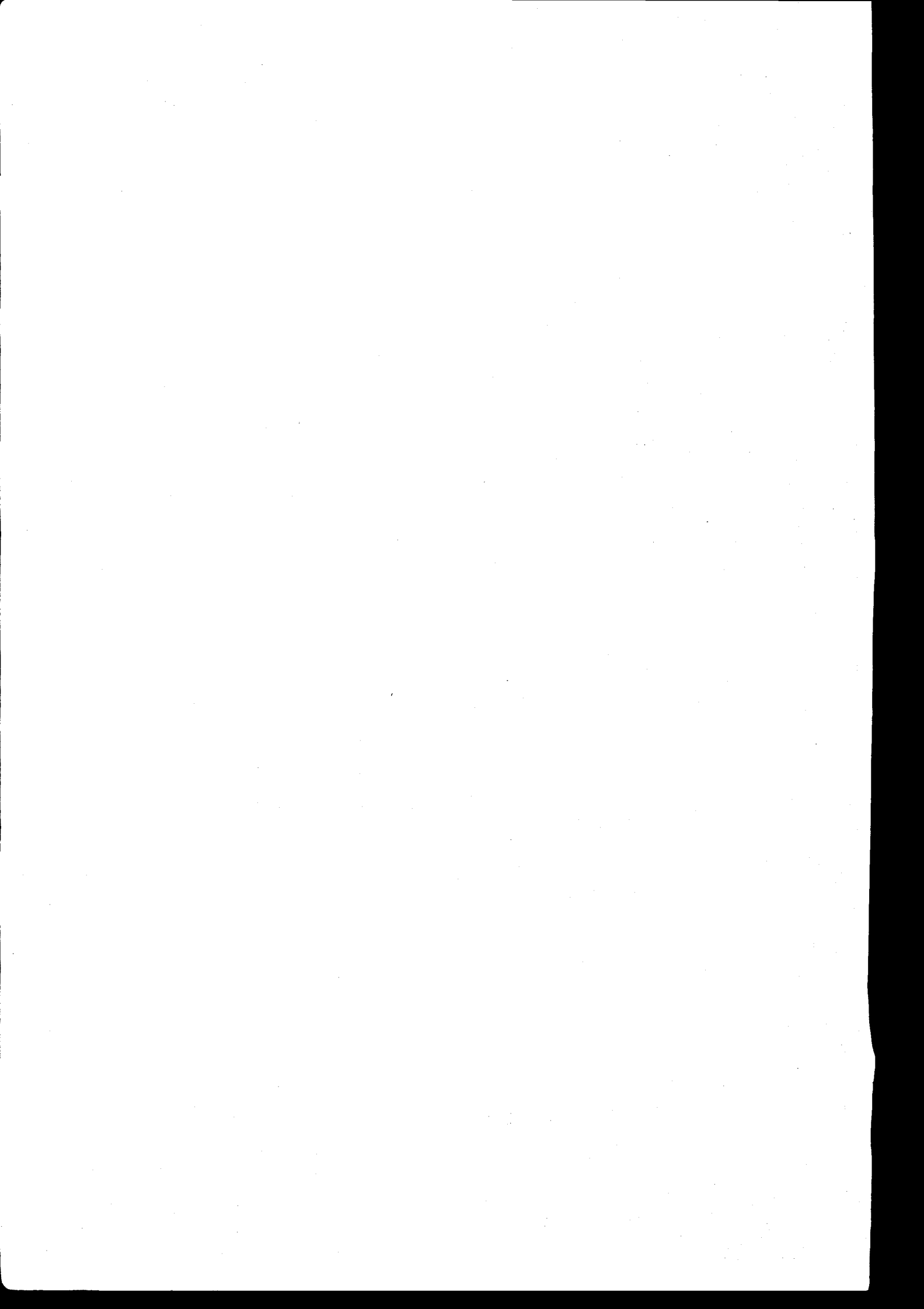


J. v. Bakel

DE INVLOED VAN DE WATERHUISHOUDING OP DE
LANDBOUWKUNDIGE PRODUKTIE

Rapport van de werkgroep HELP-tabel



DE INVLOED VAN DE WATERHUISHOUDING OP DE LANDBOUWKUNDIGE PRODUKTIE

	Blz.
1. WATERHUISHOUDKUNDIGE ASPECTEN	3
1.1. <u>Inleiding</u>	3
1.2. <u>Karakterisering van het grondwaterstandsverloop</u>	3
1.3. <u>Potentiële produktie</u>	4
1.4. <u>Opbrengstdepressie door wateroverlast</u>	4
1.4.1. Algemeen	4
1.4.2. Aspecten van wateroverlast	5
1.4.3. Factoren van invloed op de depressie	7
1.5. <u>Opbrengstdepressie door vochttekort</u>	9
1.5.1. Algemeen	9
1.5.2. Factoren van invloed op de depressie	9
1.5.3. Relatie vochttekort - opbrengstdepressie	13
2. BODEM EN GT-KAART ALS BASIS VOOR DE DEPRESSIETABEL	16
2.1. <u>Inleiding</u>	16
2.2. <u>Bodemkundige eenheden</u>	16
2.2.1. Algemeen	16
2.2.2. Veengronden en moerige gronden	16
2.2.3. Kleigronden	17
2.2.4. Zandgronden	17
2.2.5. Brikgronden, leemgronden en oude kleigronden	17
2.3. <u>Grondwatertrappen</u>	17
3. TOELICHTING OP DE BEPALING VAN DE DEPRESSIEPERCENTAGES	19
3.1. <u>Inleiding</u>	19
3.2. <u>Depressie wateroverlast</u>	19
3.3. <u>Depressie vochttekort</u>	20
3.3.1. Algemeen	20
3.3.2. Het LAMOS-model	20
3.3.3. Gewasverschillen	26
3.3.4. Invloed klimatologische omstandigheden	27

	<u>Blz.</u>
4. RICHTLIJNEN VOOR HET GEBRUIK VAN DE TABEL	31
4.1. <u>Inleiding</u>	31
4.2. <u>Indeling van de bodemtypen</u>	31
4.3. <u>Indeling van de grondwatertrappen</u>	32
4.4. <u>Bepaling opbrengstdepressie</u>	32
4.4.1. Algemeen	32
4.4.2. Afwijkende GHG en GLG	34
4.4.3. Afwijkende profielen	36
4.4.4. Bouwplanafwijkingen	37
4.4.5. Afwijkende klimatologische omstandigheden	38
4.5. <u>Verandering opbrengstdepressie door verandering in de Waterhuishouding</u>	38
4.5.1. Verandering grondwaterstanden	38
4.5.2. Berekening	40
4.6. <u>Geautomatiseerd berekenen van opbrengstdepressies</u>	41

LITERATUUROVERZICHT

BIJLAGEN

1. Vertaling van de legenda-eenheden van de bodemkaart in HELP-bodemtypen
2. Opbrengstdepressie tabellen grasland G1 t/m G8
Opbrengstdepressie tabellen bouwland B1 t/m B8
3. Geschematiseerde weergave van de HELP-bodemtypen
4. Afwijkende profielen.

Hoofdstuk 4 geeft een aantal richtlijnen voor toepassing van de tabellen. Aangegeven wordt op welke wijze legenda eenheden van de bodem- en Gt-kaarten ingedeeld kunnen worden voor het gebruik van de depressietabellen. Tevens wordt ingegaan op toepassing van de tabellen in bijzondere situaties en/of in omstandigheden die afwijken van die waarvoor de depressietabellen gelden.

Tenslotte wordt aangegeven op welke wijze veranderingen van de opbrengst als gevolg van ingrepen in de waterhuishouding gekwantificeerd kunnen worden.

De depressietabellen zijn opgenomen in de bijlagen. Tevens wordt hierin de methode beschreven om de Stiboka-kaartcodering om te zetten in een "HELP-tabel"-codering.

De werkgroep "HELP-tabel" was als volgt samengesteld:

Ing. G.J. Koerselman voorzitter	Landinrichtingsdienst Overijssel, afd. Onderzoek (thans Gelderland)
Ing. F.J. Kalis secretaris (tot 1 nov.84)	Landinrichtingsdienst, Centrale Directie, afd. Waterhuishouding.
Ing. G.D.J. Doedens secretaris (vanaf 1 nov.'84)	Landinrichtingsdienst, Centrale Directie, afd. Waterhuishouding.
Ing. G.J. Grotentraast	Landinrichtingsdienst, Centrale Directie, afd. Grondwaterbeheer
Ing. R. Meeuwse	Landinrichtingsdienst Zuid-Holland. afd. Onderzoek (thans Gelderland).
Ing. T. Tanis	Landinrichtingsdienst Centrale Directie, afd. Landbouw-Economisch Onderzoek.

De berekeningen met het model LAMOS zijn voor een deel verricht door ing. Th.H.M. Reuling van de Landinrichtingsdienst, Centrale Directie, afd. Grondwaterbeheer (thans Consulentschap in Algemene Dienst voor Bodem, Water en Bemesting in de Rundveehouderij).

INLEIDING

Het vaststellen van de effecten van waterhuishoudkundige werken op de opbrengst van landbouwgewassen is een belangrijk onderdeel bij de evaluatie van landinrichtingsprojecten.

Tot nog toe wordt voor het bepalen van deze effecten gebruik gemaakt van empirisch bepaalde, voorlopige normen (Werkgroep HELP, 1978).

Ten behoeve van een meer gefundeerde berekening van de landbouwkundige baten van landinrichtingsprojecten was het noodzakelijk de relatie tussen waterhuishouding en opbrengst door middel van wetenschappelijk onderzoek te onderbouwen. Om deze reden is door het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW) een onderzoek gestart naar de relatie tussen de waterhuishouding en de opbrengst van een aantal akkerbouwgewassen en de netto opbrengst van grasland. De hiervoor noodzakelijke berekeningen worden uitgevoerd met behulp van hiertoe ontwikkelde computermodellen.

In februari 1982 werd door de Kerngroep Hydrologie (thans Kerngroep Waterhuishouding) de Werkgroep "HELP-tabel" ingesteld. Deze werkgroep kreeg tot taak, op basis van inmiddels verkregen onderzoeksresultaten nieuwe HELP-tabellen samen te stellen.

Bij het samenstellen van de in het voorliggende rapport gepresenteerde nieuwe depressie-tabellen heeft de werkgroep gebruik gemaakt van de resultaten van recent bodemkundig en agrohydrologisch onderzoek van met name het ICW en de Stichting voor Bodemkartering en van de inzichten die in samenhang met o.a. dit onderzoek zijn verkregen. In dit verband kunnen worden genoemd:

- het bodemgeschiktheidsonderzoek van de Stiboka, dat de basis vormt voor de geschiktheidsclassificatie voor o.a. akkerbouw en weidebouw;
- het agrohydrologisch onderzoek. Dit betreft zowel het bodemfysisch onderzoek voor de berekening van de gewasverdamping en de vochttekorten als het onderzoek naar de relatie tussen gewasverdamping en opbrengst. Sinds 1978 is de kennis op dit gebied aanzienlijk vergroot. Dit heeft geresulteerd in de ontwikkeling van diverse computermodellen voor de berekening van de gewasverdamping en opbrengstreducties;
- het hiervoor reeds genoemde ontwateringsonderzoek.

De nieuwe depressietabellen zijn qua opzet gelijk aan de oude tabellen. Het aantal onderscheiden bodemtypen is echter aanzienlijk uitgebreid. Tevens is een differentiatie van de grondwaterstand binnen een aantal grondwatertrappen aangebracht. Bij de opbrengstdepressies voor verdroging zijn in de nieuwe tabellen tevens de berekende vochttekorten vermeld.

In hoofdstuk 1 van het voorliggende rapport wordt een aantal aspecten van de waterhuishouding in relatie tot het producerend vermogen van de grond in algemene zin beschreven. Tevens worden de belangrijkste factoren die van invloed zijn op de opbrengstdepressie door wateroverlast en door vochttekorten in beschouwing genomen.

Hoofdstuk 2 beschrijft de in de tabel gehanteerde indeling van de bodemtypen en de grondwatertrappen. Aangegeven is welke criteria aan deze indeling ten grondslag hebben gelegen en op welke wijze de legenda-eenheden van bodemkaarten gegroepeerd zijn.

De wijze waarop de in de depressietabellen vermelde percentages bepaald zijn, wordt toegelicht in hoofdstuk 3.

1. WATERHUISHOUDKUNDIGE ASPECTEN

1.1. INLEIDING

Water is een onmisbare factor voor de groei van planten. Het dient onder andere voor het oplossen van voedingsstoffen in de bodem, voor het transport van voedingsstoffen in de plant, voor koeling van het bladoppervlak en voor het proces van de fotosynthese. Zowel bij een tekort aan water als bij een overmaat aan water treden er stoornissen in de groei op met als gevolg een geringere gewasproductie. Een teveel aan water kan tevens een belemmering vormen voor een optimale bedrijfsvoering, waardoor de uiteindelijk te verkrijgen opbrengst verder ongunstig wordt beïnvloed.

In dit hoofdstuk wordt in algemene zin een beschouwing gewijd aan de relatie waterhuishouding-opbrengst. In 1.4. wordt ingegaan op de opbrengstdepressies door wateroverlast en in 1.5. op de opbrengstdepressies als gevolg van vochttekorten. Alvorens hiertoe over te gaan wordt in 1.2. de karakterisering van het grondwaterstandsverloop besproken en worden in 1.3. de begrippen potentiële productie en praktische potentiële productie toegelicht.

1.2. KARAKTERISERING VAN HET GRONDWATERSTANDSVERLOOP

De grondwaterstandsdiepte is niet constant, doch is onder invloed van stromingsprocessen in zowel de verzadigde als de onverzadigde zone voortdurend aan verandering onderhevig.

Het gemiddelde verloop van de grondwaterstand wordt gekarakteriseerd door een indeling in grondwatertrappen (Gt's). Elke Gt is een combinatie van een bepaald voor de gemiddelde hoogste en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GHG en GLG). Hieronder wordt verstaan het rekenkundig gemiddelde van de hoogste drie, respectievelijk de laagste drie grondwaterstanden per hydrologisch jaar (1 april-31 maart) over een reeks van ten minste 8 achtereenvolgende jaren.

Hierbij wordt uitgegaan van metingen op of omstreeks de 14e en de 28e van elke maand. In tabel 1 zijn de bij de grondwatertrappen behorende waarden van de GHG en de GLG aangegeven. De tussen haakjes vermelde waarden zijn indicatieve waarden; deze waarden fungeren niet als absolute klassegrenzen bij de indeling in Gt's.

Tabel 1. Indeling grondwatertrappen

Grondwatertrap	I	II	III	IV	V	VI	VII
GHG in cm beneden maaiveld	(<20)	(<40)	<40	>40	<40	40-80	>80
GLG in cm beneden maaiveld	<50	50-80	80-120	80-120	>120	>120	(>160)

Binnen de grondwatertrappen II, III, V en VII wordt veelal een "droger deel" onderscheiden, hetgeen wordt aangegeven door toevoeging van een ster (*) achter de Gt-code, bijv. Gt III*.

Voor zover het Gt II, III en V betreft, heeft het drogere deel betrekking op

gronden waarvan de GHG-waarde over het algemeen ligt in het traject dieper dan ca. 25 cm -m.v. Binnen de Gt II zal dat beperkt blijven tot enkele gebieden met een goede waterbeheersing. De drogere delen van Gt III en V komen vaak voor in gebieden waar, o.a. in het kader van ruilverkavelingswerken, verbeteringen in de ontwatering en de waterbeheersing zijn doorgevoerd. Ze kunnen worden omschreven als gronden waarvan de "pieken" in de hoogste grondwaterstanden zijn weggenomen. Dit wil zeggen dat de hoge grondwaterstanden minder hoog oplopen, minder frequent voorkomen en van kortere duur zijn.

Gt VII* heeft betrekking op een "zeer droog deel", waarbij de GHG dieper dan 140 cm wordt verwacht.

Voor uitgebreidere informatie over de karakterisering van het grondwaterstandsverloop wordt verwezen naar de literatuur op dit gebied (Van Heesen, 1971; Van der Sluijs en Van Egmond, 1976; Van der Sluijs, 1982).

1.3. POTENTIËLE PRODUCTIE

Onder het begrip "potentiële groei" wordt verstaan de groei die bereikt wordt onder de heersende meteorologische omstandigheden bij een optimale water- en voedingsstoffenvoorziening en bij optimale condities van zuurstofvoorziening. De onder deze omstandigheden en condities te verkrijgen gewasopbrengst wordt aangemerkt als de potentiële produktie. Dit is een alleen in theorie te realiseren opbrengst.

Voor het bepalen van de effecten van waterbeheersingsmaatregelen op de gewasproduktie is echter niet deze theoretisch potentiële produktie van belang, doch de potentiële produktie die onder praktijkomstandigheden gehaald kan worden. Naast bovengenoemde groeifactoren spelen hierbij ook bedrijfseconomische en bedrijfstechnische aspecten een rol, waardoor bijvoorbeeld minder kunstmeststoffen worden toegediend dan voor het verkrijgen van een maximale opbrengst noodzakelijk is.

De "praktische" potentiële produktie kan worden gedefinieerd als de produktie die in de praktijk kan worden bereikt onder de heersende meteorologische omstandigheden bij een optimale water- en zuurstofvoorziening, en onder bedrijfseconomische en bedrijfstechnische omstandigheden die in de gegeven situatie als algemeen gangbaar kunnen worden aangemerkt. Voor het bepalen van het praktisch potentiële opbrengst van akker- en tuinbouwgewassen kan bij benadering worden uitgegaan van het gemiddelde van de hoogste gewasopbrengsten per jaar in een bepaald gebied.

Bij grasland is de gemiddelde potentiële produktie in sterke mate afhankelijk van bedrijfstechnische factoren zoals veebezetting, maai- en weideschema, bemesting, graslandverzorging etc.

Het bepalen van de praktische potentiële opbrengst en de waardering hiervan dient in overleg met o.a. de afd. Landbouw Economisch Onderzoek van de Landinrichtingsdienst en een specialist op het gebied van Landbouw en Voedselvoorziening ressorterend onder de directeur Landbouw, Natuur en Openlucht recreatie in de betreffende provincie plaats te vinden.

1.4. OPBRENGSTDEPRESSIE DOOR WATEROVERLAST

1.4.1. Algemeen

Opbrengstdepressies door wateroverlast worden veroorzaakt door een complex van

factoren. Naast een aantal factoren die de gewasgroei nadelig beïnvloeden (o.a. slechte luchthuishouding, stikstoftekort, te lage bodemtemperatuur) spelen bij wateroverlast bodemtechnische factoren als bewerkbaarheid en draagkracht een belangrijke rol. De invloed hiervan op de uiteindelijk te verkrijgen opbrengst is sterk afhankelijk van de bedrijfsvoering (graad van mechanisering, veebezetting, etc.) en verschilt dientengevolge van bedrijf tot bedrijf.

1.4.2. Aspecten van wateroverlast

Draagkracht

Bij grasland leidt een onvoldoende draagkracht tot problemen met betrekking tot de berijdbaarheid en beweiding. De berijdbaarheid is onder meer van belang bij de ruwvoederwinning, het kunstmeststrooien en het uitrijden van drijfmest. Door onvoldoende draagkracht kunnen de noodzakelijke werkzaamheden niet tijdig worden verricht waardoor de produktie nadelig wordt beïnvloed. Voor een goede berijdbaarheid is een draagkracht van 0,5 MPa (= 5 kg/cm²) benodigd. Het berijden van het grasland bij onvoldoende draagkracht leidt tot ernstige schade aan de graszode en aanzienlijke verliezen van de netto grasproduktie.

