voormalige hydrologische situatie

Voor de voormalige hydrologische situatie die niet 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 een isohypsenkaart gemaakt (afb. 3). Hierbij moet echter worden opgemerkt dat in die periode al een grondwateronttrekking van ca. 0,3 miljoen kubieke meter per jaar plaatsvond, wat ook duidelijk uit het isohypsenpatroon kan worden afgeleid, hoewel de deuk in het isohypsenpatroon niet geheel samenvalt met de ligging van het pompstation.

Onze geschatte, voormalige GLG is achteraf getoetst aan de gemeten standen op de genoemde data zonder hieraan overigens een absolute waarde toe te kennen. De geschatte voormalige GLG is niet gecorrigeerd voor de invloed van de toenmalige onttrekking.

Voor het vaststellen van het voormalige GHG-niveau in het bijzonder, ontbreekt meestal het hulpmiddel van hydromorfe verschijnselen. Daarom worden vooral topografische kenmerken, zoals relatieve hoogteligging, de aanwezigheid van sloten en begroeiing bij de vaststelling betrokken. Verder kunnen we in enkele gevallen uitgaande van het geschatte, voormalige GLG-



Afb. 3 Isohypsenkaart van de berekende GLG uit de COLN-periode schaal 1 : 20 000.

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 7) vermeld.

5.3 Enkele boringen in raaien buiten het onderzoeksgebied

Ook buiten het onderzoeksgebied zijn op enkele locaties diepere boringen verricht (afb. 1) om na te gaan of er ook buiten het directe invloedsgebied van het pompstation sprake is van een grondwaterstandsverlaging:

- ten noorden van de autoweg is in vijf raaien met ca. 3 boringen per raai de verlaging van het GLG-niveau geschat;
- ten zuiden van de autoweg zijn buiten het onderzoeksgebied geen extra boringen verricht, omdat dit vanwege bestaande of op korte termijn te realiseren bebouwing niet zinvol is;
- op basis van dikwijls vage kenmerken kan worden opgemerkt, dat hier verlagingen van 20-30 cm als zeer waarschijnlijk geacht moeten worden;
- deze tendens is binnen alle vijf raaien waargenomen, zowel vlakbij het directe invloedsgebied als ca. 400 m hiervan verwijderd.

6 VERWERKING TOT REKENGEGEVENS

De verzamelde bodemfysische en hydrologische gegevens worden gebruikt om het opbrengstniveau te bepalen. De opbrengstverandering als gevolg van de grondwaterstandsverlaging wordt 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 grondwaterstandsdaling (De Laat 1972).

De bodemkundige en hydrologische gegevens zijn niet alle direct bruikbaar zoals die in het veld zijn verzameld; zij behoeven schematisering en generalisatie. Bij de bepaling van de opbrengstdepressie door vochttekort gaan we er vanuit 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, en 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.

6.1 Effectieve wortelzone

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

De voorraad opneembaar bodemvocht in de effectieve wortelzone wordt bepaald door de dikte van deze zone en door de hoeveelheid beschikbaar vocht per decimeter: dit is het verschil tussen het evenwichtsvochtgehalte aan het begin van het groeiseizoen en het vochtgehalte bij het verwelkingspunt (pF 4,2). De totale hoeveelheid beschikbaar vocht kan bij een gegeven voorjaarsgrondwaterstand uit de vochtkarakteristiek van de effectieve wortelzone worden afgeleid.

De dikte van de bewortelbare zone 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 diepte van beworteling afgegrensd. De dikte van de bewortelbare zone is in centimeters weergegeven, waarbij als maximale dikte 40 cm is aangehouden.

We hebben verondersteld, dat het wortelstelsel van gras niet in staat is de grond tot dieper dan 40 cm - mv. tot het verwelkingspunt uit te putten. Bij verschillende gronden, vooral bij de enkeerdgronden en diep verwerkte gronden, is de bewortelbare diepte echter groter, zodat mogelijk door diep wortelende gewassen meer vocht onttrokken kon worden.

Om de hoeveelheid beschikbaar vocht vast te stellen hebben we

gebruik gemaakt van een schema waarin op basis van een reeks standaard-vochtkarakteristieken een relatie is vastgesteld tussen humus- en leemgehalte enerzijds en het percentage vocht bij diverse vochtspanningen anderzijds.

Met deze relatie is aan de effectieve wortelzone van elke boring een gemiddelde vochtkarakteristiek toegekend (tabel 2). De vochtkarakteristieken nr. 4 t/m nr. 23 zijn afkomstig uit de reeks standaardvochtkarakteristieken samengesteld door de afdeling Bodemfysica en Hydrologie van de Stichting voor Bodemkartering (Krabbenborg 1983). De vochtkarakteristieken B8 en B10 zijn afkomstig uit de Staringreeks (Wösten, Bannink en Beuving 1987).

Getracht is tijdens de veldopname vlakken met gelijke of vrijwel gelijke eigenschappen van de bovengrond (dikte en vochtkarakteristiek) af te grenzen.

In totaal zijn in dit gebied 10 vochtkarakteristieken onderscheiden. De vochtkarakteristieken 4 t/m 7 zijn toegekend aan de hoge en middelhoge zandgronden. Het zijn doorgaans de relatief hoogst gelegen delen van het gebied met de meest schrale bovengronden die zijn onderscheiden. Deze gronden zijn zwak tot sterk lemig en het organische-stofgehalte varieert van 3 tot 7%. Vochtkarakteristiek 4 is de variant met het laagste organische-stof- en leemgehalte, vochtkarakteristiek 7 de variant 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 is de vochtkarakteristiek 12 toegekend. Deze gronden zijn zwak tot sterk lemig en het organische-stofgehalte kan variëren van 3 tot 6%.

Aan de effectieve wortelzones van de zandgronden in de beekdalen zijn vochtkarakteristieken 21 t/m 23 toegekend. De bovengronden zijn over het algemeen zwak tot sterk lemig, het organische-stofgehalte varieert van 3-8%. Bovengronden met vochtkarakteristiek 21 hebben relatief het geringste en met 23 relatief het hoogste percentage leem en organische stof.

De vochtkarakteristieken B8 en B10 zijn toegekend aan bovengronden die uit matig lichte zavel tot lichte klei bestaan. Het organische-stofgehalte varieert van 3 tot 8%.

Voor de Technische Commissie Grondwaterbeheer (TCGB) is een aparte vochtkarakteristiekenindeling gemaakt. Niet alleen op basis van de grafische weergave van de vochtkarakteristieken, maar ook uit de proefberekeningen blijkt een onderlinge verwantschap tussen een aantal curven te bestaan. Het is daarom verantwoord het aantal vochtkarakteristieken, zoals die bij de inventarisatie zijn toegekend terug te brengen van 10 naar 4 (3e kolom van tabel 2). De vochtkarakteristieken B en C van de TCGB zijn gelijk aan de vochtkarakteristieken nrs. 5 en 12, en de overige vochtkarakteristieken zijn daarbij ondergebracht. Met deze TGCB-indeling kan op gemakkelijke wijze gebruik gemaakt worden van de TCGB-depressietabellen.

Tabel 2 Aan de effectieve wortelzone toegekende vochtkarakteristieken met volumefracties vocht bij verschillende pF-waarden.

Vochtkarakteristiek			Volumefractie vocht (%)														
nr.	STIBOKA-indeling	TCSB-indeling	|h|(cm)	0	10	20	31	50	100	200	250	500	1000	2500	5000	10 000	16 000
			pF	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
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
12	(III-1-5)	C		46	43	42	41	37	30	24	22	18	14	11	9	8	7
21	(VII-1-2)	C		42	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
B8	(Star. reeks)	B8		40	38	37	36	35	33	28	27	23	20	16	13	11	10
B10	(,,)	B10		45	41	40	39	38	37	36	35	32	26	22	19	16	14