Voor beweiding van het grasland is een draagkracht van 0,6 MPa vereist. Door onvoldoende draagkracht in voor- en najaar wordt de lengte van de weideperiode bekort. In geval van beweiding bij onvoldoende draagkracht nemen de beweidingsverliezen sterk toe terwijl de kwaliteit van de graszode wordt geschaad.

Schothorst (1963) berekende dat bij verbetering van de draagkracht bij een gelijkblijvende bruto-grasproduktie, een verhoging van de netto-produktie van 15 à 20% verwacht mag worden.

Bewerkbaarheid

Als gevolg van de sterke intensivering en mechanisering die in de laatste decennia hebben plaatsgevonden (en nog steeds plaatsvinden) worden hoge eisen aan de bewerkbaarheid van de grond gesteld. Door onvoldoende bewerkbaarheid kunnen de noodzakelijke voorjaarswerkzaamheden (grondbewerking, kunstmeststrooien, zaaien en poten) niet tijdig uitgevoerd worden waardoor reeds in het begin van het groeiseizoen een belangrijke groei-achterstand optreedt, hetgeen een belangrijke opbrengstderving tot gevolg kan hebben.

Wind (1960) concludeerde op grond van literatuuronderzoek dat door te laat zaaien opbrengstdepressies in de orde van grootte van 0,5 à 1% per dag later inzaaien op kunnen treden.

In het najaar kunnen als gevolg van onvoldoende bewerkbaarheid problemen bij de oogst (aardappelen, bieten, maïs) optreden. Bij suikerbieten heeft te vroeg oogsten een reductie van zowel het suikergehalte als van de gewasopbrengst tot gevolg. In extreme situaties kan de oogst geheel verloren gaan.

Luchthuishouding in de wortelzone

In een natte grond is het vochtgehalte hoog en het luchtgehalte naar verhouding laag. In deze situatie vindt er onvoldoende uitwisseling tussen bodemlucht en atmosfeer plaats. Door het verbruik van zuurstof en de afgifte van koolzuur door

plantenwortels en bodemorganismen verandert de samenstelling van de bodemlucht in ongunstige zin waardoor zuurstofgebrek optreedt. Als gevolg hiervan wordt de ademhaling gereduceerd, de weerstand voor het transport van water en voedingsstoffen in de plant wordt verhoogd en er kunnen giftige bestanddelen worden gevormd. Bij ernstige wateroverlast kunnen de wortels geen water meer opnemen en sterven af. De processen in de bodem die de veranderingen in de samenstelling van de bodemlucht bewerkstelligen verlopen sneller naarmate de temperatuur hoger is. Wateroverlast in de zomerperiode veroorzaakt dientengevolge relatief veel schade.

Door onvoldoende aëratie van de bodem in het eerste ontwikkelingsstadium van een gewas (voorjaar) komt het wortelstelsel slecht tot ontwikkeling en blijft de wortelingsdiepte beperkt. De opnamecapaciteit van vocht en voedingsstoffen worden hierdoor beperkt met als gevolg een niet optimale ontwikkeling van het gewas.

Stikstofmineralisatie

Als gevolg van een slechte aëratie wordt de stikstofmineralisatie en nitrificatie geremd, waardoor stikstofgebrek optreedt. Onder zeer natte omstandigheden kan zelfs denitrificatie optreden. Stikstofgebrek als gevolg van wateroverlast treedt vooral op in het voorjaar met name bij wintergranen en bij de beginontwikkeling van zomergewassen na de opkomst.

Bodentemperatuur

Voor gewassen die in het voorjaar worden gezaaid of gepoot is de bodentemperatuur mede van invloed op de kieming, de opkomst en de eerste groei van de gewassen. Feddes (1971) vond dat bij hoge grondwaterstanden de temperatuur in het zaaibed gemiddeld 1 à 2°C lager was dan bij diepe grondwaterstanden.

Als gevolg hiervan wordt de kieming en opkomst op te natte gronden vertraagd en komt de gewasgroei later op gang. Ook bij grasland wordt het op gang komen van de groei beïnvloed door de bodentemperatuur.

Structuur van de bodem

Zowel door overvloedige neerslag als door hoge grondwaterstanden kan verslemping van de bouwvoor optreden met als gevolg een onvoldoende luchtuitswisseling tussen bodem en atmosfeer voor een optimale groei. Door de vorming van dichte korsten aan het bodemoppervlak is ook na daling van de grondwaterstand de lucht- en waterhuishouding veelal nog geruime tijd gestoord. Verslemping kan een ernstige schade aan met name wintergranen en een slechte opkomst van zomergewassen tot gevolg hebben. Op sterk slempgevoelige gronden kunnen bij onvoldoende ontwatering opbrengstdepressies in de orde van grootte van 20 à 30% optreden (Boekel, 1973).

1.4.3. Factoren van invloed op de depressie

Bodemkundige factoren

Bodemkundige factoren die de mate van depressie door wateroverlast beïnvloeden zijn onder andere:

- humusgehalte;
- textuur;
- structuur;
- profielopbouw.

Bovengenoemde factoren bepalen in belangrijke mate de draagkracht en de doorlatendheid van de bodem.

Een hoog lutum en/of leemgehalte veroorzaakt een geringe doorlatendheid waardoor in regenrijke perioden snel plasvorming optreedt; de grond blijft lang nat en is dientengevolge moeilijk bewerkbaar. Een hoog humusgehalte is ongunstig in verband met de draagkracht.

Naarmate de bodem een grovere textuur heeft is de doorlatendheid groter en treedt minder wateroverlast op. Bij zeer fijnzandige gronden en lichte zavelgronden is de textuur van betekenis in verband met de slempgevoeligheid.

De structuur van de grond is mede bepalend voor de doorlatendheid. Bij zware kleigronden en bij veengronden treedt bij uitdroging scheurvorming op. Bij veengronden is de mate van veraarding en veensoort van belang. Als gevolg van scheurvorming neemt de doorlatendheid toe en treedt minder snel wateroverlast op. Na langdurig natte omstandigheden (herfst, winter en voorjaar) wordt het effect van de scheuren weer teniet gedaan doordat deze weer dichtzwellen.

Bij aanwezigheid van storende (slecht doorlatende) lagen in het profiel, kan er sprake zijn van wateroverlast door stagnatie van bodemwater op deze lagen, waardoor zogenaamde schijngrondwaterspiegels ontstaan. Deze schijnspiegels ontstaan in perioden met een neerslagoverschot. Als voorbeelden van dergelijke slecht-doorlatende lagen kunnen worden genoemd: keileemlagen, leemlagen, meerbodem- en gliedelaagjes, verkitte B-horizonten alsook mechanisch verdichte bodemlagen (ploegzolen). Voor het bepalen van het effect van deze lagen op de waterhuishoudkundige situatie is zowel de diepte als de dikte van deze lagen van belang.

Grondwaterstand

De belangrijkste factor voor de mate waarin wateroverlast optreedt is de grondwaterstand. De grondwaterstand is in sterke mate bepalend voor het vochtgehalte en de vochtspanning in de bovengrond en is dientengevolge indirect van invloed op de bewerkbaarheid en de draagkracht van de bodem en op de luchthuishouding in de wortelzone.

De mate van wateroverlast wordt echter niet uitsluitend bepaald door het niveau waarop de grondwaterstand voorkomt doch eveneens door de tijdsduur gedurende welke een bepaald niveau wordt overschreden. Door Van der Sluijs (1982) zijn op basis van de gegevens van een groot aantal grondwaterstandsbuizen zogenaamde overschrijdingsduurlijnen per Gt geconstrueerd.

Uit dit onderzoek blijkt dat vooral bij de grondwatertrappen met een relatief geringe fluctuatie (Gt I, II, III en IV) de overschrijdingsduur van bepaalde grondwaterstandsdiepten binnen een Gt sterk uiteen kan lopen.

Meteorologische factoren

Ten aanzien van de verschillende aspecten van wateroverlast is vooral de hoeveelheid neerslag en de verdeling hiervan binnen het jaar van belang. Alhoewel de neerslaghoeveelheid in het winterhalfjaar - behalve in de kustgebieden gemiddeld geringer is dan in het zomerhalfjaar, is het neerslagoverschot in de winter aanzienlijk groter.

Ook in het zomerhalfjaar kunnen echter perioden met aanzienlijke neerslagoverschotten voorkomen.

Van jaar tot jaar treden aanzienlijke verschillen in hoeveelheid en verdeling van neerslag op.

Bedrijfsvoering en bedrijfsomstandigheden

De mate van wateroverlast is eveneens afhankelijk van de bedrijfsvoering. Een hoge graad van mechanisering en een intensieve bedrijfsvoering stellen relatief hoge eisen aan de ontwatering. Wateroverlast veroorzaakt in deze omstandigheden veel schade.

Daarnaast is ook de gewaskeuze van belang. Bij gewassen waarvoor vroeg in het voorjaar grondbewerking nodig is en bij gewassen welke relatief laat geoogst worden is het risico van schade door wateroverlast groter dan bij gewassen die laat worden gezaaid/gepoot of vroeg worden geoogst.

Bij grasland kan de schade door onvoldoende draagkracht soms worden beperkt door bedrijfstechnische maatregelen. Gedacht kan hierbij worden aan aangepaste methoden van ruwvoederwinning en aanpassing van het beweidingssysteem. Met name in de zandgebieden, waar de bedrijven naast laag gelegen (natte) gronden meestal ook de beschikking hebben over hogere gronden, kunnen de nadelige effecten van onvoldoende draagkracht onder bepaalde omstandigheden soms worden gereduceerd door in natte perioden de lage, minst draagkrachtige percelen zoveel mogelijk te ontzien en met de beweiding uit te wijken naar de hogere percelen. In gebieden met vrijwel uitsluitend lage gronden zijn de mogelijkheden om de schade door wateroverlast te beperken, in dit opzicht gering.

1.5. OPBRENGSTDEPRESSIE DOOR VOCHTTEKORT

1.5.1. Algemeen

De fotosynthese en dus de groeisnelheid van een gewas wordt behalve door water beïnvloed door factoren als zonnestraling, temperatuur, voedingsstoffen, zuurstof, etc. Alleen wanneer al deze factoren optimaal beschikbaar zijn, wordt de maximaal mogelijke groei bereikt. Wanneer een van deze groeifactoren in beperkte mate aanwezig is, wordt de groeisnelheid en ook de uiteindelijke opbrengst beperkt. Een te droge grond in het voorjaar heeft tevens een vertraagde kieming van het zaaizaad tot gevolg, dan wel een slechte aanslag van uitgeplante gewassen. In extreme gevallen kan het gewas volledig verloren gaan (verstuiwing), waardoor herinzaai noodzakelijk is.

De voor een potentiële groei van een gewas benodigde hoeveelheid water (de vraag) wordt bepaald door de potentiële verdamping. De grootte hiervan is afhankelijk van de eigenschappen van het gewas en een aantal meteorologische factoren zoals straling, temperatuur, windsnelheid en relatieve luchtvochtigheid.

De voor verdamping beschikbare hoeveelheid water (het aanbod) wordt bepaald door de vochtvoorraad in de wortelzone aan het begin van het groeiseizoen en de aanvulling hiervan gedurende het groeiseizoen door neerslag en capillaire aanvoer vanuit de ondergrond.

1.5.2. Factoren van invloed op de depressie

Bodemkundige factoren

De belangrijkste bodemkundige factoren die van invloed zijn op de depressie door vochttekorten zijn:

- a. aard en dikte van de wortelzone;
- b. capillaire doorlatendheid en profielopbouw van de ondergrond;

Voor de vochtvoorziening van het gewas is met name de hoeveelheid vocht die in de wortelzone kan worden geborgen van belang. Deze hoeveelheid wordt bepaald door de dikte van de wortelzone en de vocht karakteristiek (pF-curve). Daarnaast is ook de opneembaarheid van het aanwezige vocht en het eventueel optreden van "kortsluiting" van belang.

De voornaamste beperkende factoren voor de bewortelingsdiepte zijn de zuurgraad (pH), de aëratie en de indringingsweerstand van de grond.

Bij pH (KCl)-waarden beneden 3,5 à 4 is vrijwel geen beworteling meer mogelijk. Met name in de veenkoloniale gronden vormt de lage pH een belemmering voor de beworteling. Hetzelfde geldt voor gliedelagen en katteklei.

De aëratie speelt voornamelijk een rol bij veengronden, moerige gronden en sommige kleigronden. Bij luchtgehalten van minder dan 10 à 15% wordt de beworteling sterk beperkt. Een slechte aëratie kan zowel worden veroorzaakt door een hoge grondwaterstand als door een slechte bodemstructuur.

Op zandgronden en brikgronden is de indringingsweerstand de voornaamste beperkende factor voor beworteling. De kritische grens voor beworteling ligt bij een indringingsweerstand van 2,5 à 3,0 MPa. Indien een stelsel van voldoende grote verticale poriën aanwezig is, verschuift de kritische grens naar hogere waarden;

voor veel zandgronden ligt deze tussen 3 en 5 Mpa. De verdeling van de wortels in het profiel wordt in sterke mate bepaald door de eigenschappen van de bodem. In de meeste gevallen neemt de intensiteit van de beworteling af met de diepte. Bij een geringe wortelintensiteit wordt het beschikbare bodemvocht niet volledig benut. Bij de berekening van het vochttekort wordt daarom dikwijls niet de totale worteldiepte in beschouwing genomen doch een zone van geringere dikte. Het begrip "effectieve wortelzone" wordt daarom vaak gehanteerd voor die laag in het profiel waar 80 à 90% van de wortels voorkomen. De bewortelingsdiepte wordt echter niet uitsluitend door bodemkundige factoren bepaald. De eigenschappen van het gewas spelen eveneens een belangrijke rol. Bovendien is de gevoeligheid voor de genoemde bodemkundige factoren niet voor alle gewassen gelijk. Gras heeft over het algemeen een geringere bewortelingsdiepte dan akkerbouwgewassen.

De vocht karakteristiek van de grond is afhankelijk van een aantal factoren. Bij de zand- en veenkoloniale gronden zijn dat het organische stofgehalte, het leemgehalte, de zandgrofheid (M50-cijfer) en de dichtheid van de grond; bij de zee- en rivierkleigronden het organische stofgehalte, het lutumgehalte en de dichtheid van de grond.

De opneembaarheid wordt weergegeven door een zogenaamde "sink-term" (Feddes e.a. 1978). Boven een bepaalde zuigspanning in de wortelzone neemt de opneembaarheid van het bodemvocht af. In modelberekeningen wordt zowel uitgegaan van een lineaire afname met de zuigspanning uitgedrukt in cm waterkolom als van een lineaire afname met de logaritme van de zuigspanning (pF).

De zuigspanning waarboven de opneembaarheid afneemt is afhankelijk van de verdampingsvraag (de potentiële transpiratie) en van een aantal eigenschappen van het gewas.

Bij een zuigspanning van 16000 cm (pF 4,2) is de opneembaarheid tot nul gereduceerd (verwelkingspunt).

Bij klei- en veengronden en bij moerige gronden ontstaan bij indroging verticale scheuren. Via deze scheuren verdwijnt een deel van de neerslag direct naar de ondergrond, zonder de wortelzone te bevochtigen. Dit verschijnsel, dat wordt aangeduid als "kortsluiting", is uitvoerig bestudeerd en beschreven door Bouma en Dekker (1978a, 1978b), Bouma (1982) en Dekker e.a. (1981).

Bij veengronden en moerige gronden treedt bij diepere grondwaterstanden irreversibele indroging op. Bij herbevochtiging nemen deze gronden moeilijk water op. Deze verschijnselen zijn deels van permanente aard. Als gevolg hiervan kan minder vocht in de wortelzone geborgen worden waardoor grotere vochttekorten optreden.

ad b.

Het transport van water door de grond is afhankelijk van de capillaire doorlatendheid van de grond. In het geval dat de stroming verzadigd is, is het totale poriënvolume beschikbaar voor het transport. Bij onverzadigde stroming is echter een gedeelte van de poriën gevuld met lucht, welk gedeelte dan niet deelneemt aan het watertransport. Bij afnemend vochtgehalte (afnemende drukhoogte) zal dus het beschikbare stromingsoppervlak afnemen en zo ook de capillaire doorlatendheid.

De capillaire doorlatendheid wordt in belangrijke mate bepaald door de textuur en de dichtheid van de grond. Daarnaast is tevens de profielopbouw van belang.

Teneinde gelaagde profielen op een verantwoorde wijze te kunnen schematiseren is het noodzakelijk inzicht te verkrijgen in het effect van de gelaagdheid van de ondergrond op de capillaire vochtleverantie.

Bloemen (1982) laat zien dat vaste veen- of gliede lagen een ongunstiger invloed op de capillaire eigenschappen van veenkoloniale gronden hebben naarmate ze hoger boven het grondwater liggen.

Mooy (1981) onderzocht het effect van een afwijkende bodemlaag in een overigens homogene zandondergrond. Hierbij is onderscheid gemaakt naar de aard van de afwijkende laag (leem of grof zand) en de dikte hiervan.

Uit het onderzoek blijkt dat grofzandige lagen vooral storend werken indien deze relatief hoog in het profiel voorkomen, dus vlak onder de wortelzone. De dikte van de afwijkende laag is van weinig belang. Bij lemige lagen is de storende werking het grootst indien deze op wat grotere diepte in het profiel voorkomen. Indien de leemlaag relatief hoog in het profiel voorkomt kan dit een gunstige invloed hebben op de vochtleverantie aan het gewas doordat deze laag de capillaire stijghoogte enigszins verlengt. In tegenstelling tot een grofzandige laag heeft bij een leem- en kleilaag de dikte van de laag wel invloed op de mate van storing.

Om de vochtleverantie van een bodemprofiel aan het gewas te kunnen berekenen dient in principe van elke bodemlaag de capillaire doorlatendheid - $K(h)$ relatie - en de vocht karakteristiek bekend te zijn.

Voor de bepaling van de capillaire doorlatendheid zijn verschillende methoden ontwikkeld.

Bloemen (1980, 1982) ontwikkelde methoden om voor minerale bodemlagen de $K(h)$ -relatie te berekenen uit de textuur en het humusgehalte, en voor organische bodemlagen uit de droge dichtheid en het volume-aandeel van de vaste bodembestanddelen. Voor gronden met een hoog leem- of lutumgehalte is deze methode echter niet geschikt.

Recentelijk hebben nieuwe technieken om $K(h)$ -relaties aan ongestoorde monsters te meten, ingang gevonden. De hiertoe gebruikte methoden zijn beschreven door Boels e.a. (1978), Bouma en Dekker (1983), Verlinden en Bouma (1983) en Wösten et al. (1983).

Met behulp van deze methoden kan op relatief snelle wijze de verzadigde en onverzadigde doorlatendheid van elke willekeurige bodemhorizont worden gemeten. Deze metingen resulteren in een archief van gemeten $K(h)$ -relaties voor een beperkt aantal representatieve bodemhorizonten waaruit in voorkomende gevallen kan worden geput.

De keuze van een aan een ondergrond of bodemlaag toe te kennen $K(h)$ -relatie is echter van grote invloed op de berekende vochtleverantie.

Toetsing van de berekeningsuitkomsten verkregen met behulp van de berekende of gemeten $K(h)$ -relaties aan de hand van veldwaarnemingen zou duidelijkheid kunnen verschaffen over de vraag welke $K(h)$ -relaties de werkelijkheid het best beschrijven. Deze toetsing heeft evenwel nog niet voor alle bodemtypen in voldoende mate plaatsgevonden.