6.2 Capillair geleidingsvermogen

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 wortelzone tot het grondwater (z) met de tijd, alsmede door het capillair geleidingsvermogen (K(h)-relatie) van de ondergrond. Naar het verband tussen de aard en samenstelling (in het bijzonder het leemgehalte) enerzijds en het capillair geleidingsvermogen anderzijds, hebben we de ondergronden getypeerd. Hierbij is met een lettercode de aard van het materiaal en de positie hiervan in het profiel in decimeters t.o.v. de onderkant van de effectieve wortelzone aangegeven. Met deze gegevens is voor elk vlak van de vlakkenkaart (zie bijlage) een gemiddelde typering gegeven. Dit resulteerde in 56 verschillende ondergrondtypen. De typering van de ondergrond, weergegeven in tabel 3, is uitgedrukt t.o.v. de onderzijde van de effectieve wortelzone.

Tabel 3 K(h)-relaties per ondergrondtype.

Nummer onder-gr.type STIBOKA	Onder-grond type TCGB	1e laag diepte*	1e laag code K(h)-relatie	2e laag diepte*	2e laag code K(h)-relatie	3e laag diepte*	3e laag code K(h)-relatie	4e laag diepte*	4e laag code K(h)-relatie
1	12	> 0	mzk						
2	13	0- 20	sl	> 20	t				
3	21	0- 90	sl	> 90	t				
4	19	0- 40	zl	> 40	t				
5	20	0- 70	zl	> 70	t				
6	20	0- 90	zl	> 90	t				
7	15	0- 70	bk	> 70	zl				
8	19	0-140	la	> 140	x				
9	17	0- 30	bk	> 30	zz				
10	15	0- 80	bk	> 80	la				
11	19	0- 40	sl	> 40	bl				
12	21	0- 50	sl	> 50	la				
13	4	0-100	zl	> 100	t				
14	4	0-140	zl	> 140	t				
15	4	0- 40	zl	> 40	la				
16	19	0- 50	sl	> 50	bl				
17	4	0- 90	zl	> 90	bl				
18	21	0-140	zl	> 140	sl				
19	18	0- 40	bk	40- 80	zl	> 80	t		
20	14	0- 10	sl	10- 60	t	> 60	la		
21	13	0- 20	sl	20- 30	zl	> 30	t		
22	20	0- 30	sl	30- 70	zl	> 70	t		
23	19	0- 40	sl	40- 70	t	> 70	la		
24	13	0- 30	zl	30- 60	x	> 60	la		
25	19	0- 20	zl	20- 50	la	> 50	t		
26	20	0- 20	zl	20- 80	la	> 80	t		

Tabel 3 vervolg.

Nummer onder-gr.type STIBOKA	Onder-grond type TCGB	1e laag diepte*	1e laag code K(h)-relatie	2e laag diepte*	2e laag code K(h)-relatie	3e laag diepte*	3e laag code K(h)-relatie	4e laag diepte*	4e laag code K(h)-relatie
27	21	0-120	zl	120-150	v	> 150	t		
28	19	0- 60	zl	60- 90	t	> 90	zl		
29	19	0- 40	la	40- 90	bl	> 90	la		
30	19	0- 10	sl	10- 50	zl	> 50	bl		
31	13	0- 10	zl	10-130	v	> 130	t		
32	20	0- 20	zl	20-120	la	> 120	t		
33	20	0- 20	zl	20-170	la	> 170	t		
34	19	0- 20	zl	20- 60	la	> 60	bl		
35	19	0- 40	zl	40- 60	bl	> 60	sl		
36	20	0- 40	zl	40-100	la	> 100	t		
37	4	0- 60	zl	60-130	la	> 130	t		
38	19	0- 60	zl	60-110	x	> 110	la		
39	19	0- 60	zl	60-130	t	> 130	zl		
40	4	0- 70	zl	70-110	la	> 110	t		
41	20	0- 70	zl	70-100	t	> 100	la		
42	20	0- 80	zl	80-130	bl	> 130	v		
43	20	0- 90	zl	90-120	x	> 120	sl		
44	22	0- 20	zz	20-130	zl	> 130	v		
45	22	0- 50	zz	50- 80	sl	> 80	zl		
46	21	0- 20	hzl	20-130	la	> 130	t		
47	10	0- 30	hzl	30- 80	zl	> 80	la		
48	19	0-100	la	100-120	t	> 120	la		
49	19	0- 50	zl	50-120	bl	> 120	la		
50	16	0- 10	sl	10- 40	bl	40-140	zl	> 140	t
51	21	0- 40	sl	40- 90	zl	90-140	bl	> 140	t
52	19	0- 40	zl	40- 50	vz	50-130	zl	> 130	t
53	19	0- 60	zl	60- 90	x	90-140	la	> 140	t
54	10	0- 30	hzl	30- 90	zl	90-130	la	> 130	t
55	21	0- 30	sl	30-100	zl	100-120	v	> 120	bl
56	21	0- 30	hzl	30- 90	zl	90-120	bl	> 120	la

* cm t.o.v. onderkant wortelzone.

Voor de verschillende materiaalsoorten hebben we de volgende lettersymbolen gebruikt:

la = leemarm zand
zl = zwak lemig zand
sl = sterk lemig zand
bk/bl = beekklei/-leem
hzl = humushoudend, zwak lemig zand
v = moerig materiaal
zz = zware zavel
mzk = matig zware klei
t en x = fluvioperiglaciale klei/leem

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 0-20hzl/20-100zl/>100v als volgt worden geïnterpreteerd: onder de wortelzone bestaat het profiel uit 20 cm humushoudend, zwak lemig zand (hzl), vervolgens van 20-100 cm uit zwak lemig zand (zl), op 100 cm overgaand in moerig materiaal (v).

Aan bovengenoemde materiaalsoorten kennen we voor de bepaling van de opbrengstdepressies bodemfysische parameters (K(h)-relaties) toe. Deze bodemfysische parameters kunnen zowel ontleend worden aan literatuur, maar ook worden bepaald als resultaat van recent uitgevoerde metingen.

Door de variatie in diepte en dikte van de ondergrondlagen ontstaat een grote verscheidenheid aan ondergrondtypen. Deze ondergrondtypen kunnen echter qua vochtleverantie veelal een grote mate van overeenkomst vertonen. Op grond hiervan zijn op verzoek van de opdrachtgever zoveel mogelijk ondergrondtypen ingedeeld in een reeks van standaard-ondergrondtypen (tabel 4) die door de TCGB zijn opgesteld t.b.v. de depressie-tabellen.

Tabel 4 Standaard-ondergrondtypen (TCGB-indeling 1988).

Ondergrondtype	Opbouw van de ondergrond
1	homogeen O5, kritieke z-afstand 50 cm
2	homogeen L22, kritieke z-afstand 70 cm
3	homogeen O1, kritieke z-afstand 90 cm
4*	homogeen O2, kritieke z-afstand 110 cm
5	homogeen R4, kritieke z-afstand 130 cm
6	grof zand O5, op 25 cm beneden wortelzone (O1/ 25, O5)
7	grof zand O5, op 60 cm beneden wortelzone (O1/ 60, O5)
8	leemlaag O6, 25-60 cm beneden wortelzone (O1/ 25, O6/ 60, L22)
9	leemlaag O6, 60-100 cm beneden wortelzone (O1/ 60, O6/ 100, L22)
10*	humeuze laag B2, 0-30 cm beneden wortelzone (B2/ 30, O1)
11	moerige laag O16, laag 0-20 cm beneden wortelzone (O16/ 20, O1)

(*) in dit onderzoeksgebied onderscheiden.

Een groot aantal ondergrondtypen is vanwege het afwijkend karakter (gebaseerd op z-afstand en verzadigingstekort) niet onder te brengen in deze reeks. Daarom zijn ze ondergebracht in een afzonderlijke tabel (tabel 5). Het aantal onderscheiden ondergrondtypen is hierdoor gereduceerd van 56 tot 13.