Bij de berekening van de vochtleverantie worden de onderscheiden bodemlagen homogeen verondersteld. In de praktijk is dit echter zelden het geval. Met name in zandgronden treedt veelal een micro-gelaagdheid op waardoor in de ondergrond

talrijke laagjes met een afwijkende granulaire samenstelling voorkomen. Deze afwijkende laagjes (leembandjes, ijzerfibers, grofzandige en/of grinderige laagjes, gliedelaagjes etc.) variëren sterk zowel naar plaats als in dikte en diepte en zijn dientengevolge niet of nauwelijks in kaart te brengen. Niettemin kan deze microgelaagdheid een relatief grote invloed hebben op de capillaire vochtleverantie aan het gewas.

Bij kleigronden ontstaan bij uitdroging horizontale en verticale scheuren in het profiel. Door met name de horizontale scheuren wordt de capillaire opstijging onderbroken en treden extra vochttekorten op. Het effect van horizontale scheuren in kleigronden op de $K(h)$ -relatie is onderzocht door Bouma en De Laat (1981) en Bouma (1982).

Grondwaterstand

Het niveau van het grondwater is, voorzover dit voorkomt op een diepte van minder dan ca. 2 à 3 m beneden het maaiveld van grote betekenis voor de vochtvoorziening van de vegetatie. Naarmate het grondwaterniveau zich dichterbij de wortelzone bevindt zijn de mogelijkheden van capillaire aanvoer groter en treden in perioden met een neerslagtekort minder snel vochttekorten op. Bij aanwezigheid van storende lagen in het profiel kunnen zich hierop schijn-grondwaterspiegels ontwikkelen. Afhankelijk van de diepte waarop deze schijnspiegels voorkomen, kunnen deze in droge perioden soms een gunstige invloed hebben op de vochtvoorziening van de vegetatie. In natte perioden overheersen veelal de nadelige effecten van schijnspiegels.

Meteorologische factoren

De vochtbehoefte van de vegetatie wordt bepaald door de potentiële verdamping. Behalve van de aard en het ontwikkelingsstadium van het gewas is de potentiële verdamping in sterke mate afhankelijk van meteorologische factoren. Voor de berekening van de potentiële verdamping zijn diverse berekeningsmethoden ontwikkeld. Een overzicht hiervan wordt gegeven door de Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO (1981). Deze methoden zijn in principe gebaseerd op dan wel afgeleid van een door Penman (1948) ontwikkelde methode voor de berekening van de verdamping van een open wateroppervlak, de zogenaamde open water verdamping (E_p).

In de praktijk wordt voor de bepaling van de potentiële verdamping (E_p) naast de bovengenoemde fysische berekeningsmethoden veelvuldig gebruik gemaakt van een empirische methode waarbij de potentiële verdamping wordt afgeleid uit de open water verdamping op basis van de vergelijking:

$$E_p = f \cdot E_o.$$

waarin f de zogenaamde gewasfactor voorstelt. De gewasfactor kan per decade verschillen.

De waarde van E_o per decade wordt ontleend aan de door het KNMI verstrekte Maandoverzichten van de Weersgesteldheid.

De verdamping vertoont een zeer sterke seizoensmatige fluctuatie. In de maanden december en januari bedraagt de open water verdamping slechts enkele millimeters, terwijl in de zomer waarden worden bereikt van gemiddeld 100 à 120 mm/maand. De variatie in E_o tussen de verschillende jaren is daarentegen relatief

gering. In extreem droge jaren als 1947, 1959 en 1976 is de gesommeerde waarde van Eo ca. 20% hoger dan gemiddeld.

Behalve tijdsafhankelijk is de open water verdamping ook plaatsafhankelijk. De grootte van de open water verdamping vertoont een duidelijke samenhang met de afstand tot de kust. In de kustgebieden is de gemiddelde open water verdamping ca. 10 à 15% hoger dan in het oosten van het land. Binnen een bepaalde regio zijn de verschillen in Eo-waarden echter gering.

Voor de vochtvoorziening van de vegetatie is vooral de hoeveelheid en de verdeling van de neerslag in het zomerhalfjaar (1 april-1 oktober) van belang. De gemiddelde hoeveelheid neerslag in het zomerhalfjaar varieert van ca. 350 tot 475 mm.

In de kustgebieden valt de grootste neerslaghoeveelheid over het algemeen in de maanden september, oktober en november; meer landinwaarts is dit het geval in de maanden juli en augustus.

Naast regionale verschillen in gemiddelde hoeveelheid en verdeling van de neerslag, kunnen zowel van jaar tot jaar als binnen een bepaald jaar van plaats tot plaats grote verschillen optreden. Gerekend over de periode 1 april tot 1 oktober kan de neerslaghoeveelheid in regenrijke jaren 40 á 50% meer bedragen dan gemiddeld. In zeer droge jaren (1959, 1976) daarentegen kan de neerslaghoeveelheid 50 á 60% minder zijn dan de gemiddelde hoeveelheid in deze periode.

Door de grotere verdamping en de geringere neerslaghoeveelheden in de kustgebieden is het verdampingsoverschot hier aanzienlijk groter dan bij de meer landinwaarts gelegen waarnemingsstations. Dit wordt geïllustreerd door tabel 2, waarin voor een zestal stations het gemiddelde verdampingsoverschot per maand in het zomerhalfjaar is vermeld.

Het verdampingsoverschot is hierbij gedefinieerd als $0,8 E_o - P$, waarin P de neerslag is in mm per maand.

Tabel 2. Gemiddelde maandelijks verdampingsoverschot ($0,8 E_o - P$) in mm over de jaren 1911 tot en met 1975 in het zomerhalfjaar voor een zestal waarnemingsstations (afgeleid van De Bruin, 1981).

	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Totaal
Den Helder	19	50	60	37	14	-18	162
De Bilt	9	32	33	17	-12	-23	56
Winterswijk	5	31	39	8	-5	-20	58
Oudenbosch	14	37	37	19	-2	-19	86
Gemert	14	32	36	22	4	-10	98
Avereest	2	31	29	3	-14	-23	28

Behalve regionale en plaatselijke verschillen treden er ook van jaar tot jaar grote verschillen in de grootte van het verdampingsoverschot op.

1.5.3. Relatie vochttekort - opbrengstdepressie

Wanneer een gewas als gevolg van vochttekorten niet voldoende kan verdampen, treedt er een reductie in de opbrengst op. Er bestaat dus een verband tussen de produktie van een gewas en de verdamping.

Indien dit verband bekend is, kunnen effecten van waterbeheersingsmaatregelen op

de produktie worden vastgesteld via de invloed die ze hebben op de verdamping. De relatie tussen waterverbruik en opbrengst (dan wel tussen vochttekort en opbrengstdepressie) kan worden vastgesteld aan de hand van proefveld- en lysimetergegevens.

Resultaten van Nederlandse beregeningsproeven en lysimeterproeven aan gras zijn uitvoerig beschreven door Van Boheemen (1981). Hieruit kan worden geconcludeerd dat het effect van een verbeterde watervoorziening groter is naarmate het ("bruto") potentiële produktieniveau in het groeiseizoen hoger ligt (denk bijvoorbeeld aan een hoger stralingsniveau of een hoger bemestingsniveau). Daarbij varieert het opbrengstverhogend effect van 20 tot 50 kg droge stof/ha .mm , afhankelijk van het potentieel te bereiken opbrengstniveau. Opgemerkt dient hierbij te worden dat als gevolg van verschillen in o.a. gewasbehandeling het opbrengstverhogend effect op proefvelden meestal hoger is dan onder praktijkomstandigheden. De verschillen kunnen liggen in de orde van grootte van 20 à 30%.

Door Hellings (1980) zijn de berekeningseffecten bij de belangrijkste akkerbouwgewassen beschreven. Gewassen die goed te onderscheiden ontwikkelingsstadia doorlopen, zoals granen en aardappelen, blijken erg gevoelig te zijn voor het moment waarop vochttekorten optreden (bij aardappelen het tijdstip van knolvorming, bij granen het schieten en de bloei). Bij vegetatief producerende gewassen zoals suikerbieten is dit minder het geval. Ook bij akkerbouwgewassen verschillen de effecten van berekening van jaar tot jaar.

Veldproeven blijken niet altijd in eenduidige verbanden tussen opbrengst en watergebruik te resulteren. Dit is ten dele te verklaren doordat in de praktijk de relatie produktie - watergebruik dikwijls op verschillende manieren wordt geïnterpreteerd. Zo wordt de totale droge stofproduktie vaak uitgezet tegen evapotranspiratie, transpiratie, hoeveelheid toegediend irrigatie- of beregeningswater, beschikbaar bodemvocht, of beschikbaar bodemvocht + neerslag, watergift etc. Daarbij worden dan allerlei soorten verbanden gevonden die moeilijk generaliseerbaar zijn. Hetzelfde geldt in sterke mate wanneer een gedeelte van de droge stofproduktie, het uiteindelijk geoogste produkt (bijvoorbeeld graan, aardappels) tegen genoemde variabelen wordt uitgezet. Bovendien vertonen sommige gewassen een in de tijd gezien niet constant verband tussen watergebruik en opbrengst. Men dient derhalve voorzichtig te zijn met het generaliseren van produktiefuncties zonder specifieke veldstudies met verschillende gewastypen en variëteiten.

Teneinde meer systematiek in de relatie watergebruik - opbrengst te brengen zijn de laatste jaren fysisch geïntendeerde produktiemodellen ontwikkeld. Produktiemodellen kunnen erg eenvoudig of erg gecompliceerd zijn. Ze zijn een weergave van de huidige stand van de kennis over het plant-produktiesysteem. Aangezien hierbij vele aspecten een rol spelen en de kennis van bepaalde aspecten gering is, wordt, om tot een praktisch werkbaar model te komen, dikwijls gebruik gemaakt van sterk vereenvoudigde, empirische relaties, ontleend aan veldproeven. Voor een overzicht van produktiemodellen in relatie tot watergebruik, zie Feddes (1979).

Door het ICW is het model SWATRE ontwikkeld waarmee verschillende termen van de waterbalans voor een bodemprofiel kunnen worden berekend (zie Belmans e.a. 1980).

Door Feddes et al. (1978) is het model CROPR ontwikkeld dat voor een gewas dat in een optimale bemestingstoestand verkeert de dagelijkse droge stofproduktie

berekent. De uiteindelijke totale droge stofproduktie wordt dan bepaald door de dagelijkse produktiehoeveelheden over het groeiseizoen te sommeren. Feddes en Wesseling (1984) hebben de programma's SWATRE en CROPR samengevoegd tot één programma (SWACRO), waarmee voor de belangrijkste landbouwgewassen de actuele gewasproduktie kan worden berekend. Dit model genereert de gewasontwikkeling als functie van de tijd, in afhankelijkheid van de optredende vochttekorten.

2. BODEM- EN GRONDWATERTRAPPENKAART ALS BASIS VOOR DE DEPRESSIETABEL

2.1. INLEIDING

Bij het opstellen van de depressietabel is nauwe aansluiting gezocht bij de bodem- en Gt-kaarten zoals die door de Stichting voor Bodemkartering (Stiboka) worden vervaardigd. Uitgangspunt is geweest dat legenda-eenheden van de bodemkaart gemakkelijk ingedeeld kunnen worden in de ten behoeve van de HELP-tabel gebruikte coderingen. Bijzondere aanduidingen of toevoegingen zoals die soms op de bodemkaart staan aangegeven, zijn hierbij buiten beschouwing gelaten. Het verdient aanbeveling om bij de evaluatie, met name in een wat verder gevorderd stadium van de voorbereiding van landinrichtingsprojecten, de 1 : 25.000 of indien beschikbaar 1:10.000-kaart als uitgangspunt te nemen. De tabellen zijn zo samengesteld, dat ook de 1:50.000-kartering als basis kan worden genomen. In bijlage 1 is aangegeven hoe legenda-eenheden van de bodemkaarten ingedeeld kunnen worden in HELP-bodemtypen. In dit hoofdstuk zal nader ingegaan worden op de bodemkundige eenheden en de grondwatertrappen.

2.2. BODEMKUNDIGE EENHEDEN

2.2.1. Algemeen

Bij de legenda-indeling van de door de Stiboka vervaardigde bodemkaarten wordt een aantal hoofdklassen onderscheiden. Ten behoeve van het opstellen van de depressietabellen zijn deze samengevoegd tot de volgende hoofdgroepen (zie bijlage 1):

1. veengronden (code V);
2. moerige gronden (code W);
3. kleigronden (code K);
4. zandgronden: eerd- en vaaggronden (code Z);
5. zandgronden: podzolgronden (code H);
6. brikgronden, leemgronden en oude kleigronden (code BLK).

Binnen deze hoofdgroepen is een onderverdeling aangebracht op grond van eigenschappen en kenmerken die van invloed zijn op de oogstdepressies.

2.2.2. Veengronden en moerige gronden

Bij veengronden en moerige gronden worden de oogstdepressies vooral beïnvloed door de volgende factoren:

- de aard van de bovengrond;
- het soort veen of moerig materiaal;
- de mate van veraardheid van het veen;
- het percentage zand of lutum dat in de bovengrond aanwezig is;
- de aard en de diepte van storende lagen.

Over het algemeen geeft de bodemkaart slechts een beperkt inzicht in bovengenoemde factoren. De beide eerste factoren zijn van de bodemkaart af te lezen omdat de indeling van de Stiboka hierop is gebaseerd. De relatie met de opbrengst-

depressie en de veensoort is moeilijk aan te geven. Daarom is bij het samenstellen van de tabellen alleen rekening gehouden met de aard van de bovengrond.

2.2.3. Kleigronden

De oogstdepressies op kleigronden zijn sterk afhankelijk van:

- het profielverloop;
- de textuur;
- de dikte van de bovengrond.

Deze factoren zijn binnen zekere grenzen direct van de bodemkaart af te lezen. Daarom is de onderverdeling van de kleigronden hierop gebaseerd.

2.2.4. Zandgronden

Belangrijke bodemkundige factoren bij het bepalen van oogstdepressies op zandgronden zijn:

- de dikte en het humuspercentage van de bovengrond;
- de granulaire samenstelling;
- storende lagen in het profiel.

De bodemkaart geeft informatie over de dikte van het humeuze dek, de granulaire samenstelling en storende lagen in het profiel (Podzolgronden). Hiermee is bij het samenstellen van de tabel rekening gehouden. Er is geen rekening gehouden met afwijkende lagen of ondergronden. De invloed hiervan dient door de gebruiker te worden beoordeeld (zie bijlage 4).

2.2.5. Brikgronden, leemgronden en oude kleigronden

Deze hoofdgroep bestaat uit bodemtypen die verhoudingsgewijs niet veel in Nederland voorkomen. De depressies bij deze bodemtypen zijn afhankelijk van:

- het leem- en lutumgehalte;
- de bodemprofielopbouw;
- de eventueel storende lagen (briklaag).

De indeling in de HELP-codering is gebaseerd op de aard van de bovengrond.

2.3. GRONDWATERTRAPPEN

Voor het bepalen van de oogstdepressie ten gevolge van natte omstandigheden is de marge in de GHG binnen een grondwatertrap te ruim voor een nauwkeurige schatting van de baten van waterbeheersingswerken. Binnen eenzelfde grondwatertrap kunnen hierdoor aanzienlijke verschillen optreden in depressie. Daarom bestaat er vaak behoefte om, met name bij de nattere grondwatertrappen, wat meer detailering in de GHG aan te kunnen brengen. De depressietabellen komen hieraan tegemoet. Naast de aanduiding met een * wordt er voor de grondwatertrap II onderscheid gemaakt tussen een GHG van 5, 10 en 15 en voor de grondwatertrap III tussen een GHG van 10, 15 en 20 cm. Hierdoor kan op grond van gegevens uit het boorregister en grondwaterstandopnamen een beter inzicht worden verkregen in de

waterhuishoudkundige toestand van het te beoordelen gebied.

3. TOELICHTING OP DE BEPALING VAN DE DEPRESSIEPERCENTAGES

3.1. INLEIDING

Evenals in de tot nog toe gehanteerde HELP-tabel zijn in de nieuwe tabellen de depressiepercentages als gevolg van wateroverlast en vochttekort afzonderlijk weergegeven. Het aantal onderscheiden bodemtypen is echter aanzienlijk uitgebreid. Ten aanzien van de depressie door wateroverlast zijn in de natte Gt's eveneens meerdere situaties onderscheiden.

Tevens zijn in de nieuwe tabellen de gemiddelde vochttekorten in mm vermeld. De opbrengstdepressies en vochttekorten zijn zowel voor grasland als voor bouwland gegeven. De depressies gelden als een gemiddelde over een reeks van jaren. Van jaar tot jaar kunnen afhankelijk van de feitelijke meteorologische omstandigheden en het feitelijke grondwaterstandsverloop aanzienlijke verschillen optreden. De depressies zijn weergegeven in een percentage van de "praktische potentiële produktie" (zie 1.3.).

De werkgroep heeft bij het samenstellen van de depressie-tabellen zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de resultaten van en de kennis verkregen uit recent wetenschappelijk onderzoek op het betreffende vakgebied en heeft zich voor zover nodig aanvullend beroepen op de kennis, inzichten en ervaringen van deskundigen.

3.2. DEPRESSIE WATEROVERLAST

Opbrengstdepressies door wateroverlast worden veroorzaakt door een complex van factoren. Mede door de interactie tussen de verschillende factoren is het totaal effect van wateroverlast op de opbrengst moeilijk vast te stellen.

De tot nog toe uitgevoerde onderzoeken hebben meestal slechts betrekking op deelaspecten van wateroverlast zoals vertrappingsverliezen, invloed van verslemming, temperatureffecten, invloed van te laat zaaien en/of te vroeg oogsten, lengte weideperiode etc.

Recentelijk is door het ICW in het kader van het HELP-onderzoek echter een model ontwikkeld waarmee op basis van bodemfysische en bedrijfstechnische gegevens voor verschillende akkerbouwgewassen het effect van de ontwateringsdiepte en de drainage-intensiteit op de opbrengst kan worden berekend.

Bij het samenstellen van de nieuwe depressietabellen kon voor een aantal bodemtypen worden beschikt over de resultaten van deze berekeningen. Voor de berekening van de opbrengst-depressies op grasland wordt in het kader van bovenvermeld onderzoek eveneens een model ontwikkeld. Ten behoeve hiervan wordt momenteel door het ICW voor verschillende grondsoorten proefveldonderzoek verricht naar de relatie tussen draagkracht en vertrappingsverliezen.

Voor de bepaling van het niveau van de opbrengstdepressie door wateroverlast op bouwland hebben de uitkomsten van de modelberekeningen van het ICW als basis gediend. Een verdere onderverdeling naar de onderscheiden bodemtypen en Gt's vond plaats op basis van praktijkkennis en de in de literatuur vermelde resultaten van proefveldonderzoek.

De werkwijze is hierbij als volgt geweest. Per hoofdgroep van bodemtypen zijn de onderscheiden bodemtypen gerangschikt naar de mate van depressie door wateroverlast. De rangschikking is vergeleken met het door de Stiboka gehanteerde systeem van geschiktheidsbeoordeling (WIB-systeem). Per bodemtype is vervolgens een depressiepercentage voor de onderscheiden Gt's en de eventuele onderverdeling hiervan bepaald.