Tabel 5 Overige onderscheiden ondergrondtypen.

Ondergrondtype	Opbouw van de ondergrond
12	O12
13	O2/ 30,O6/ 60,O1
14	R4/ 10,O6/ 60,O1
15	O11/ 80,O1
16	R4/ 10,O11/ 40,O2/ 140,O6
17	O11/ 30,O10
18	O11/ 40,O2/ 80,O6
19	O2/ 40,O6
20	O2/ 70,O6
21	R4/ 40,O2/ 90,O11/ 140,O6
22	O11/ 20,O2/ 130,O16

Verklaring van de gebruikte codes

B2	= zwak lemig zand	(bovengrondtype Staringreeks)
O1	= leemarm zand	(ondergrondtype Staringreeks)
O2	= zwak lemig zand	(,,)
O5	= grof zand	(,,)
O6	= fluvioperiglaciale leem/klei	(,,)
O10	= zware zavel	(,,)
O11	= lichte klei	(,,)
O12	= matig zware klei	(,,)
O16	= moerig materiaal	(,,)
R4	= sterk en zeer sterk lemig zand	(Rijtema 1971)

Voor een willekeurig vlak moet bijvoorbeeld een ondergrond O2/ 30,O6/ 60,O1 als volgt worden geïnterpreteerd ongeacht de dikte van de effectieve wortelzone: onder de effectieve wortelzone bestaat dit profiel uit zwak lemig zand (O2), op 30 cm uit fluvioperiglaciale leem/klei (O6) en op 60 cm uit leemarm zand (O1).

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

In tabel 6 is een overzicht gegeven van de toegekende vochtkarakteristieken, dikte van de effectieve wortelzones en ondergrondtypen. Ondergrondtypen 4, 19 en 20 zijn het sterkst vertegenwoordigd en de ondergrondtypen 12, 14, 16 en 17 komen slechts eenmaal voor.

Tabel 6 Overzicht van het aantal kaartvlakken per toegekende combinatie van vochtkarakteristieken, dikte van de effectieve wortelzone en ondergrondtype (Standaard-profielcode van TCGB).

Effectieve wortelzone: vochtkarakteristiek	B					C					B8					B10					Totaal
dikte (cm)	20	25	30	35	40	20	25	30	35	40	20	25	30	35	40	20	25	30	35	40	
ondergrondtype																					
4		2	9	6				3				2									22
10					2																2
12																	1				1
13		1					2	2				3									8
14		1																			1
15				1													1				2
16			1																		1
17																	1				1
18																	1	1			2
19		14	3	1			2						1				3				24
20		10	8	4			5	1				3	2								33
21			2	1	3		1	1									1				9
22																	2				2
Totaal		28	23	13	5		10	7				8	3				10	1			108

6.3 Hydrologische gegevens

Voor de berekening van de opbrengstdepressies worden twee hydrologische parameters ingevoerd, de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) voor zowel de uitgangssituatie als de huidige verlaagde situatie. Voor gras wordt 1 april aangehouden als begin van het groeiseizoen. De gemiddelde grondwaterstand op die datum wordt aangeduid als GVG.

De GVG kan worden vastgesteld met de formule GVG = 5,4 + 0,83GHG + 0,19GLG (Van der Sluijs 1982). Deze formule gaat alleen op voor zgn. "open profielen", profielen zonder storende lagen boven het GLG-niveau.

Waar storende lagen voorkomen, is een andere procedure gevolgd om de GVG af te leiden. Hierbij is een schatting gemaakt van de GVG, afhankelijk van de begindiepte van de storende laag en de GLG. Het resultaat hiervan is dat het verschil tussen GHG en GVG kleiner wordt naarmate de storende laag ondieper begint.

Zoals is vermeld in par. 3.3 zijn de schattingen gerelateerd aan de verrichte metingen in de grondwaterstandsbuizen. Waar de gemeten standen te veel afweken van de schattingen, zijn de schattingen bijgesteld.