Hierbij zijn de bodemkundige en waterhuishoudkundige factoren die van invloed zijn op de mate van wateroverlastdepressie (zie ook 1.4.3. en 2.2.2. t/m 2.2.5.) zo goed mogelijk in de depressiepercentages tot uitdrukking gebracht. Per bodemtype zijn vervolgens de geschatte depressiepercentages uitgezet tegen de onderscheiden GHG-waarden. Waar dit leidde tot niet te verklaren of onrealistische verbanden werden de geschatte percentages gecorrigeerd. Ten slotte vond een vergelijking plaats tussen de geschatte depressieniveaus van de onderscheiden bodemgroepen. Zo nodig werden op grond hiervan eveneens correcties op de geschatte percentages aangebracht.

Voor grasland is eenzelfde werkwijze toegepast. Vooruitlopend op de definitieve resultaten van het hiervoor genoemde ICW-onderzoek heeft de werkgroep in overleg met de betreffende onderzoekers de depressiepercentages als gevolg van wateroverlast op grasland bepaald.

Bij bodemtypen met een slechtdoorlatende bovengrond (klei-, leemgronden en gronden met een kleidek) is een zekere restdepressie in rekening gebracht. Deze restdepressie is onafhankelijk van de grondwaterstandsdiepte, en komt vooral tot uitdrukking in perioden met een aanzienlijk neerslagoverschot (denk o.a. aan grondbewerkings- en oogstmoeilijkheden in natte jaren zoals 1972 en 1974). De restdepressie is een gevolg van een slechte infiltratiecapaciteit van de bovengrond. De aanwezigheid van slechtdoorlatende lagen ondiep in het profiel veroorzaakt in dit opzicht vergelijkbare effecten. Slechts door profielverbetering kunnen deze restdepressies worden weggenomen.

Bij de bepaling van de depressiepercentages is rekening gehouden met die aspecten van wateroverlast die vermindering van de netto produktie tot gevolg hebben. Geen rekening is gehouden met eventuele extra kosten in de bedrijfsvoering verband houdende met de te natte omstandigheden zoals bijv. kosten voor aangepaste werktuigen, geringere capaciteit van de werktuigen, extra arbeidskosten, een slechtere spreiding van de voorjaarswerkzaamheden, extra kosten voor ziektebestrijding (leverbot, longworm etc.) bij rundvee en schapen. Eventuele opbrengstreducties als gevolg van landverlies door bijv. begreppeling zijn evenmin in de depressiepercentages begrepen evenals opbrengstreducties ten gevolge van verminderde stikstofmineralisatie en reducties als gevolg van verminderde mogelijkheden van herinzaai van natte gronden.

3.3. DEPRESSIE VOCHTTEKORT

3.3.1. Algemeen

Voor de onderbouwing van de in de tabel genoemde depressiepercentages ten gevolge van vochttekort, zijn modelberekeningen uitgevoerd met het pseudo-stationnaire model LAMOS. In 3.3.2. wordt nader ingegaan op het model. In 3.3.3. en 3.3.4. is uiteengezet welke gewassen en combinaties daarvan, en welke klimatologische gegevens in de berekeningen zijn gebruikt. Verder is in deze paragrafen aangegeven hoe bij afwijkende gewascombinaties en klimatologische gegevens opbrengstdepressies kunnen worden bepaald.

3.3.2. Het LAMOS-model

Het model LAMOS is een door Reuling (1983) aangepaste versie van het door De Laat ontwikkelde UNSAT-model.

Enkele overwegingen om voor dit model te kiezen waren:

- a. met dit model was reeds relatief veel ervaring opgedaan;
- b. het model vraagt betrekkelijk weinig rekentijd;
- c. de benodigde invoergegevens waren voorhanden.

Op basis van meteorologische, bodemkundige en hydrologische gegevens kunnen met behulp van het model LAMOS de vochtleverantie door het profiel, het eventueel optredende vochttekort en de veranderingen in de grondwaterstand worden berekend.

Bij de berekeningen voor de onderbouwing van de HELP-tabel is daarbij gebruik gemaakt van de volgende invoergegevens:

Grondwaterstand-afvoerrelatie

Bij de berekeningen is gekozen voor de methode waarbij uitgegaan wordt van een constante basisafvoer. Uitgaande van een bepaalde Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) berekent het model op interactieve wijze een zodanig basisafvoer, dat de berekende GLG zo goed mogelijk overeenkomt met de opgegeven GLG. Proefberekeningen hebben uitgewezen dat het gebruik maken van de andere methode, nl. het invoeren van een variabele grondwaterstand-afvoerrelatie, gemiddeld over een reeks van jaren geen noemenswaardige verschillen oplevert in de uitkomsten. Alle bodemprofielen zijn per onderscheiden grondwatertrap doorgerekend. De GVG's zijn berekend met behulp van een door Van der Sluijs (1982) ontwikkelde formule:

$$GVG = 5,4 + 0,83 * GHG + 0,19 * GLG.$$

Voor de berekening is aangenomen dat de grondwaterstand aan het begin van de rekenperiode (1 april) overeenkomt met de GVG.

Meteorologische invoergegevens

Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van neerslag- en verdampingscijfers van De Bilt over een periode van 30 jaar.

Om het effect van verticale scheurvorming (kortsluiting), in rekening te brengen is een reductie toegepast op de neerslag. Bij kleigronden is aan de hand van de richtlijnen afgeleid uit onderzoek door Bouma en De Laat, (1981) en Bouma en Dekker (1983) de volgende reductie toegepast:

percentage lutum 25-40%: alle maanden 10% reductie van de neerslag;
percentage lutum > 40% : april en sept. 10% en mei t/m augustus 20% reductie van de neerslag.

Bij veengronden en moerige gronden (uitgezonderd die met een zanddek) is een reductie toegepast afhankelijk van het grondwaterstandsverloop:

Gt II, II* en III: geen reductie
Gt III* en IV: alle maanden 10% reductie van de neerslag
Gt V, V*, VI en VII: april en september 10% reductie en mei t/m augustus 20% reductie van de neerslag.

Bodemkundige parameters

Ten behoeve van het model wordt een bodemprofiel geschematiseerd tot een systeem bestaande uit een effectieve wortelzone en een ondergrond. De wortelzone wordt gekarakteriseerd door dikte en vocht karakteristiek; de ondergrond door profielopbouw, capillaire doorlatendheid en vocht karakteristiek per onderscheiden bodemlaag.

a. Dikte effectieve wortelzone

De voor de vochttekortberekeningen gebruikte waarden voor de dikte van de effectieve wortelzone zijn per bodemtype en per gewas weergegeven in tabel 5. Voor een aantal bodemtypen zijn per gewas twee waarden vermeld. Dit betreft gevallen waarin per bodemtype meerdere profielen met verschillende diktes van de effectieve wortelzone in beschouwing zijn genomen.

De bewortelingsdiepte is behalve van het bodemtype en de aard van het gewas ook afhankelijk van het ontwikkelingsstadium van het gewas. Dit geldt met name voor de akkerbouwgewassen. Vanaf het begin van het groeiseizoen (opkomst) neemt de bewortelingsdiepte geleidelijk toe totdat de maximale waarde is bereikt.

In de vochttekortberekeningen is dit verdisconteerd door voor het eerste deel van het groeiseizoen de dikte van de effectieve wortelzone te halveren. Het tijdstip waarop bij de berekeningen is overgegaan op de volledige dikte van de effectieve wortelzone is per gewas aangegeven in tabel 6.

Naarmate de volledige bewortelingsdiepte geringer is wordt dit tijdstip eerder bereikt.

Voor gras is gerekend met een constante bewortelingsdiepte gedurende het groeiseizoen. In verband met een verminderde opneembaarheid van het bodemvocht onder natte omstandigheden (slechte luchthuishouding) is de effectieve bewortelingsdiepte bij gronden op Gt II en Gt II* gesteld op 2/3 van de in tabel 5 genoemde waarden.

Tabel 5. Dikte effectieve wortelzone per gewas en per bodemtype

Bodemgroep	Profiel- code	Gras	Graan	Maïs	Aard- appelen	Suiker bieten
Veengronden	V	15	-	-	-	-
	aV	25	30	30	25	30
	hV	30	-	-	-	-
	kV	30	-	-	-	-
	zV	20	25	25	20	25
	iV	20-25	25-30	25-30	20-25	25-30

Moerige gronden	Wo	20	-	-	-	-
	vW	25	35	35	30	35
	hW	25	-	-	-	-
	kW	25	-	-	-	-
	zW	20	25	25	20	25
	iW	20	25	25	20	25

Kleigronden	Kz 1a	30	40	40	35	40
	Kz 1b	30	45	50	35	45
	Kk 1a	25	35	35	30	35
	Kk 1b	25	40	40	35	40
	Kz 2a	30	50	50	40	50
	Kz 2b	30	60	65	45	60
	Kk 2a	25	40	40	35	40
	Kk 2b	25	45	45	35	45
	Kz 3,4a	30	40	40	35	40
	Kz 3,4b	30	45-50	50	35	45-50
	Kk 3,4a	25	35	35	30	35
	Kk 3,4b	25	35	35	30	35
	Kz 5hz	35	60-70	70-80	35-40	60-70
	Kz 5h	35	60-70	70-80	35-40	60-70
	Kk 5hz	30	45-60	45-70	35-40	45-60
	Kk 5h	30	45-60	45-70	35-40	45-60
	Kz 5oz	30	60	70	40	60
	Kz 5o	30	60	70	40	60
	Kk 5oz	30	45	45	35	45
	Kk 5o	30	45	45	35	45

Zandgronden, eerd- en vaaggronden	Z	20	20	20	20	20
	tZ	20	25	25	25	25
	cZ	30	40	40	30	40
	EZ	50	60	60	50	60
	EEZ	50	80	80	50	80
	kZ	25	30	30	25	30
Sn	25	40	40	30	40	

Zandgronden, podzolgronden	H1a, 2a	25	30	30	25	30
	H1b, 2b	25	25	25	25	25
	cH1a, 2a	35	40	40	35	40
	cH1b, 2b	35	40	40	35	40

Brik-, leem- en oude kleigronden	BLKa	50	80	80	60	80
	BLKb	40	70	70	50	70
	BLKc	40	60	60	40	60
	BLKd	35	60	60	35	60
	BLKe	30	40	40	35	40

Tabel 6. Begin- en einddatum groeiseizoen per gewas en datum waarop de volledige bewortelingsdiepte wordt bereikt bij verschillen bewortelingsdiepten.

Gewas	Begin groeiseizoen	Eind groeiseizoen	Bewortelings- diepte (cm)	Tijdstip van volledige bew. diepte
Gras	1-4	1-10	> 10	1-4
Graan	1-4	10-8	< 30	20-4
			40-50	10-5
			60-70	1-6
			> 80	10-6
Maïs	10-5	1-10	< 30	1-6
			40-50	20-6
			60-70	10-7
			> 80	1-8
Aardappelen	20-5	10-9	< 25	10-6
			30-40	20-6
			> 45	1-7
Suikerbieten	1-5	1-10	< 30	1-6
			40-50	20-6
			60-70	10-7
			> 80	1-8

b. vochtkarakteristiek van de wortelzone

Voor de invulling van de vochtkarakteristiek van de wortelzone is gebruik gemaakt van door de Stiboka gemeten waarden.

Bij de model-berekeningen voor de opbrengstdepressie door vochttekort is geen rekening gehouden met het effect van irreversibele indroging van veengronden en moerige gronden bij diepere grondwaterstanden. Aangezien dit proces echter van grote invloed is op de vochthoudendheid van de bodem en hiermee op de droogte-depressie, is hiervoor naderhand gecorrigeerd middels een vermenigvuldigingsfactor, die is gedifferentieerd naar Gt-klasse. Hierbij zijn de volgende factoren gehanteerd:

Gt II, II* en III: geen correctie
 Gt III* en IV : factor 1,1
 Gt V en V : factor 1,3
 Gt VI : factor 1,5

c. Capillair geleidingsvermogen

Ook voor de invulling van het capillair geleidingsvermogen (K(h)-relatie) van de ondergrond vormden gegevens van Stiboka het basismateriaal. In een enkel geval is gebruik gemaakt van waarden van het ICW (Beuving, 1984). In beide gevallen betreffen het gemeten K(h)-relaties van ongestoorde monsters.

Bij de voor deze berekeningen gehanteerde K(h)-relaties van kleigronden is geen rekening gehouden met het optreden van scheuren bij uitdroging van de grond. Als gevolg van horizontale scheuring neemt het te doorstromen oppervlak af waardoor er minder vochttransport kan plaatsvinden. Op basis van onderzoeksgegevens is daarom afhankelijk van het lutumgehalte, een bepaalde reductie op de K(h)-relatie toegepast.

3.3.3. Gewasverschillen

De vochttekortberekeningen met het model LAMOS zijn uitgevoerd voor de gewassen gras, graan, maïs, aardappelen en suikerbieten. De in de depressietabellen vermelde depressiepercentages voor bouwland zijn gebaseerd op een gewogen gemiddelde voor een bepaald bouwplan. De samenstelling van het bouwplan varieert afhankelijk van het hoofdbodemtype. Onderscheiden zijn de in tabel 7 weergegeven bouwplansamenstellingen.

Tabel 7. Samenstelling bouwplan voor de onderscheiden hoofdbodentypen

Bodemtype Gewas	Veen- en moerige gronden	Klei- gronden	Zand- gronden	Brik- en leemgronden
Graan	25%	50%	-	50%
Maïs	-	-	50%	-
Aardappelen	50%	25%	25%	25%
Suikerbieten	25%	25%	25%	25%

Nagegaan is hoe de vochttekortdepressies van de afzonderlijke gewassen zich verhouden tot de gemiddelde depressie van het bouwplan. De resultaten van deze analyse zijn vermeld in tabel 8.

Tabel 8. Opbrengstdepressie door vochttekort per gewas (y) als functie van de gemiddelde depressie (x) voor het bouwplan van het betreffende hoofdbodentype (gebaseerd op de lineaire regressievergelijking $y = ax + b$)

	Graan	Maïs	Aardappelen	Suikerbieten
Veengronden en moerige gronden	$0,90x - 2$	$0,95x - 0,5$	$1,15x + 1,5$	$0,80x - 1$
Zandgronden	$1,05x - 2,5$	x	$1,15x + 0,5$	$0,85x - 0,5$
Kleigronden profielverloop 1 t/m 4	$1,05x - 1$	$x + 1$	$1,10x + 1$	$0,80x + 1$
Kleigronden profielverloop 5	$0,90x - 0,5$	x	$1,40x + 1$	$0,80x$
Brik-, leem- en oude kleigronden	$0,95x - 0,5$	$1,15x + 0,5$	$1,20x + 0,5$	$0,90x + 0,5$

Op basis van de in deze tabel gegeven relaties is het mogelijk de opbrengstdepressies per gewas globaal te benaderen. Ook is het mogelijk in geval van een sterk afwijkende bouwplansamenstelling de gemiddelde depressie behorend bij dit bouwplan te berekenen.

Voor tuinbouwgewassen zijn geen afzonderlijke berekeningen uitgevoerd, vooralsnog moet hiervoor gebruik worden gemaakt van de depressiecijfers van bouwland.

Voor de vertaling van de berekende vochttekorten naar opbrengstdepressies is voor gras gebruik gemaakt van een door Van Boheemen (1981) gegeven relatie waarbij de opbrengstderving per mm vochttekort afhankelijk is van het potentiële opbrengstniveau. Voor de akkerbouwgewassen is de procentuele opbrengstvermindering gelijk gesteld aan het procentuele vochttekort.

3.3.4. Invloed klimatologische omstandigheden

De klimatologische omstandigheden in ons land zijn niet overal gelijk (zie 1.5.2); met name in de kustgebieden wijkt het neerslag- en verdampingspatroon, zowel wat betreft de hoeveelheid als wat betreft de verdeling over het jaar, aanzienlijk af van meer landinwaartsgelegen gebieden. Deze afwijkingen zijn het grootst in het zomerhalfjaar.

In figuur 1B is het gemiddelde neerslagtekort ($0,8 E_o - P$) over het zomerhalfjaar per district (zie fig. 1A) grafisch weergegeven.

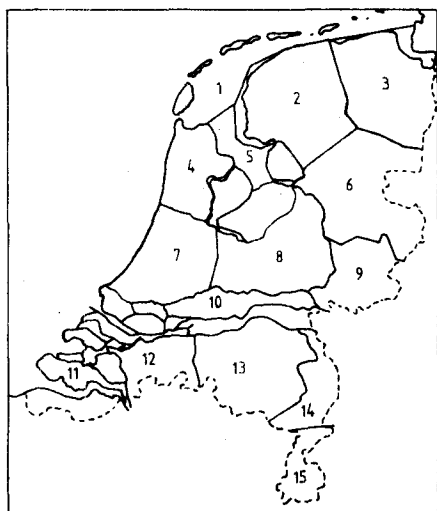


Fig. 1A
Indeling in districten

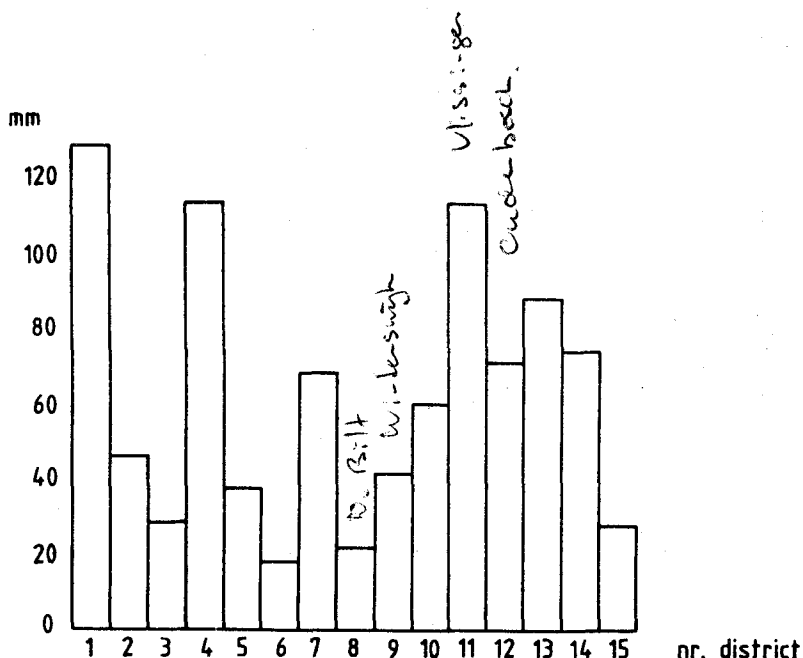


Fig. 1B
Gemiddeld neerslagtekort (mm) in
het zomerhalfjaar per district.

De in de tabel opgenomen depressiecijfers zijn gebaseerd op meteogegevens van De Bilt (district 8).

Teneinde na te gaan wat de invloed van de klimatologische verschillen is op de berekende vochttekorten (opbrengstdepressies) zijn voor een aantal profielen eveneens berekeningen uitgevoerd op basis van de meteogegevens van Vlissingen (district 11), Oudenbosch (district 12) en Winterswijk (district 9).

Het meteostation Vlissingen is representatief te achten voor de kustgebieden; Oudenbosch voor het overgangsgebied tussen de kust en de meer landinwaarts gelegen gebieden en Winterswijk voor het oostelijk deel van het land.

De berekende vochttekorten op basis van deze meteostations zijn in figuur 2 uitgezet tegen de vochttekorten berekend voor De Bilt.

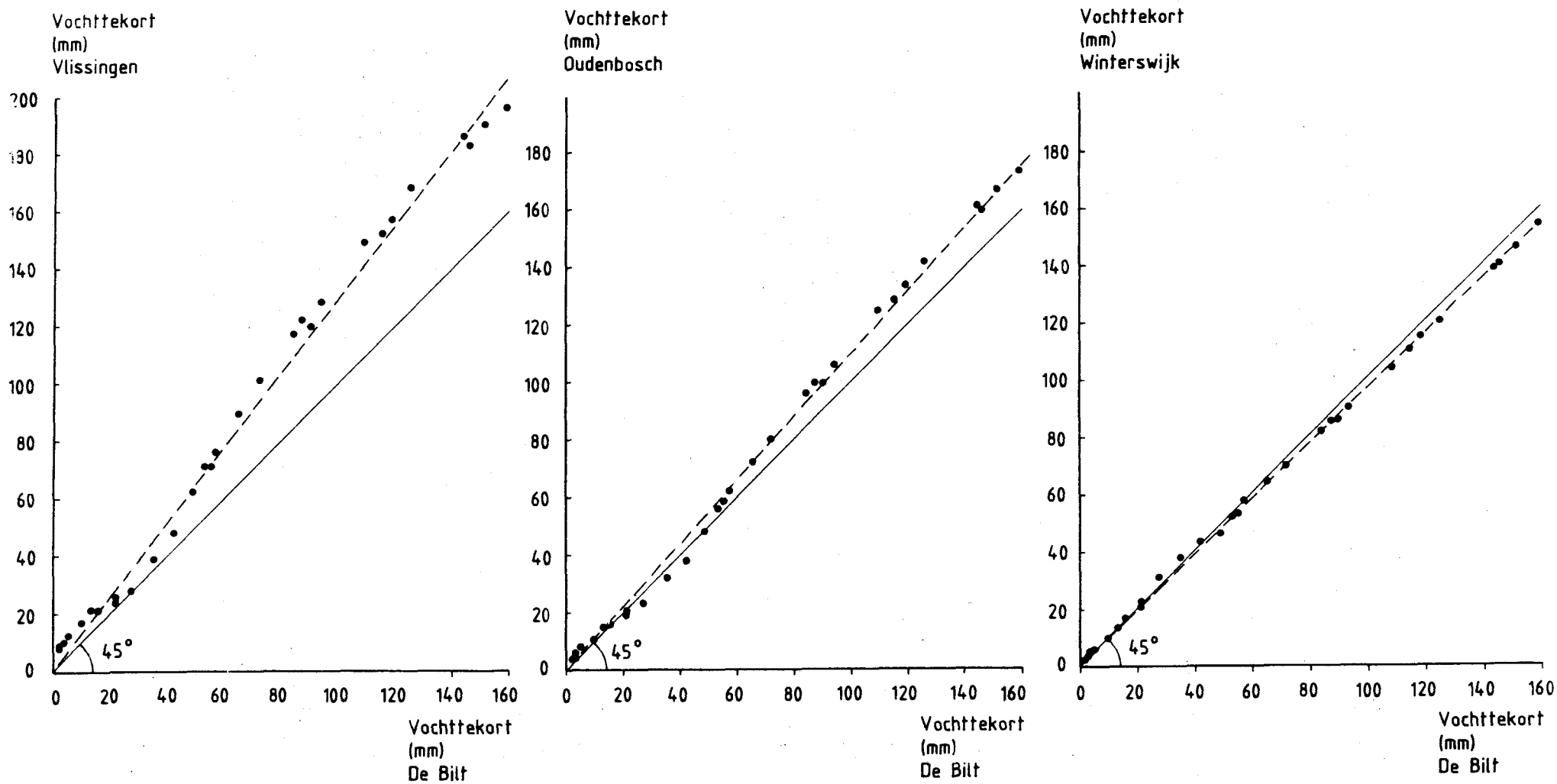
Voor Vlissingen zijn de vochttekorten gemiddeld ca. 30% groter dan voor De Bilt en voor Oudenbosch ca. 10% groter. De vochttekorten voor Winterswijk zijn ongeveer gelijk aan die van De Bilt.

De relaties zijn echter niet lineair. Bij vochttekorten ter grootte van 20 à 50 mm zijn de afwijkingen relatief gering; daarboven nemen de verschillen geleidelijk toe en bij vochttekorten groter dan 80 mm zijn de verschillen vrijwel constant (Vlissingen + 30 à 35 mm, Oudenbosch + 10 à 15 mm en Winterswijk - 2 à 5 mm).

De vergelijking is uitgevoerd voor grasland op een drietal kleiprofielen. Voor andere gewassen en andere bodemtypen zijn geen berekeningen uitgevoerd. Het is evenwel niet aannemelijk te achten dat hiervoor sterk afwijkende uitkomsten zouden gelden.

Op grond van de berekeningsresultaten kan globaal de volgende indeling worden gemaakt:

- district 1, 11 alsmede de kuststrook van district 4 en 7 factor 1,3
- district 4 en 7 met uitzondering van de kuststrook,
district 12, 13, 14: factor 1,1
- district 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10 en 15 factor 1,0



Figuur 2 Relatie tussen de gemiddelde vochttekorten van grasland op een drietal kleigronden berekend op basis van de meteorologische gegevens van de stations Vlissingen, Oudenbosch en Winterswijk en die berekend op basis van de meteorologische gegevens van De Bilt.

4. RICHTLIJNEN VOOR HET GEBRUIK VAN DE TABEL

4.1. INLEIDING

In dit hoofdstuk is aangegeven hoe de HELP-depressietabel kan en mag worden gebruikt om uiteindelijk te komen tot een depressieverandering als gevolg van inrichtingsmaatregelen.

In het eerste gedeelte (4.2. en 4.3.) wordt ingegaan op het voor de bestaande situatie bepalen van:

- de bodemtypen ten behoeve van het gebruik van de tabel;
- de grondwaterstanden (grondwatertrappen) ten behoeve van het gebruik van de tabel.

In 4.4. wordt behandeld hoe met bovenstaande gegevens een wateroverlast- en een droogtedepressie kan worden bepaald. Daarbij wordt ook ingegaan op het aanbren- gen van correcties indien er sprake is van een andere GHG en GLG dan in de tabel is aangegeven (4.4.2.) en indien er sprake is van afwijkingen in de profielop- bouw (4.4.3.).

Verder wordt aandacht besteed aan afwijkingen in het bouwplan (4.4.4.) en af- wijkende klimatologische omstandigheden (4.4.5.).

In 4.5. wordt aangegeven hoe veranderingen in de grondwaterstand als gevolg van inrichtingsmaatregelen en de daaruit voortvloeiende opbrengstdepressieverande- ringen kunnen worden bepaald. Bij verschillende onderdelen is ter verduidelij- king een voorbeeld uitgewerkt.

Ten slotte wordt in 4.6 gewezen op de mogelijkheid bij het gebruik van de HELP- tabel gebruik te maken van hiertoe door de Landinrichtingsdienst ontwikkelde programmatuur.

4.2. INDELING VAN DE BODEMTYPEN

Aan de hand van bodemkaarten en bodembeschrijvingen moeten de in een gebied voorkomende bodemtypen worden ingedeeld in de volgens de in de HELP-tabel onderscheiden bodemprofielen (zgn. HELP-bodemtypen). Dit kan gebeuren met behulp van in bijlage 1 gegeven overzichten.

De toevoegingen die soms op de bodemkaart worden aangegeven zijn hierbij buiten beschouwing gelaten. Hoe bij aanwezigheid van "toevoegingen" en evt. profiel- verbetering gehandeld moet worden is aangegeven in par. 4.4.3.

Bij de bodemtypen indeling van de depressietabel is veelal gebruik gemaakt van de bij de 1:10.000 kartering gebruikelijke laagdiktenafmetingen en bovengrondin- delingen. Hierdoor is de HELP-bodemtype indeling soms gedetailleerder dan voor de 1:50.000 kartering noodzakelijk is.

Als met behulp van de bij de bodemkartering behorende beschrijving of de aanwe- zige boorstaten geen bevredigende indeling te maken is, moet een keuze gemaakt worden of kunnen eventueel twee HELP-bodemtypen samengevoegd worden met daarbij de gemiddelde depressie. Dit combineren kan betrekking hebben op zowel de laag- dikte als op lutum/leem klassen.

Voorbeeld:

Er is een bodemkaart 1:50.000 waarop is aangegeven een kleigrond met een zware kalkloze tussenlaag (Mn 33C).

De begindiepte van de zware tussenlaag is niet te achterhalen. De meest voor de hand liggende oplossing is dan om het HELP-bodemtype met een begindiepte van de zware tussenlaag van 40-60 cm (Kk34a) en van 60-80 cm (Kk34b) te combineren en hiervan de gemiddelde depressie te bepalen.

4.3. INDELING VAN DE GRONDWATERTRAPPEN

Bij de gevonden bodemtypen moet bekend zijn welke grondwatertrap of -trappen (Gt) dat bepaalde bodemtype heeft. In feite moet bepaald worden wat de gemiddeld hoogste (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) is. Dit geldt speciaal voor Gt II en III waar de GHG is onderverdeeld in respectievelijk 5-10-15 cm en 10-15-20 cm. De grondwatertrap (Gt) blijkt uit de grondwatertrappenkaart. Om de GHG bij Gt II en III te benaderen kan men gebruik maken van:

- de bij de grondwatertrappenkaart behorende toelichting in het Stiboka-rapport;
- de toelichting op "het verzamelen en verwerken van de grondwaterstandgegevens" wat meestal als aanhangsel in deel II van het Stiboka-rapport is aangegeven.
- de boorstaten waar dikwijls per boring een GHG en GLG is aangegeven.
- terreinkennis.

Ook bij de andere Gt's is het aan te bevelen voor meer gedetailleerde berekeningen na te gaan wat de werkelijke GHG en GLG bij die betreffende Gt is.

Hiervan

kan dan bij het bepalen van de huidige opbrengstdepressie en de eventueel verandering daarvan gebruik gemaakt worden. De in de tabel aangegeven depressies zijn nl. gebaseerd op de daarbij aangegeven GHG en GLG.

Indien een GHG moeilijk vast te stellen is kan bij Gt II het best uitgegaan worden van 10 cm-mv. en bij Gt III van 15 cm-mv.

Bij nieuwe karteringsopdrachten is het aan te bevelen Stiboka te vragen of een indicatie van de GHG en de GLG per Gt-klasse kan worden gegeven.

4.4. BEPALING OPBRENGSTDEPRESSIE

4.4.1. Algemeen

Met de gevonden HELP-bodemtypen en de bijbehorende grondwatertrappen (met een GHG voor Gt II en III) kan nu de bijbehorende wateroverlastdepressie en droogte-depressie opgezocht worden in tabel G 1 t/m 8 voor grasland en B 1 t/m 8 voor bouwland en vollegrondstuinbouw. Voor een gebied kan dan de gemiddelde opbrengstdepressie (gewogen naar oppervlakte) bepaald worden.

De totale opbrengstdepressie voor een bepaalde combinatie van bodemtype en Gt wordt verkregen door sommatie van de uit de tabellen bepaalde depressie door wateroverlast en door vochttekort. In feite leidt deze werkwijze tot enige overschatting van de totale depressie, omdat zowel de wateroverlastdepressie als

de droogtedepressie worden gerelateerd aan hetzelfde potentiële produktieniveau. Het zou juist zijn om in dit geval de totale depressie te berekenen door vermenigvuldiging van de relatieve opbrengstniveau's (de relatieve opbrengsten na aftrek van resp. de wateroverlastdepressie en de vochttekortdepressie).

Voorbeeld:

Bouwland, profielcode Kk2a, GtV

Depressie wateroverlast 16% (relatieve opbrengst 0,84)

Depressie vochttekort 9% (relatieve opbrengst 0,91).

Totale depressie volgens sommatie: $16 + 9 = 25\%$

Totale depressie door vermenigvuldiging van de relatieve opbrengsten:

$(1 - (0,84 * 0,91)) * 100\% = 23,6\%$

Het aantal combinaties van bodemtype en Gt waarbij het bovenstaande aanleiding geeft tot verschillen van betekenis bij de berekening van afname van de opbrengstdepressies is slechts gering. Op grond hiervan is over het algemeen toepassing van de eerstgenoemde werkwijze aanvaardbaar.

Als in bijzondere gevallen de werkelijke GHG en/of GLG niet overeenkomt met de in de tabel aangegeven waarde, dient er een correctie plaats te vinden. Dit geldt eveneens bij afwijkingen in de profielopbouw (storende lagen, profielverbetering).

In het onderstaande wordt dit nader toegelicht.

4.4.2. Afwijkende GHG en GLG

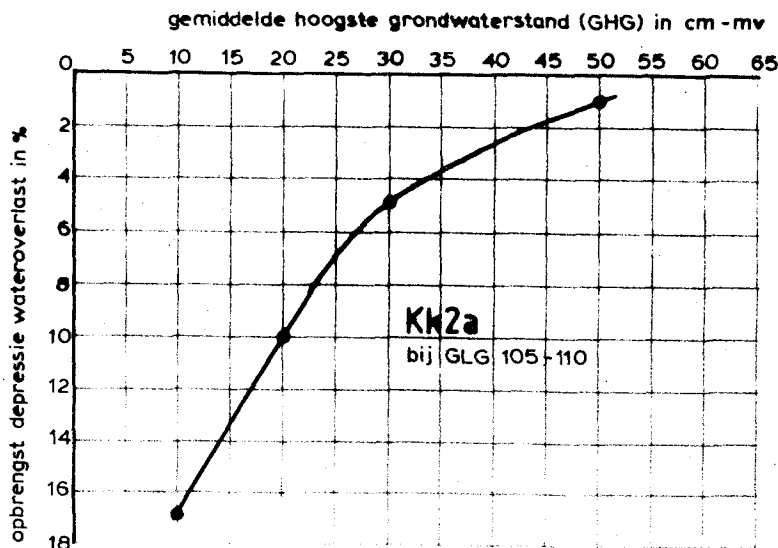
Indien gedetailleerde gegevens van de GHG en de GLG bekend en nodig zijn en deze wijken af van de in de tabel aangegeven waarden dan kan daarbij toch een bijbehorende opbrengstdepressie bepaald worden. Dit kan gedaan worden door te interpoleren tussen de in de tabel aangegeven waarden. Ten aanzien van de GHG geldt hierbij als voorwaarde dat alleen geïnterpoleerd mag worden tussen de verschillende waarden van de GHG bij een nagenoeg gelijkblijvende GLG.

Voorbeeld:

Grasland; profielcode Kk2a, Gt III*, GLG 105-110 cm. Uit onderzoek is gebleken dat een deel van dit bodemtype een GHG van 25 cm heeft. Wat is nu de depressie bij de gegeven GHG van 25 cm?

Als hulpmiddel bij het interpoleren kan gebruik gemaakt worden van een grafiek waarop de wateroverlastdepressies uitgezet zijn tegen de GHG van Gt III, III* en IV. Deze Gt's hebben nagenoeg een gelijke GLG (105-110).

Grafiek 1



Uit de grafiek is af te lezen dat bij een GHG van 25 cm de wateroverlastdepressie ca. 7% bedraagt. Bij bijv. een GHG van 40 cm is de wateroverlastdepressie ca. 3%.

Het voorbeeld laat zien hoe geïnterpoleerd mag worden in de wateroverlast-depressie bij de Gt-reeks III, III* en IV. Dit is ook het geval bij de reeksen: Gt II en II*
Gt V, V* en VI

Bij een afwijkende GLG zal geïnterpoleerd moeten worden in de droogtedepressie. In principe geldt hiervoor ook dat alleen geïnterpoleerd mag worden in de GLG indien de GVG daarbij niet al te sterk afwijkt. Enige voorzichtigheid is hierbij geboden.

Voorbeeld:

.....
Grasland, profielcode Kk2a, Gt VI, GHG 60 cm, GLG 160 cm. Wat is de droogtedepressie?

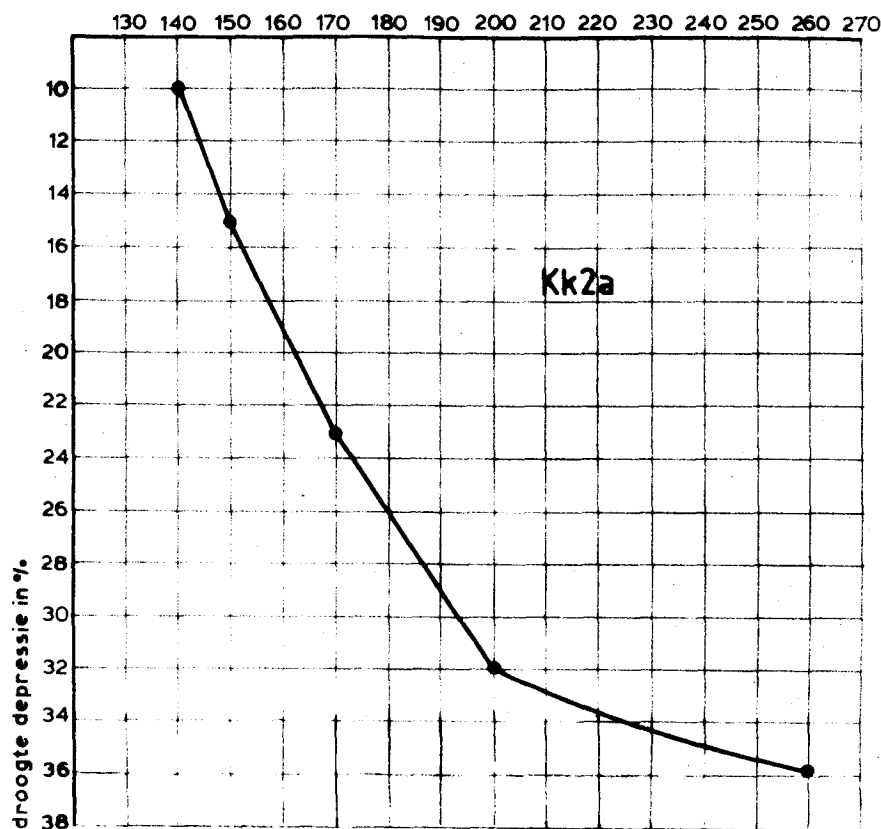
Als hulpmiddel is hier weer gebruik gemaakt van een grafiek, hoewel ook rechtstreeks in de tabel geïnterpoleerd kan worden.

In de grafiek is de droogtedepressie uitgezet tegen de GLG. Het is niet mogelijk om uit de tabel een lijn te construeren bij een gelijkblijvende GVG, zodat enige voorzichtigheid met interpoleren hier geboden is.

Uit de grafiek is af te lezen dat de droogtedepressie bij een GLG van 160 cm ca. 19% is.

Grafiek 2

gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) in cm - mv



4.4.3. Afwijkende profielen

Ten behoeve van de evaluatie worden de op de bodemkaart onderscheiden kaarteenheden samengevoegd tot HELP-bodemtypen. Deze laatste moeten dan ook gezien worden als gemiddelden van de daarin samengevatte kaarteenheden. De in de tabellen genoemde opbrengstdepressies gelden voor deze gemiddelden. In bijlage 3 van dit rapport wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde profielen zoals deze gedacht zijn bij de HELP-bodemtypen.

Bij het samenstellen van de tabellen is ernaar gestreefd het aantal bodemtypen te beperken. Bovendien is ervan uitgegaan dat de bodemtypen goed vergelijkbaar moeten zijn om ze in het schema van de tabellen te kunnen plaatsen. Daarom zijn er geen profielen met afwijkingen opgenomen in de tabellen.