In tabel 7 zijn de rekengegevens per kaartvlak aangegeven. Zij omvatten de gegevens van de bovengrond (dikte en nr. van de vochtkarakteristiek), het ondergrondtype, de profielcode van TCGB, de huidige en de voormalige hydrologische situatie in termen van GHG, GVG en GLG.

De vlaknummers corresponderen met de nummers van de vlakken op de vlakkenkaart (zie bijlage).

7 VLAKKENKAART

Op de vlakkenkaart (bijlage) is het gebied onderverdeeld in 108 kaartvlakken. De profielen binnen een vlak vertonen overeenkomst in de dikte en aard van de effectieve wortelzone, de opbouw van de ondergrond en de huidige en de voormalige hydrologische toestand. Tijdens het bodemgeografisch onderzoek hebben we met de gegevens in het veld (zie hfdst. 3) zoveel mogelijk de vlakken op de veldkaarten, 1 : 5000, afgegrensd.

De definitieve vlakkenkaart is getekend op schaal 1 : 10 000. Om voor deze kaartschaal een aanvaardbare (minimum) vlakgrootte te verkrijgen zijn de bodemfysische en de hydrologische combinaties beperkt. Daartoe werden deze gegevens geschematiseerd en gegeneraliseerd. In totaal zijn 108 vlakken onderscheiden. De gemiddelde vlakgrootte bedraagt ca. 2 ha. De vlakken zijn zoveel mogelijk van noordwest naar zuidoost genummerd. De rekengegevens die bij elk vlak behoren, zijn aangegeven in tabel 7 en beschreven in hoofdstuk 6.

Tabel 7 Rekengegevens per kaartvlak.

Vlaknummer	Bovengrond		Ondergrondtype nr.	Profielcode (TCGB)			Huidige hydrologische situatie			Voormalige hydrologische situatie		
	dikte (cm)	vochtkarakteristiek nr.		dikte (cm)	vochtkarakteristiek	code standaard ondergrond	GHG (cm - mv.)	GVG (cm - mv.)	GLG (cm - mv.)	GHG (cm - mv.)	GVG (cm - mv.)	GLG (cm - mv.)
1	25	B8	36	25	B8	20	30	55	140	20	45	120
2	35	6	14	35	B	4	70	100	190	55	80	160
3	25	B8	5	25	B8	20	25	50	130	15	40	110
4	35	6	6	35	B	20	60	85	160	50	75	140
5	25	B8	14	25	B8	4	50	80	170	40	65	150
6	25	22	5	25	B	20	25	55	140	20	45	120
7	30	6	37	30	B	4	90	120	220	70	100	180
8	35	6	13	35	B	4	60	90	190	40	70	160
9	30	6	14	30	B	4	100	130	200	70	95	170
10	25	22	4	25	B	19	15	40	120	10	30	90
11	30	21	21	30	C	13	30	50	130	20	40	100
12	30	4	14	30	C	4	60	90	180	35	60	130
13	35	7	13	35	B	4	65	95	180	40	65	130
14	35	7	28	35	B	19	45	75	170	30	55	130
15	35	6	27	35	B	21	90	120	220	60	85	160
16	25	B8	31	25	B8	13	30	60	150	20	45	120
17	25	6	36	25	B	20	70	100	200	30	55	140
18	30	4	32	30	C	20	110	140	230	60	85	150
19	25	5	33	25	B	20	140	170	250	80	105	180
20	25	12	6	25	C	20	30	55	140	20	40	100
21	25	7	5	25	B	20	50	75	190	30	60	150
22	35	6	26	35	B	20	90	115	240	40	65	140
23	25	22	4	25	B	19	40	65	200	25	50	130

Tabel 7 vervolg.