De afwijkende profielen kunnen in twee categorieën worden verdeeld. Ten eerste kunnen de afwijkingen in het profiel betrekking hebben op de factoren waarop de indeling van de HELP-bodemtypen is gebaseerd (zie hoofdstuk 2). Zo kan bij voorbeeld het lutumpercentage van een kleigrond duidelijk afwijken van het gemiddelde percentage van het vergelijkbare HELP-bodemtype. In dergelijke gevallen kan op eenvoudige wijze door middel van interpolatie de depressie worden bepaald.

In de tweede plaats kunnen de afwijkingen in het profiel worden gevormd door bijzondere bovengronden of door afwijkende tussenlagen of ondergronden. Ook kan er een verandering in het profiel hebben plaatsgevonden ten gevolge van cultuurtechnische ingrepen zoals profielverbetering. Voor de veengronden en moerige gronden met een veenkoloniaal dek is in de depressietabel een gemengwoeld bodemtype aangegeven (profiel nrs. 7 en 14). De HELP-code van deze profielen komt overeen met die van de niet verbeterde profielen (nrs. 6 en 13). Indien mag worden aangenomen dat het profiel duidelijk afwijkt van het vergelijkbare HELP-bodemtype dient overwogen te worden of er een correctie moet worden aangebracht. In bijlage 4 wordt een aantal veel voorkomende afwijkingen behandeld. Tevens wordt daarbij aangegeven op welke manier er kan worden gecorrigeerd.

4.4.4. Bouwplanafwijkingen

Zoals in paragraaf 3.2. is vermeld zijn de depressies ten gevolge van wateroverlast alleen bepaald op basis van bodemkenmerken en waterhuishoudkundige omstandigheden. Veranderingen in bouwplansamenstellingen hebben geen invloed op de depressie ten gevolge van wateroverlast. De in de opbrengstdepressietabellen vermelde droogtedepressiepercentages voor bouwland zijn gebaseerd op een gewogen gemiddelde voor een bepaald bouwplan. De samenstelling van de bouwplannen voor de onderscheiden hoofdbodemtypen zijn weergegeven in tabel 7 (par. 3.3.3.). In tabel 8 is de droogtedepressie per gewas in relatie tot de in de opbrengstdepressietabellen genoemde droogtedepressie (x) weergegeven. Met behulp van tabel 8 kan de droogtedepressie voor één bepaald gewas worden benaderd. Ook is het mogelijk om het gewogen gemiddelde voor een afwijkend bouwplan te bepalen.

Voorbeeld: opr.depr. aardappelen op kleigrond.

In een kleigebied (profielverloop 5) is het gewenst de droogtedepressie te weten voor aardappelen. In tabel 8 (par. 3.3.3) staat onder aardappelen bij kleigronden (profielverloop 5): $1,40x + 1$. Hierin is x de droogtedepressie volgens de depressietabel.

Bij profiel 31 (Kz5oz) met Gt VII is de droogtedepressie in de opbrengstdepressie tabel 9%. De droogtedepressie voor aardappel op deze grond met Gt VII is dan:

$$1,40 * 9\% + 1 = 13,6 = 14\%.$$

Voorbeeld: opr.depr. maïs op zandgrond.

In een zandgebied komt op het bouwland alleen maar maïs voor. Wat is nu de droogtedepressie?

In tabel 8 staat onder maïs bij zandgrond: x. De droogtedepressie van maïs komt dus overeen met de in de opbrengstdepressie tabel genoemde droogtedepressie voor het bouwplan.

Dit is ook het geval bij maïs op kleigrond (profielverloop 5).

Voorbeeld: Opr.depr. afwijkend bouwplan op kleigrond.

In een kleigebied (profielverloop 1 t/m 4) bestaat het bouwplan uit 25% graan, 25% maïs en 50% aardappelen. Wat is nu de droogtedepressie bij

profiel 21 (Kk2a) met Gt VI en wat is de algemene omrekenrelatie?

Bij profiel 21 (Gt VI) is de droogtedepressie volgens de opbrengstdepressie-tabel 22%. Door nu van het afwijkende bouwplan een gewogen gemiddelde van de omrekenrelaties (tabel 8) te bepalen kan men de droogtedepressie bij het afwijkende bouwplan berekenen. De berekening gaat als volgt:

$$\frac{25 (1,05 * 22 - 1) + 25 (22 + 1) + 50 (1,10 * 22 + 1)}{100} = 23,9 = 24\%$$

Profiel 21 bij Gt VI heeft dus bij het afwijkende bouwplan een droogte-depressie van 24%.

Als het noodzakelijk is de droogtedepressie van meerdere bodemtypen en Gt's of van een heel gebied om te rekenen naar het afwijkende bouwplan, kan beter eerst een algemene omrekeningsrelatie worden bepaald. Dit kan als volgt:

$$\frac{25 (1,05x - 1) + 25 (x + 1) + 50 (1,10x + 1)}{100} = 1,06x + 0,5$$

Met behulp van deze relatie kunnen nu de in de opbrengstdepressietabel weer-gegeven droogtedepressies worden omgerekend naar een droogtedepressie bij het afwijkende bouwplan.

Gaat het alleen om het bepalen van de gemiddelde opbrengstdepressie van bijvoor-beeld een gebied of deelgebied, dan kan men de relatie toepassen op de aan de hand van de depressietabel bepaalde gewogen gemiddelde droogtedepressie van het betreffende gebied.

4.4.5. Afwijkende klimatologische omstandigheden

De droogtedepressies in de opbrengstdepressietabellen zijn gebaseerd op meteoge-gevens van De Bilt (par. 3.3.4). Zij zijn representatief voor een groot deel van het land (districten 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10 en 15). In par. 3.3.4. zijn de districten op een kaart aangegeven (fig. 1A).

Voor de overige districten kan een correctiefactor worden toegepast op de droogtedepressie.

Met uitzondering van de kuststrook zal voor de districten 4, 7, 12, 13 en 14 de droogtedepressie met de factor 1,1 moeten worden vermenigvuldigd.

Voor districten 1 en 11 en de kuststrook van districten 4 en 7 bedraagt deze vermenigvuldigingsfactor 1,3. Onder kuststrook wordt hier verstaan een strook met een breedte van circa 20 km langs de Noordzeekust.

De vermenigvuldigingsfactoren kunnen zowel toegepast worden op afzonderlijke droogtedepressies in de depressietabel als op de gewogen gemiddelde droogte-depressie van een gebied.

4.5. VERANDERING OPBRENGSTDEPRESSIE DOOR VERANDERING IN DE WATERHUISHOUDING

4.5.1. Verandering grondwaterstanden

In het voorgaande is beschreven hoe de huidige opbrengstdepressie van een gebied bepaald kan worden. Dat is de basis om te bepalen wat de opbrengstdepressie-

verandering van een bepaalde ingreep of een combinatie van ingrepen naar verwachting zal zijn.

Om deze opbrengstverandering te bepalen dient eerst nagegaan te worden welke ingrepen (zoals bijv. peilverlaging, graven sloten, versnelde afvoer, wateraanvoer, drainage e.d.) van invloed zullen zijn op de grondwaterstand. Tevens dient daarbij de plaats en de aard van de ingreep in beschouwing te worden genomen. Daarna zal bepaald moeten worden welke invloed deze ingrepen hebben op de GHG en de GLG.

Dit kan gedaan worden:

- op grond van een schatting gebaseerd op ervaringen in andere gebieden;
- door een gedetailleerde benadering met hydrologische berekeningen (evt. in overleg met de afd. Waterhuishouding).

Met deze verandering wordt, uitgaande van de huidige GHG en GLG (Gt) een nieuwe GHG en GLG (Gt) bepaald.

Soms zal dit alleen neerkomen op een verschuiving van de ene Gt naar de andere Gt.

In veel gevallen zal de GHG en/of GLG na de ingreep niet overeenkomen met de in de tabel genoemde waarde binnen een Gt-klasse. Het kan zelfs zo zijn dat er binnen een Gt-klasse een verschuiving van bijv. de GHG plaatsvindt. In beide gevallen dient de verandering van de opbrengstdepressie door middel van interpolatie te worden vastgesteld. Aan de hand van de grafieken 1 en 2 (par. 4.4.2.) zal dit door middel van enkele voorbeelden worden duidelijk gemaakt. De eerste voorbeelden hebben alleen betrekking op een verandering van de GHG met gelijkblijvende GLG.

Voorbeeld 1:

- grasland, profielcode Kk2a, huidige situatie Gt III, GHG 15 cm, GLG 105 cm, huidige wateroverlastdepressie 13%, droogtedepressie 2%.
Als gevolg van inrichtingsmaatregelen is een verlaging van de GHG te verwachten van 20 cm, en geen verandering van de GLG.
De nieuwe GHG wordt dan $15 + 20 = 35$ cm (Gt III*). Door interpolatie geeft dit een wateroverlast depressie van ca. 4% (zie grafiek 1). De vermindering van de wateroverlastdepressie is dus $13 - 4 = 9\%$.

Voorbeeld 2:

- grasland, de profielcode Kk2a, Gt III, GHG 10 cm, GLG 105 cm, huidige wateroverlastdepressie 17%, droogtedepressie 2%.
Als gevolg van inrichtingsmaatregelen is een verlaging van de GHG van 10 cm te verwachten en geen verandering van de GLG.
De nieuwe GHG wordt dan $10 + 10 = 20$ cm (blijft Gt III). Bij een GHG van 20 cm hoort een wateroverlastdepressie van 10% (zie depressietabel G3 en grafiek 1). Vermindering wateroverlastdepressie is dus $17 - 10 = 7\%$.

Bovenstaande voorbeelden hebben betrekking op interpoleren van een GHG bij gelijkblijvende GLG en wel voor de reeks Gt III, III* en IV. Ditzelfde mag ook, zoals reeds vermeld in par 4.4.2 voor de reeksen Gt II, II* en Gt V, V* en VI.

Als de GHG door een ingreep zover daalt dat deze in een Gt-klasse komt met een andere GLG dan kan dit correct zijn indien verondersteld mag worden dat door de ingreep ook de GLG daalt. Daalt deze GLG echter niet of minder ver dan bij de betreffende Gt is aangegeven dan mag in beperkte mate geïnterpoleerd worden in de GLG (zie ook 4.4.2). In het hierna volgende voorbeeld is nu met zowel een verlaging van de GHG als van de GLG rekening gehouden. Als evt. hulpmiddel kan weer gebruik gemaakt worden van een grafiek. Dit is echter niet noodzakelijk.

Voorbeeld:

- grasland, profielcode Kk2a. Huidige situatie Gt V, GHG 25 cm, GLG 140 cm, wateroverlastdepressie 5%, droogtedepressie 10%. Als gevolg van inrichtingsmaatregelen is een verlaging van de GHG van 20 cm en van de GLG van 15 cm te verwachten. De nieuwe GHG wordt dan 45 cm en de GLG 155 cm hetgeen een Gt VI betekent.
Door interpolatie wordt de wateroverlastdepressie vastgesteld op 1% (afgerond) en de droogtedepressie op 17% (zie ook grafiek 2). In dit geval geeft dit een toename van de opbrengstdepressie van $(1 + 17) - (5 + 10) = 3\%$.

Als in een ander geval de GHG weer met 20 cm, maar de GLG met 5 cm daalt dan wordt de nieuwe GHG weer 45 cm en de GLG 145 cm. De wateroverlast depressie wordt in dat geval weer 1% en de droogtedepressie 13% (zie depressietabel G3 en grafiek 2). Dit geeft een vermindering van de opbrengstdepressie van $(6 + 10) - (1 + 13) = 2\%$

Het interpoleren mag in beperkte mate ook toegepast worden om de opbrengstdepressie vermindering te bepalen als gevolg van maatregelen die de GLG verhogen of op een hoger niveau houden (wateraanvoer/infiltratie).

Voorbeeld:

- grasland, profielcode Kk2a, huidige situatie Gt VII, GHG 100, GLG 200 cm. Wateroverlast depressie 1% droogtedepressie 32%.
Door wateraanvoer c.q. infiltratie is te verwachten dat de GLG ca. 10 cm hoger zal blijven, terwijl de GHG niet beïnvloed wordt. De nieuwe GLG wordt dan 190 cm. Droogtedepressie door interpolatie ca. 29% (afgerond).
Vermindering droogtedepressie als gevolg van wateraanvoer $32 - 29 = 3\%$.

Op deze manier interpoleren in de GLG mag toegepast worden bij relatief geringe afwijkingen of veranderingen van de GLG.

4.5.2. Berekening

In de opbrengstdepressietabel is ook het vochttekort in mm bij een bepaald bodemtype en Gt aangegeven. In principe kunnen deze vochttekorten volledig door berekening worden opgeheven. In de praktijk zal door beperking in de capaciteit en/of beschikbaarheid van materieel en mankracht dit niet voor 100% mogelijk zijn. Ook is het bedrijfseconomisch gezien niet rendabel om de kleinere vochttekorten volledig op te heffen; voor grasland is in het algemeen ook het opheffen van grotere vochttekorten door berekening niet rendabel. Als vuistregel voor een globale benadering kan worden aangehouden dat het in de tabel aangegeven vochttekort door berekening met ca. 80% kan worden verminderd.

4.6. GEAUTOMATISEERD BEREKENEN VAN OPBRENGSTDEPRESSIES

Met het beschikbaar komen van de nieuwe HELP-tabellen is het aantal gebruiksmogelijkheden van de HELP-tabellen belangrijk uitgebreid:

- uitbreiding van het aantal gestandaardiseerde bodemtypes van 25 naar 70;
- uitbreiding van het aantal onderscheiden combinaties van GHG en GLG van 9 naar 14;
- correctiemogelijkheden bij afwijkende bouwplannen;
- correctiemogelijkheden bij afwijkende klimatologische omstandigheden;
- correctiemogelijkheden bij sterk afwijkende bodemprofielen;
- mogelijkheid tot interpolatie bij afwijkende GHG;
- mogelijkheid tot interpolatie bij afwijkende GLG;
- mogelijkheid tot samenvoeging van HELP-bodemtypes.

Al met al zijn de toepassingsmogelijkheden dermate vergroot, dat het handmatig berekenen van de opbrengstdepressie bij toepassing van al deze mogelijkheden een zeer arbeidsintensieve aangelegenheid is geworden. Daarom is gezocht naar mogelijkheden om het gebruik van de HELP-tabellen te automatiseren.

In de vroegere situatie (HELP-tabellen uit 1978) voorzag het programmapakket BOPAK in de mogelijkheid om op een geautomatiseerde manier opbrengstdepressies te berekenen. Dit kon echter alleen maar voor digitale bodemkarteringen. Het huidige BOPAK wordt op termijn herzien als gevolg van uitbreiding met de zogeheten BOPAK-fase 2 (het automatisch afleiden van kaarten). Hierdoor is het niet mogelijk om op korte termijn de berekening van opbrengstdepressies op basis van de in dit rapport opgenomen HELP-tabellen in BOPAK op te nemen.

Doordat er op de provinciale afdelingen Onderzoek van de Landinrichtingsdienst al werd geëxperimenteerd met het geautomatiseerd toepassen van de nieuwe HELP-tabellen deed zich alsnog de mogelijkheid voor om op korte termijn te komen tot het geautomatiseerd berekenen van opbrengstdepressies. In maart 1987 is binnen de inspectie Onderzoek van de Landinrichtingsdienst een voorstel besproken om het geautomatiseerd berekenen van opbrengstdepressies te operationaliseren.

Het systeem voor het geautomatiseerd werken met de HELP-tabellen is thans gereed en beschikbaar voor gebruik binnen de Landinrichtingsdienst. Het ontworpen programmapakket draagt de naam BODEP (Berekening OpbrengstDEPressie). BODEP voorziet in alle bovengenoemde toepassingsmogelijkheden. Daarnaast voorziet BODEP in de mogelijkheid om ook voor gebieden waarvan geen digitale bodemkartering beschikbaar is op een geautomatiseerde manier de opbrengstdepressie te berekenen. Met het programmapakket BODEP is het ook mogelijk om op basis van de bodembeschrijving de HELP-code op een geautomatiseerde manier vast te stellen. Tevens is het mogelijk om een plansituatie te creëren waarbij wijzigingen kunnen worden aangebracht in de Gt, de GHG en/of de GLG, de HELP-code en de correcties als gevolg van een afwijkende profielopbouw. Hierna kan tenslotte de opbrengstdepressie in de plansituatie worden berekend, alsmede het verschil in depressie met de huidige situatie.

In par. 4.4.1. is aangegeven, dat het in het algemeen niet noodzakelijk is om bij de bepaling van de totale opbrengstdepressie de relatieve opbrengstdepressies bij elkaar op te tellen en dat kan worden volstaan met de optelling van de absolute opbrengstdepressies. Desgewenst kan met BODEP echter ook worden gere-

kend met de relatieve opbrengstdepressies als gevolg van wateroverlast en vochttekort.

Voor medewerkers van de Landinrichtingsdienst is het programmapakket BODEP beschikbaar voor gebruik, als onderstaand commando is opgenomen in de LOGIN-file:

```
BODEP := @DISK51:[VOET.BODEP]BODEP
```

Er wordt thans nog gewerkt aan de samenstelling van een gebruikershandleiding voor BODEP(Voet,1987). Zolang deze nog niet gereed is kan toelichting en informatie worden verkregen bij de ontwerper en applicatiebeheerder van het programmapakket bij de afdeling Landinrichtingsonderzoek (ing. H. Voet).

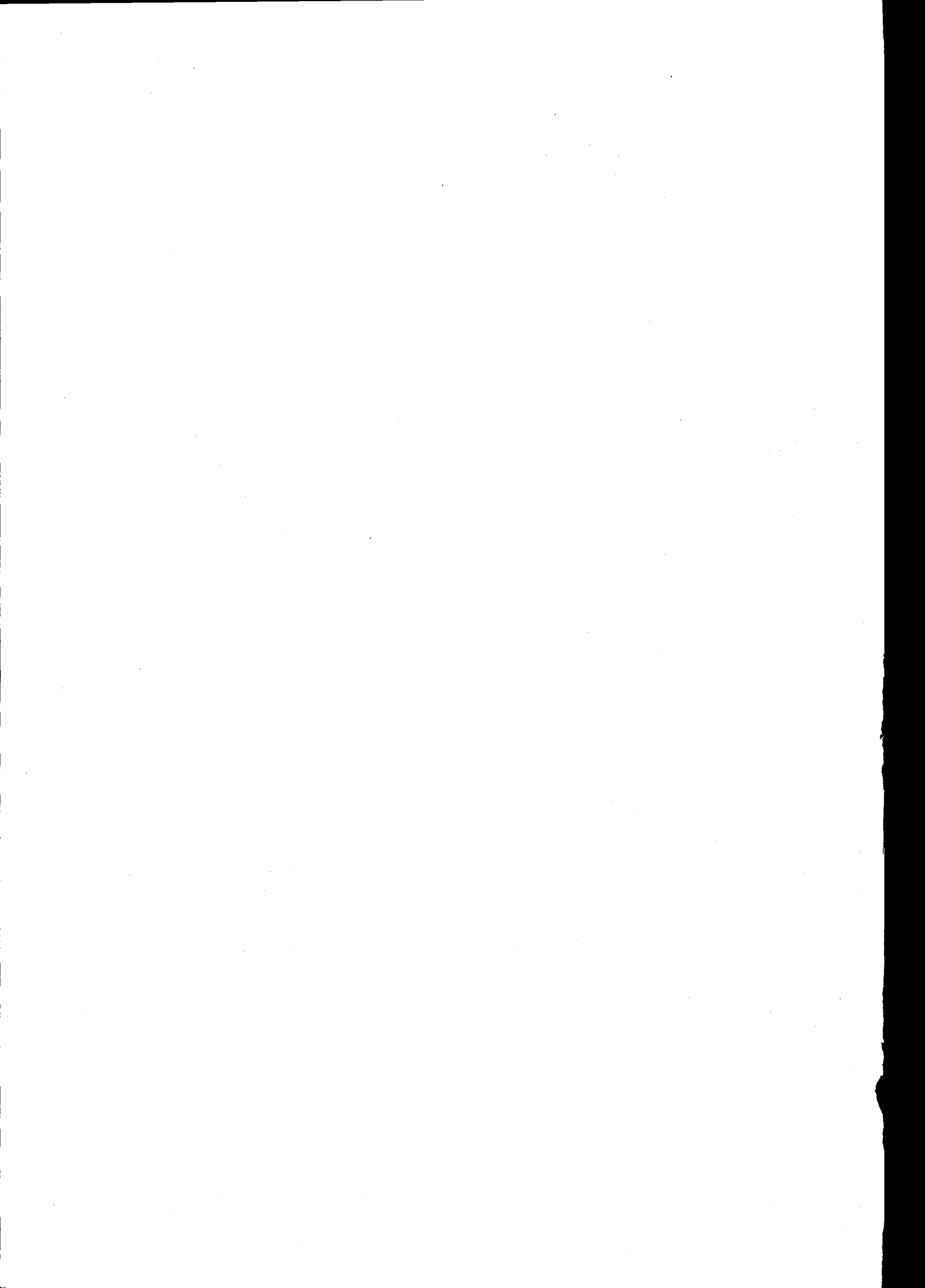
LITERATUUROVERZICHT

- Belmans, C. e.a., 1980.
Simulation model of the water balance of a cropped soil: SWATRE. Nota ICW 1257, Wageningen.
- Beuving, J., 1984
Vocht en doorlatendheidskarakteristieken, dichtheid en samenstelling van bodemprofielen in zand-, zavel-, klei- en veengronden. ICW-rapporten (nieuwe versie) nr. 10, Wageningen.
- Bloemen, G.W., 1980.
Calculation of hydraulic conductivities of soils from texture and organic matter content. Zeitschr. für Pflanzenern. und Bodenk. 143, Heft 5: pp 581-605. Ook: ICW Techn. Bul. 120, Wageningen.
- Bloemen, G.W., 1982.
De capillaire eigenschappen van de gronden in het wateraanvoergebied "De Monden". ICW-nota 1332, Wageningen.
- Boekel, P., 1973.
De betekenis van de ontwatering voor de bodemstructuur op de zavel- en lichte kleigronden. Inst. voor Bodemvruchtbaarheid, Haren. Rp 5-1973.
- Boels, D. e.a., 1978.
Theory and system of automatic determination of soil moisture characteristics and unsaturated hydraulic conductivities. Soil Sci 126 nr. 4: pp 191-199. Ook verspreide overdruk ICW 222.
- Boheemen, P.J.M. van, 1981.
Toename van de produktie van grasland bij verbetering van de watervoorziening. ICW-nota 1298, Wageningen.
- Bouma, J. and L.W. Dekker, 1978a.
A case study on infiltration into dry clay soil. I. Morphological observations. Geoderma 20 (1978): pp 27-40.
- Bouma, J. en L.W. Dekker, 1978b.
Infiltratiepatronen van water bij het beregenen van komkleigrasland. Cultuurtechn. Tijdschr. 18-2: pp 88-96.
- Bouma, J., and P.J.M. de Laat, 1981.
Estimation of the moisture supply capacity of some swelling clay soils in The Netherlands. Journal of Hydrology 49, (1981): pp 247-259.
- Bouma, J., 1982
Waterbeweging in kleigronden met macroporiën. Landbouwk. Tijdschr. 94-11: pp 396-400.
- Bouma, J., en L.W. Dekker, 1983.
Nieuwe fysische methoden bij waterbeweging in kleigronden. Landbouwk. Tijdschrift 95 (1983). nr. 4: pp. 26-29.
- Bruin, H.A.R. de, 1981.
Neerslag, openwaterverdamping en potentieel neerslagoverschot in Nederland. Frequentie-verdelingen in het groeiseizoen. KNMI, W.R. 79-4, De Bilt (2e gewijzigde herdruk).
- Cogrowa, 1984.
Landbouwkundige Aspecten van Grondwater-Onttrekking (LAGO). Werkgroep Landbouwkundige Aspecten Commissie Grondwaterwet Waterleidingbedrijven.
- Commissie voor Hydrologisch Onderzoek, TNO, 1981.
Evaporation in relation to hydrology. Comm. Hydr. Onderz. TNO, Versl. en Meded. 28, 's-Gravenhage.
- Dekker, L.W., J. Bouma, W. Luten en G. Krist, 1981
Effectiviteit van beregening op komkleigrasland Cultuurtechn. Tijdschr. 20: pp 263-270.

- Feddes, R.A., 1979.
Gewasproductie en watergebruik. Basisrapport Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland. Ook: ICW-nota 1118, Wageningen.
- Feddes, R.A. and J.G. Wesseling, 1984.
Integrated model to simulate soil water balance and dry matter production of potatoes and summer wheat: SWACRO. ICW-nota (in voorbereiding), Wageningen.
- Heesen, H.C. van, 1971.
De weergave van het grondwaterstandsverloop op bodemkaarten. Boor en Spade 17, pp 127-149.
- Hellings, L.J., 1980.
Berekeningseffecten bij enkele akkerbouwgewassen. Bedrijfsontwikkeling 11 (1980) 11(november): pp 1063-1068. Ook: ICW Verspr. overdr. 257, Wageningen.
- Mooy, H., 1981 (niet gepubliceerd).
Vochtleverantie van gelaagde ondergronden. Interne notitie Technisch Secretariaat Cogrowa.
- Penman, H.L., 1948.
Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Roy. Soc. London, A 193: pp 120-145.
- Reuling, Th.H.M., 1983.
Gebruikershandleiding voor het model LAMOS. Landinrichtingsdienst, Utrecht.
- Schothorst, C.J., 1963.
Beweidingsverliezen op diverse graslandgronden. Landbouwk. Tijdschrift 75-15: pp. 869-878.
- Sluijs, P. van der, en Th. van Egmond, 1976.
Facetten van grondwatertrappen op zandgronden. Stiboka Rp. nr. 1329, Wageningen.
- Sluijs, P. van der, 1982.
De grondwatertrap als karakteristiek van het grondwaterstandsverloop. H2 O (15) 1982, nr. 3: pp 42-46.
- Verlinden, H.L. en J. Bouma, 1983.
Fysische onderzoeksmethoden voor de onverzadigde zone. Deel 22 uit de reeks Bodembescherming. Ministerie van VROM, 's-Gravenhage.
- Voet, H.A.L.J., 1987.
Gebruikershandleiding BODEP. Landinrichtingsdienst, Utrecht (in voorbereiding).
- Werkgroep Herziening Evaluatie Landinrichtingsplannen (HELP), 1978.
Methode voor de evaluatie van landinrichtingsplannen, Utrecht.
- Wösten, J.H.M., 1983.
Bodempysische metingen ten behoeve van het PR-project Gelderland. Stiboka Rp. nr. 1699, Wageningen.

De invloed van de waterhuishouding op de
landbouwkundige produktie

BIJLAGEN



DE INVLOED VAN DE WATERHUISHOUDING OP DE
LANDBOUWKUNDIGE PRODUKTIE"

Bijlage 1

Vertaling van de legenda-eenheden van de
bodemkaart in HELP-bodemtypen.



Vertaling van de legenda-eenheden van de bodemkaart in HELP-bodentypen

Ten behoeve van de HELP-tabellen zijn de bodemkundige eenheden ingedeeld in de volgende zes hoofdgroepen.

V= veengronden
W= moerige gronden
K= kleigronden
Z= zandgronden: eerd- en vaaggronden
H= zandgronden: podzolgronden
BLK= brik-, leem- en oude kleigronden.

In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de hoofdklasse van de Stiboka-indeling en de vertaling hiervan naar de HELP-hoofdgroepen. Onderverdeling binnen deze hoofdgroepen heeft plaatsgevonden op grond van een aantal factoren die uit de bodemkaart kunnen worden afgeleid.

Deze onderverdeling wordt door middel van letters en cijfers aangegeven in de zogenaamde HELP-code. Deze onderverdeling wordt per hoofdgroep nader toegelicht.

Tabel 1. Indeling in hoofdgroepen

hoofdklasse	Indeling bij de bodemkartering verdere onderverdeling	Stiboka- code	HELP code	hoofd- groep
veengronden	- eerdveengronden	V	V	I
	- rouwveengronden	V	V	I
moerige gronden	- moerige podzolgronden	W	W	II
	- moerige eerdgronden	W	W	II
zeekleigronden	- eerdgronden	M	K	III
	- vaaggronden	M	K	III
rivierkleigronden	- eerdgronden	R	K	III
	- vaaggronden	R	K	III
niet ger.min.gronden	- zeekleigronden	MO	-	-
	- rivierkleigronden	RO	-	-
kalkloze zandgrond	- eerdgronden	Z	Z	IV
	- vaaggronden	Z	Z	IV
kalkhoudende zandgrond	- eerdgronden	Z	Z	IV
	- vaaggronden	Z	Z	IV
zandgronden	- zandgrond met kleidek	kZ	kZ	IV
bijzondere lutumarme gronden	- vaaggronden	S	S	IV
moderpodzolgronden	-	Y	H	V
humuspodzolgronden	-	H	H	V
oude rivierkleigronden	- eerdgronden	KR	BLK	VI
	- vaaggronden	KR	BLK	VI
overige oude kleigronden	- b.v. keileem	KX	BLK	VI
leemgronden	- eerdgronden	L	BLK	VI
	- vaaggronden	L	BKL	VI
brikgronden	- oude kleibrikgronden	BK	BLK	VI
	- leembrikgronden	BL	BLK	VI
	- zandbrikgronden	BZ	BLK	VI
dikke eerdgronden	- dikke kleieerdgronden	EK	K	III
	- dikke zandeerdgronden	EZ	Z	IV
	- dikke leemeerdgronden	EL	BLK	VI

Indeling van de bodemtypen per hoofdgroep

I. Veengronden (opbr. depr. tabel G1 en B1)

De veengronden zijn onderverdeeld op basis van de bovengrond.

Tabel I-1. Indeling veengronden

Benaming	kaart- code	Veensoort					Ondergrond			HELP code
		b	s	c	r	d	k	z	p	
koopveengronden	hV	hVb	hVs	hVc	hVr	hVd	hVk	hVz		hV
aarveengronden	hEV		geen verdere indeling							hV
madeveengronden	aV		aVs	aVc				aVz	aVp	aV
bosveengronden	aEV		aEVs+aEVc+						aVp	aV
vlietveengronden	Vo		geen verdere indeling							vV
weideveengronden	pV	pVb	pVs	pVc	pVr	pVd	pVk	pVz		kV
waardveengronden	kV	kVb	kVs	kVc	kVr	kVd	kVk	kVz		kV
meerveengronden	zV	zVs	zVc					zVz	zVp	zV
vlierveengronden	V	Vb	Vs	Vc	Vr	Vd	Vk	Vz	Vp	V
veengronden met veenkoloniaal dek	iV		iVs	iVc				iVz	iVp	iV

+) Al dan niet op zand binnen 120 cm

Veensoort:

- b= bosveen
- s= veenmosveen
- c= rietzeggeveen/broekveen
- r= rietveen/zeggerietveen
- d= bagger/verslagen veen, gyttja

Ondergrond:

- k= klei of zavel (ondieper dan 120 cm -mv.)
- p= zand (ondieper dan 120 cm -m.v.) met humuspodzol
- z= zand (ondieper dan 120 cm -m.v.) zonder humuspodzol
- o= niet gerijpte ondergrond
- g= gerijpte klei

II. Moerige gronden (opbr.depr. tabel G2 en B2)

De moerige gronden zijn ingedeeld op basis van de bovengrond.

Tabel II-1. Indeling moerige gronden

	kaart- code	Ondergrond			HELP Code
		p	z	o g	
moerige podzolgronden	kW	kWp	kWz		kW
	zW	zWp	zWz		zW
	uW	uWp	uWz		zW
en	hW	hWp	hWz		hW
	vW	vWp	vWz		vW
moerige eerdgronden	aW	aWp	aWz		vW
	iW	iWp	iWz		iW
	W			Wo Wg	Wo

III. Kleigronden (opbr.depr. tabel G3,4 en B3,4)

De kleigronden zijn onderverdeeld op basis van:

- het profielverloop;
- de zwaarte van de bovengrond;
- de dikte van de bovengrond.

Tabel III-1. Indeling naar profielverloop

Profielverloop	Codering bodemkaart		HELP-code
	1:10.000 2e cijfer+letter	1:50.000 2e cijfer	
geen indeling	-	0	naar keuze zie bij: profielverloop 2 of 5
1	1a	1	Kz1a, Kk1b *
	1b		Kz1b, Kk1b *
2	2a	2	Kz2a, Kk2a *
	2b		Kz2b, Kk2b *
3	3a	3	Kz34a, Kk34a *
	3b		Kz34b, Kk34b *
4	4a	4	Kz34a, Kk34a *
	4b		Kz34b, Kk34b *
5 homogeen en aflopend	5h	5	Kz5hz, Kk5hz * Kz5h, Kk5h
5 oplopend	5o	5	Kz5oz, Kk5oz * Kz5o, Kk5o
3, of 3 + 4, of 4	-	6)
3, of 3 + 4	-	7)Kz34a, Kk34a
4, of 4 + 3	-	8)Kz34b, Kk34b
2, of 2 + 5, of 5	-	9	naar keuze zie bij: profielverloop 2 of 5
1 en/of 3 en/of 4 (bij EK)	-	6	profielverloop 1, 3 of 4

* Betekenis toevoegingen: "a" = begindiepte ondergrond op 40-60 cm
 "b" = begindiepte ondergrond op 60-80 cm
 "z" = begindiepte zandondergrond op 100 cm

IV. Zandgronden, eerd- en vaaggronden (opbr.depr. tabel G5,6 en B5,6)

De zandgronden zijn onderverdeeld op basis van:

- dikte humushoudende bovenlaag;
- zandgrofheid;
- leemgehalte;

Tabel IV-1. Indeling zandgronden zonder inspoelingslaag op basis van dikte humushoudende bovenlaag

Kaartcode	Benaming	HELP-code
Zn Zn ... A	vlakvaaggrond	Z ...
Zd Zd ... A	duinvaaggrond	Z ...
Zb Zb ... A	vorstvaaggrond	tZ ...
Zg	vlakvaaggrond	Z ... of tZ ...
tZg	beekeerdgrond	tZ ...
pZg	beekeerdgrond	tZ ... of cZ ...
cZg		cZ ...
tZn	gooreerdgrond	tZ ...
pZn	gooreerdgrond	tZ ... of cZ ...
cZn		cZ ...
tZd	kanteerdgrond	tZ ...
pZd		tZ ... of cZ ...
cZd	akkereerdgrond	cZ ...
EZg	lage enkeerdgrond	EZ ... of EEZ ...
bEZ	hoge enkeerdgrond	EZ ... of EEZ ...
zEZ	hoge enkeerdgrond	EZ ... of EEZ ...
kZ	"plaatgrond"	kZ ...
Sn ... A	vlakvaaggrond	SZ (geen verdere onderverdeling)

Tabel IV-2. Keuze HELP-code aan de hand van zandgrofheid

naam	zand - grofheid M 50 cijfer	codering bodemkaart				HELP-code 1e cijfer
		1:10.000 1e cijfer		1:50.000 1e cijfer		
uiterst fijn zand	50-105	1		1		fijn zand ..Z1..
zeer fijn zand	105-150	3	2	4	2	
matig fijn zand	150-210	5		5		
matig grof zand	210-420	7		8		grof zand ..Z2..
zeer grof zand	420-2000	9			3	

Tabel IV-3. Keuze HELP-code aan de hand van leemgehalte

naam	leem- gehalte in %	codering bodemkaart						HELP-code laatste letter
		1:10.000 2e cijfer			1:50.000 2e cijfer			
leemarm zand	0 - 10	1	2			1		zwak lemig zand ..Z..a
zwak lemig zand	10 - 17,5	3		4		0	3	
sterk lemig zand	17,5-32,5	5			6			sterk lemig zand ..Z..b
zeer sterk lemig zand	32,5-50	7						

V. Zandgronden, podzolen (opbr.depr. tabel G7 en B7)

De zandgronden zijn onderverdeeld op basis van:

- dikte humushoudende bovenlaag;
- zandgroftheid;
- leemgehalte.

Tabel V-1. Indeling zandgronden met inspoelingslaag op basis van dikte humushoudende bovenlaag

Kaartcode	Benaming	HELP-code
Y	holtpodzolgrond	H
Y ... b	horstpodzolgrond	H
cY	loopodzolgrond	cH
cY ... B		cH
Hn	veldpodzolgrond	H
Hd	haarpodzolgrond	H
cHn	laarpodzolgrond	cH
cHd	kammpodzolgrond	cH

Tabel V-2. Keuze HELP-code aan de hand van zandgroftheid

naam	zand - groftheid M 50 cijfer	codering bodemkaart						HELP-code 1e cijfer
		1:10.000 1e cijfer			1:50.000 1e cijfer			
uiterst fijn zand	50-105	1	2			1		fijn zand ..H1..
zeer fijn zand	105-150	3		4		4	2	
matig fijn zand	150-210	5			6	5		
matig grof zand	210-420	7					8	grof zand ..H2..
zeer grof zand	420-2000	9					3	

Tabel V-3. Keuze HELP-code aan de hand van leemgehalte

naam	leem- gehalte in %	codering bodemkaart						HELP-code laatste letter
		1:10.000 2e cijfer			1:50.000 2e cijfer			
leemarm zand	0 - 10	1	2			1		zwak lemig zand ..H..a
zwak lemig zand	10 - 17,5	3		4		0	3	
sterk lemig zand	17,5-32,5	5			6			sterk lemig zand ..H..b
zeer sterk lemig zand	32,5-50	7						

VI. Brik-, leem- en oude kleigronden (opbr.depr. tabel G8 en B8)

Deze gronden zijn onderverdeeld op basis van de bovengrond.

Tabel VI-1. Indeling brik-, leem- en oude kleigronden

Aard van de bovengrond	Codering bodemkaart 1:50.000	HELP-code
sterk lemig zand	BZ..23, BZ..24	BLKa
zandige leem	BL..5, (p)L..5, EL5	BLKb
siltige leem	BL..6, (p)L..6, EL6	BLKc
zavel	BK..25, BK..26, BK..35	BLKd
	(p)KR..1, (p)KR..2	BLKd
klei	(p)KR..8, (p)KR..7	BLKe

"DE INVLOED VAN DE WATERHUISHOUDING OP DE
LANDBOUWKUNDIGE PRODUKTIE"

Bijlage 2.1.