Vlak-nummer	Bovengrond dikte (cm)	Bovengrond vocht-karakteristiek nr.	Ondergrondtype nr.	Profielcode (TCGB) dikte (cm)	Profielcode (TCGB) vocht-karakteristiek	Profielcode (TCGB) code standaard ondergrond	Huidige hydrologische situatie GHG (cm - mv.)	Huidige hydrologische situatie GVG (cm - mv.)	Huidige hydrologische situatie GLG (cm - mv.)	Voormalige hydrologische situatie GHG (cm - mv.)	Voormalige hydrologische situatie GVG (cm - mv.)	Voormalige hydrologische situatie GLG (cm - mv.)
24	40	6	46	40	B	21	140	170	260	60	90	170
25	25	21	5	25	C	20	20	50	140	10	35	100
26	25	B8	5	25	B8	20	30	60	160	20	45	120
27	30	B8	22	30	B8	20	20	50	150	10	35	120
28	30	6	26	30	B	20	50	80	170	35	60	140
29	35	5	37	35	B	4	80	110	210	60	90	170
30	30	6	14	30	B	4	35	70	180	25	55	150
31	30	6	14	30	B	4	70	100	190	50	75	160
32	35	6	13	35	B	4	50	80	180	30	60	150
33	25	22	5	25	B	20	20	45	130	15	40	110
34	40	6	46	40	B	21	70	100	180	50	75	160
35	40	6	47	40	B	10	110	140	230	95	125	210
36	30	22	50	30	B	16	25	55	140	15	40	120
37	30	22	5	30	B	20	20	45	120	10	35	100
38	30	23	52	30	B	19	25	45	130	15	40	110
39	25	5	33	25	B	20	60	90	170	40	65	140
40	25	12	5	25	C	20	35	60	140	25	45	110
41	30	B10	19	30	B10	18	20	50	140	10	35	110
42	30	5	41	30	B	20	60	85	200	30	55	130
43	30	6	14	30	B	4	100	135	240	60	90	170
44	30	4	15	30	C	4	80	115	220	40	65	150
45	30	12	24	30	C	13	35	60	170	25	50	120
46	25	B8	24	25	B8	13	20	35	125	10	35	100
47	25	12	38	25	C	19	55	70	160	40	65	130
48	25	7	41	25	B	20	50	80	180	35	65	150
49	35	22	7	35	B	15	20	35	130	10	35	110
50	25	B10	45	25	B10	22	10	35	110	10	30	90
51	30	6	48	30	B	19	60	90	180	40	65	140
52	25	22	23	25	B	19	30	50	140	20	45	120
53	25	22	20	25	B	14	20	35	130	10	35	110
54	40	7	56	40	B	21	90	120	200	70	95	170
55	25	7	15	25	B	4	60	90	190	40	70	160
56	30	23	12	30	B	21	50	75	140	30	50	100
57	25	7	29	25	B	19	40	70	160	25	50	120
58	25	B10	10	25	B10	15	10	35	100	5	25	90
59	30	6	6	30	B	20	40	70	160	30	55	140
60	25	22	49	25	B	19	25	55	140	15	40	120
61	25	21	51	25	C	21	30	55	140	20	45	120
62	30	6	17	30	B	4	60	90	190	40	70	160
63	30	6	42	30	B	20	60	95	200	40	70	160
64	25	21	6	25	C	20	35	65	150	20	40	110
65	25	B8	17	25	B8	4	15	40	110	10	30	90
66	25	12	5	25	C	20	25	55	140	15	40	120
67	30	4	37	30	C	4	90	120	210	70	95	170

Tabel 7 vervolg.

Vlak-nummer	Bovengrond dikte (cm)	Bovengrond vocht-karakteristiek nr.	Ondergrondtype nr.	Profielcode (TCGB) dikte (cm)	Profielcode (TCGB) vocht-karakteristiek	Profielcode (TCGB) code standaard ondergrond	Huidige hydrologische situatie GHG (cm - mv.)	Huidige GVG	Huidige GLG	Voormalige hydrologische situatie GHG (cm - mv.)	Voormalige GVG	Voormalige GLG
68	35	6	32	35	B	20	130	155	250	100	130	210
69	25	22	30	25	B	19	10	35	110	5	25	90
70	25	22	14	25	B	4	60	90	180	40	65	140
71	40	7	54	40	B	10	130	155	260	90	120	210
72	35	6	5	35	B	20	50	80	170	30	55	130
73	25	7	25	25	B	19	40	70	190	25	55	140
74	25	6	53	25	B	19	70	90	200	40	65	150
75	25	B10	34	25	B10	19	15	45	140	10	35	110
76	25	22	2	25	B	13	30	50	160	20	45	120
77	25	22	11	25	B	19	25	55	150	15	40	110
78	25	B10	19	25	B10	18	25	55	140	15	40	110
79	25	B10	16	25	B10	19	15	40	120	10	30	90
80	25	B10	55	25	B10	21	20	50	140	10	35	100
81	25	21	16	25	C	19	35	60	160	20	45	120
82	25	23	5	25	B	20	40	70	170	20	45	120
83	30	B8	16	30	B8	19	20	50	140	10	35	100
84	25	6	39	25	B	19	60	80	320	40	65	150
85	30	B8	5	30	B8	20	25	70	220	15	40	120
86	25	22	22	25	B	20	35	80	240	20	45	120
87	25	B10	44	25	B10	22	20	70	260	10	35	110
88	30	22	4	30	B	19	30	65	270	15	40	120
89	25	B10	9	25	B10	17	15	50	150	10	35	110
90	35	6	15	35	B	4	120	155	270	70	100	180
91	30	6	40	30	B	4	110	155	300	60	85	160
92	25	5	33	25	B	20	100	130	230	60	85	160
93	25	B8	2	25	B8	13	20	40	140	10	35	100
94	25	B10	1	25	B10	12	20	45	110	15	35	90
95	30	21	3	30	C	21	30	55	130	20	40	100
96	25	6	35	25	B	19	50	70	170	25	50	120
97	30	6	18	30	B	21	100	130	230	50	75	150
98	30	6	17	30	B	4	50	65	170	25	50	120
99	25	B10	4	25	B10	19	10	25	70	5	20	60
100	30	6	43	30	B	20	70	100	200	40	70	160
101	25	6	38	25	B	19	70	90	220	30	55	140
102	25	6	38	25	B	19	60	80	210	30	55	140
103	25	5	8	25	B	19	60	90	180	30	55	120
104	30	5	6	30	B	20	60	90	190	30	55	130
105	25	12	24	25	C	13	30	55	180	20	45	120
106	30	5	15	30	B	4	45	75	170	25	55	140
107	25	12	24	25	C	13	20	50	140	15	40	120
108	30	6	26	30	B	20	50	80	170	30	55	140

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, 1989. Toelichting bij kaartblad 28 Oost, Almelo (i.v.). Wageningen, Staring Centrum.

Cultuurtechnisch Vademecum, 1988. Cultuurtechnische Vereniging.

Heesen, H.C. van en G.J.W. Westerveld, 1966. "Karakterisering van het grondwaterstandsverloop op de bodemkaart." Cultuurtechnisch Tijdschrift 3-3: 116-123.

Groot Obbink, D.J. e.a., 1989. De bodemgesteldheid van het herinrichtingsgebied Saasveld-Gammelke. Wageningen, Staring Centrum (i.v.).

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 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.

Sluijs, P. van der, 1982. De grondwatertrap als karakteristiek van het grondwaterstandsverloop. H2O Tijdschrift voor watervoorziening en afvalwaterbehandeling 15-3: 42-46.

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.

Stoffelsen, G.H. en H.R.J. Vroon, 1989. Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het Waterwingebied Vlierden. Wageningen, STIBOKA. Rapport nr. 1780.

Wösten, J.H.M., M.H. Bannink, en J. Beuving, 1987. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: De Staringreeks. 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).

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 ontrekken. 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 de Stichting voor Bodemkartering meestal tot 120, 150 cm beneden maaiveld.

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 A-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 één 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

tal 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 105C 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.