OPBRENGSTDEPRESSIETABELLEN GRASLAND



Aard van de bovengrond

Gt	GHG	GLG	l)	Aard van de bovengrond						HELP-code			
				V	aV	hV	kV	zV	iV	iV	Nummer		
				1	2	3	4	5	6	7			
II	5		Wa	32	31	30	28	26	30		28		
			Wa	23	22	21	19	17	21		19		
	10	70	Wa	27	26	25	23	21	25		23		
			Dr	3	3	3	3	3	3		0		
			Vo	11	11	11	11	11	11		0		
II *	25	75	Wa	16	15	14	12	10	14		12		
			Dr	4	4	4	4	4	4		1		
			Vo	15	15	15	15	15	15		3		
III	10		Wa	22	21	20	19	16	20		18		
			Wa	15	14	13	12	10	13		12		
	20	105	Wa	18	17	16	15	13	16		15		
			Dr	7	7	7	7	7	7		2		
			Vo	27	27	27	27	27	27		7		
III *	30	110	Wa	9	8	7	7	5	7		6		
			Dr	8	8	8	8	8	8		3		
			Vo	32	32	32	32	32	32		11		
IV	50	110	Wa	2	1	1	2	1	1		1		
			Dr	8	8	8	8	8	8		3		
			Vo	32	32	32	32	32	32		11		
V	25	140	Wa	9	8	8	7	6	8		7		
			Dr	15	15	15	15	15	15		6		
			Vo	63	63	63	63	63	63		23		
V *	35	150	Wa	4	4	4	3	2	4		3		
			Dr	17	17	17	17	17	17		8		
			Vo	72	72	72	72	72	72		32		
VI	60	170	Wa	1	1	1	2	0	1		1		
			Dr	23	23	23	23	23	23		12		
			Vo	98	98	98	98	98	98		49		
VII	100	200	Wa					0	1		1		
			Dr					31	31		20		
			Vo					134	134		85		
VII *	160	260	Wa										
			Dr										
			Vo										

1) Wa = Wateroverlast in %, Dr = Droogte in %, Vo = Vochtkort in mm.

Aard van de bovengrond

Gt	GHG	GLG	1)	meestal moerig						veenkoloniaal dek		gemengwoeld		HELP-code Nummer	
				Wo	vW	hW	kW	zW	iW		iW				
				8	9	10	11	12	13		14				
II	5		Wa	34	33	32	30	28	32		28				
			Dr	25	24	23	21	19	23		19				
	10	70	Wa	29	28	27	25	23	27		23				
			Dr	2	2	2	2	2	2		0				
			Vo	7	7	7	7	7	7		0				
II *	25	75	Wa	18	17	16	14	12	16		12				
			Dr	3	3	3	3	3	3		1				
			Vo	11	11	11	11	11	11		3				
III	10		Wa	24	23	22	21	19	22		18				
			Dr	17	16	15	14	12	15		11				
	15	105	Wa	20	19	18	17	15	18		14				
			Dr	6	6	6	6	6	6		2				
			Vo	23	23	23	23	23	23		7				
III *	30	110	Wa	11	10	9	8	7	9		6				
			Dr	7	7	7	7	7	7		3				
			Vo	27	27	27	27	27	27		11				
IV	50	110	Wa	2	1	1	2	1	1		1				
			Dr	7	7	7	7	7	7		3				
			Vo	27	27	27	27	27	27		11				
V	25	140	Wa	11	10	10	9	8	10		7				
			Dr	14	14	14	14	14	14		6				
			Vo	58	58	58	58	58	58		23				
V *	35	150	Wa	6	5	5	4	3	5		3				
			Dr	17	17	17	17	17	17		8				
			Vo	72	72	72	72	72	72		32				
VI	60	170	Wa	1	1	1	2	0	1		0				
			Dr	24	24	24	24	24	24		14				
			Vo	103	103	103	103	103	103		58				
VII	100	200	Wa					0	1		0				
			Dr					33	33		22				
			Vo					143	143		94				
VII *	160	260	Wa												
			Dr												
			Vo												

1) Wa = Wateroverlast in %, Dr = Droogte in %, Vo = Vochttekort in mm.

Kleigronden

BODEMGEBRUIK Grasland

TABEL G3

Gt	GHG	GLG	1)	profielverloop 1				profielverloop 2				profielverloop 3 en 4				HELP-code Nummer
				zavel		klei		zavel		klei		zavel		klei		
				Kz 1a	Kz 1b	Kk 1a	Kk 1b	Kz 2a	Kz 2b	Kk 2a	Kk 2b	Kz 3a	Kz 3b	Kk 3a	Kk 3b	
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26					
II	5		Wa	26		28		24	25	26	27	29	28	31	30	
			Wa	17		19		15	16	17	18	20	19	22	21	
	10	70	Wa	21		23		19	20	21	22	24	23	26	25	
			Dr	1	1	2	2	0	0	1	1	3	2	4	2	
			Vo	3	3	7	7	0	0	3	3	11	7	15	7	
II *	25	75	Wa	10		12		8	9	10	11	13	12	15	14	
			Dr	1	1	2	2	0	0	1	1	3	2	5	3	
			Vo	3	3	7	7	0	0	3	3	11	7	19	11	
III	10		Wa	17		19		15	16	17	18	21	20	23	22	
			Wa	10		12		8	9	10	11	14	13	16	15	
	20	105	Wa	13		15		11	12	13	14	17	16	19	18	
			Dr	3	2	6	4	1	0	2	1	9	5	13	8	
			Vo	11	7	23	15	3	0	7	3	36	19	54	32	
III *	30	110	Wa	5		7		3	4	5	6	9	8	11	10	
			Dr	4	3	7	5	1	0	2	2	10	5	15	9	
			Vo	15	11	27	19	3	0	7	7	41	19	63	36	
IV	50	110	Wa	1		2		0	0	1	1	3	2	4	3	
			Dr	4	3	7	5	1	0	2	2	10	5	15	9	
			Vo	15	11	27	19	3	0	7	7	41	19	63	36	
V	25	140	Wa	5		7		4	5	5	6	9	8	11	10	
			Dr	7	5	14	11	5	1	10	5	14	9	22	16	
			Vo	27	19	58	45	19	3	41	19	58	36	94	67	
V *	35	150	Wa	2		3		1	1	2	3	5	4	7	6	
			Dr	9	7	16	13	7	3	15	8	16	11	23	18	
			Vo	36	27	67	54	27	11	63	32	67	45	98	76	
VI	60	170	Wa	1		2		0	0	1	1	3	2	4	3	
			Dr	12	10	20	18	13	7	23	14	18	13	27	22	
			Vo	49	41	85	76	54	27	98	58	76	54	116	94	
VII	100	200	Wa	1		2		0	0	1	1	3	2	4	3	
			Dr	15	14	24	23	20	15	32	25	21	17	30	27	
			Vo	63	58	103	98	85	63	138	107	89	72	129	116	
VII *	160	260	Wa	1		2		0	0	1	1	3	2	4	3	
			Dr	20	20	29	29	23	23	36	36	25	23	34	32	
			Vo	85	85	125	125	98	98	156	156	107	98	147	138	

1) Wa = Wateroverlast in %, Dr = Droogte in %, Vo = Vochttekort in mm.

april '87

				profielvl. 5 hom. +afl.				profielvl. 5 opl.								
				zavel		klei		zavel		klei						
				Kz	Kz	Kk	Kk	Kz	Kz	Kk	Kk					
				Shz	Sh	Shz	Sh	Soz	So	Soz	So					
				27	28	29	30	31	32	33	34					
Gt	GHG	GLG	1)									HELP-code				
												Nummer				
II	5		Wa	26		28		26		28						
			Wa	17		19		17		19						
	10	70	Wa	21		23		21		23						
			Dr	0	0	1	1	1	1	2	2					
				Vo	0	0	3	3	3	3	7	7				
II *	25	75	Wa	10		12		11		13						
			Dr	0	0	1	1	1	1	2	2					
			Vo	0	0	3	3	3	3	7	7					
III	10		Wa	16		18		18		20						
			Wa	9		11		11		13						
	20	105	Wa	12		14		14		16						
			Dr	1	1	2	2	1	1	2	3					
				Vo	3	3	7	7	3	3	7	11				
III *	30	110	Wa	5		6		6		7						
			Dr	1	1	2	3	1	1	2	3					
			Vo	3	3	7	11	3	3	7	11					
IV	50	110	Wa	0		1		1		2						
			Dr	1	1	2	3	1	1	2	3					
			Vo	3	3	7	11	3	3	7	11					
V	25	140	Wa	5		7		7		8						
			Dr	2	2	4	4	3	3	5	5					
			Vo	7	7	15	15	11	11	19	19					
V *	35	150	Wa	2		3		3		4						
			Dr	2	2	6	6	4	4	8	8					
			Vo	7	7	23	23	15	15	32	32					
VI	60	170	Wa	0		1		1		2						
			Dr	3	3	9	9	5	5	11	11					
			Vo	11	11	36	36	19	19	45	45					
VII	100	200	Wa	0		1		1		2						
			Dr	9	6	15	14	11	9	17	17					
			Vo	36	23	63	58	45	36	72	72					
VII *	160	260	Wa	0		1		1		2						
			Dr	21	12	33	22	26	16	33	26					
			Vo	89	49	143	94	112	67	143	112					

1) Wa = Wateroverlast in %, Dr = Droogte in %, Vo = Vochttekort in mm.

Zandgronden eerd- en vaag- gronden

BODEMGEBRUIK Grasland

TABEL G5

				Dikte humushoudende bovengrond																										
				< 15				15 - 30				30 - 50																		
				matig fijn		matig grof		matig fijn		matig grof		matig fijn		matig grof																
				zwak lemig		sterk lemig		zwak lemig		sterk lemig		zwak lemig		sterk lemig																
				Z 1a		Z 1b		tZ 1a		tZ 1b		cZ 1a		cZ 1b																
				Z 2a		Z 2b		tZ 2a		tZ 2b		cZ 2a		cZ 2b		HELP-code														
				35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		Nummer		
Gt	GHG	GLG	1)																											
II	5		Wa	20		20		22	26	22	26	24	28	24	28															
			Dr	13		13		14	17	14	17	15	19	15	19															
	10	70	Wa	16		16		17	21	17	21	19	23	19	23															
			Vo	2		7		2	1	2	1	1	0	1	0															
II *	25	75	Wa	7		7		8	10	8	10	9	11	9	11															
			Dr	3		10		2	1	2	2	2	0	1	0															
			Vo	11		41		7	3	7	7	7	0	3	0															
III	10		Wa	12		12		13	15	13	15	14	16	14	16															
			Dr	7		7		7	9	7	9	8	10	8	10															
	15	105	Wa	9		9		10	12	10	12	11	13	11	13															
			Vo	8		15		4	2	8	6	2	1	3	2															
III *	30	110	Wa	3		3		3	5	3	5	4	6	4	6															
			Dr	10		17		5	3	8	7	3	1	3	3															
			Vo	41		72		19	11	32	27	11	3	11	11															
IV	50	110	Wa	0		0		0	0	0	0	0	0	0	0															
			Dr	12		21		6	3	9	8	3	1	3	3															
			Vo	49		89		23	11	36	32	11	3	11	11															
V	25	140	Wa	3		3		3	5	3	5	5	7	5	7															
			Dr	18		25		11	7	15	13	7	3	9	7															
			Vo	76		107		45	27	63	54	27	11	36	27															
V *	35	150	Wa	0		0		0	2	0	2	1	3	1	3															
			Dr	21		27		14	9	18	16	9	4	11	9															
			Vo	89		116		58	36	76	67	36	15	45	36															
VI	60	170	Wa	0		0		0	0	0	0	0	0	0	0															
			Dr	27		30		20	14	24	22	14	8	17	14															
			Vo	116		129		85	58	103	94	58	32	72	58															
VII	100	200	Wa	0		0		0	0	0	0	0	0	0	0															
			Dr	30		31		25	22	28	25	21	15	24	21															
			Vo	129		134		107	94	121	107	89	63	103	89															
VII *	160	260	Wa	0		0		0	0	0	0	0	0	0	0															
			Dr	31		31		29	26	29	26	26	23	26	23															
			Vo	134		134		125	112	125	112	112	98	112	98															

1) Wa = Wateroverlast in %, Dr = Droogte in %, Vo = Vochtekort in mm.

april '87

Zandgronden eerd- en vaag- gronden

BODEMGEBRUIK Grasland

TABEL G6

				Dikte humushoudende bovengrond										met kleidek		zonder dek
				50 - 80					> 80							
				matig fijn		matig grof			matig fijn		matig grof					
				zwak lemig		sterk lemig			zwak lemig		sterk lemig					
				ondergrond matig fijn		ondergrond matig grof										
				uiterst fijn lutum arm												
Gt	GHG	GLG	1)	EZ 1a	EZ 1b	EZ 2a	EZ 2b	EEZ 1a	EEZ 1b	EEZ 2a	EEZ 2b	kZ 2	kZ 1		SZ	HELP-code
				47	48	49	50	51	52	53	54	55	56		57	Nummer
II	5		Wa	24	28	24	28	24	28	24	28	25			24	
			Dr	15	19*	15	19	15	19	15	19	16			15	
	10	70	Wa	19	23	19	23	19	23	19	23	20			19	
			Dr	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6		1
			Vo	3	0	3	0	0	0	0	0	3	23		3	
II *	25	75	Wa	9	11	9	11	9	11	9	11	9			8	
			Dr	1	0	1	0	0	0	0	0	1	8		1	
			Vo	3	0	3	0	0	0	0	0	3	32		3	
III	10		Wa	14	16	14	16	14	16	14	16	16			15	
			Dr	8	10	8	10	8	10	8	10	9			8	
	15	105	Wa	11	13	11	13	11	13	11	13	12			11	
			Dr	1	1	1	1	1	0	1	0	6	13		1	
			Vo	3	3	3	3	3	0	3	0	23	54		3	
III *	30	110	Wa	4	6	4	6	4	6	4	6	4			3	
			Dr	1	1	1	1	1	0	1	0	8	15		2	
			Vo	3	3	3	3	3	0	3	0	32	63		7	
IV	50	110	Wa	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	
			Dr	1	1	1	1	1	0	1	0	9	18		2	
			Vo	3	3	3	3	3	0	3	0	36	76		7	
V	25	140	Wa	5	7	5	7	5	7	5	7	5			4	
			Dr	3	2	3	2	2	1	2	1	18	25		3	
			Vo	11	7	11	7	7	3	7	3	76	107		11	
V *	35	150	Wa	1	3	1	3	1	3	1	3	1			1	
			Dr	4	2	4	2	3	1	3	1	22	28		4	
			Vo	15	7	15	7	11	3	11	3	94	121		15	
VI	60	170	Wa	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	
			Dr	7	4	7	4	5	2	6	2	29	32		8	
			Vo	27	15	27	15	19	7	23	7	125	138		32	
VII	100	200	Wa	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	
			Dr	13	9	13	9	12	5	12	5	33	34		15	
			Vo	54	36	54	36	49	19	49	19	143	147		63	
VII *	160	260	Wa	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	
			Dr	20	16	20	16	19	13	19	14	36	36		26	
			Vo	85	67	85	67	80	54	80	58	156	156		112	

1) Wa = Wateroverlast in %, Dr = Droogte in %, Vo = Vochttekort in mm.

Zandgronden podzolgronden

BODEMGEBRUIK Grasland

TABEL G7

				Dikte humushoudende bovengrond											
				15 - 30				30 - 50							
				matig fijn		matig grof		matig fijn		matig grof					
				zwak lemig		sterk lemig		zwak lemig		sterk lemig					
				zwak lemig		sterk lemig		zwak lemig		sterk lemig					
				zwak lemig		sterk lemig		zwak lemig		sterk lemig					
				zwak lemig		sterk lemig		zwak lemig		sterk lemig					
Gf	GHG	GLG	1)	H	H	H	H	cH	cH	cH	cH				
				1a	1b	2a	2b	1a	1b	2a	2b	HELP-code			
				58	59	60	61	62	63	64	65	Nummer			
II	5		Wa	22	26	22	26	24	28	24	28				
			Dr	14	17	14	17	15	19	15	19				
	10	70	Wa	17	21	17	21	19	23	19	23				
			Dr	2	1	2	1	1	1	1	1				
II *	25	75	Wa	8	10	8	10	9	11	9	11				
			Dr	2	1	2	1	1	1	1	1				
			Vo	7	3	7	3	3	3	3	3				
III	10		Wa	13	15	13	15	14	16	14	16				
			Dr	7	9	7	9	8	10	8	10				
	15	105	Wa	10	12	10	12	11	13	11	13				
			Dr	4	3	4	3	2	2	2	2				
III *	30	110	Wa	3	5	3	5	4	6	4	6				
			Dr	5	4	5	4	3	2	3	2				
			Vo	19	15	19	15	11	7	11	7				
IV	50	110	Wa	0	0	0	0	0	0	0	0				
			Dr	5	4	5	4	3	2	3	2				
			Vo	19	15	19	15	11	7	11	7				
V	25	140	Wa	4	5	4	5	5	7	5	7				
			Dr	9	8	9	8	6	4	6	4				
			Vo	36	32	36	32	23	15	23	15				
V *	35	150	Wa	0	2	0	2	1	3	1	3				
			Dr	12	10	12	10	8	6	8	6				
			Vo	49	41	49	41	32	23	32	23				
VI	60	170	Wa	0	0	0	0	0	0	0	0				
			Dr	17	15	17	15	12	9	12	9				
			Vo	72	63	72	63	49	36	49	36				
VII	100	200	Wa	0	0	0	0	0	0	0	0				
			Dr	22	20	23	21	18	15	18	15				
			Vo	94	85	98	89	76	63	76	63				
VII *	160	260	Wa	0	0	0	0	0	0	0	0				
			Dr	27	25	28	25	24	21	24	21				
			Vo	116	107	121	107	103	89	103	89				

1) Wa = Wateroverlast in %, Dr = Droogte in %, Vo = Vochttekort in mm.

Aard van de bovengrond

Gt	GHG	GLG	1)	Aard van de bovengrond					HELP-code	
				BLK a	BLK b	BLK c	BLK d	BLK e		
				66	67	68	69	70		Nummer
II	5		Wa	28	29	30	26	28		
			Dr	19	20	21	17	19		
	10	70	Wa	23	24	25	21	23		
			Dr	0	0	0	0	1		
II *	25	75	Vo	0	0	0	0	3		
			Wa	11	13	14	10	12		
			Dr	0	0	0	0	1		
III	10		Vo	0	0	0	0	3		
			Wa	16	19	22	16	18		
	20		Dr	10	13	15	9	11		
			Wa	13	16	18	12	14		
III *	30	110	Dr	0	0	0	0	3		
			Vo	0	0	0	0	11		
			Wa	6	8	10	5	6		
IV	50	110	Dr	0	0	0	0	3		
			Vo	0	0	0	0	11		
			Wa	0	2	3	0	1		
V	25	140	Dr	1	0	1	1	7		
			Vo	3	0	3	3	27		
			Wa	7	9	10	5	7		
V *	35	150	Dr	1	0	1	1	8		
			Vo	3	0	3	3	32		
			Wa	3	5	6	2	3		
VI	60	170	Dr	2	0	1	2	10		
			Vo	7	0	3	7	41		
			Wa	0	2	3	0	1		
VII	100	200	Dr	5	0	1	4	12		
			Vo	19	0	3	15	49		
			Wa	0	2	3	0	1		
VII *	160	260	Dr	13	1	4	12	15		
			Vo	54	3	15	49	63		
			Wa	0	2	3	0	1		

1) Wa = Wateroverlast in %, Dr = Droogte in %, Vo = Vochttekort in mm.

"DE INVLOED VAN DE WATERHUISHOUDING OP DE
LANDBOUWKUNDIGE PRODUKTIE"

Bijlage 2.2.

OPBRENGSTDEPRESSIETABELLEN BOUWLAND

665

95

666

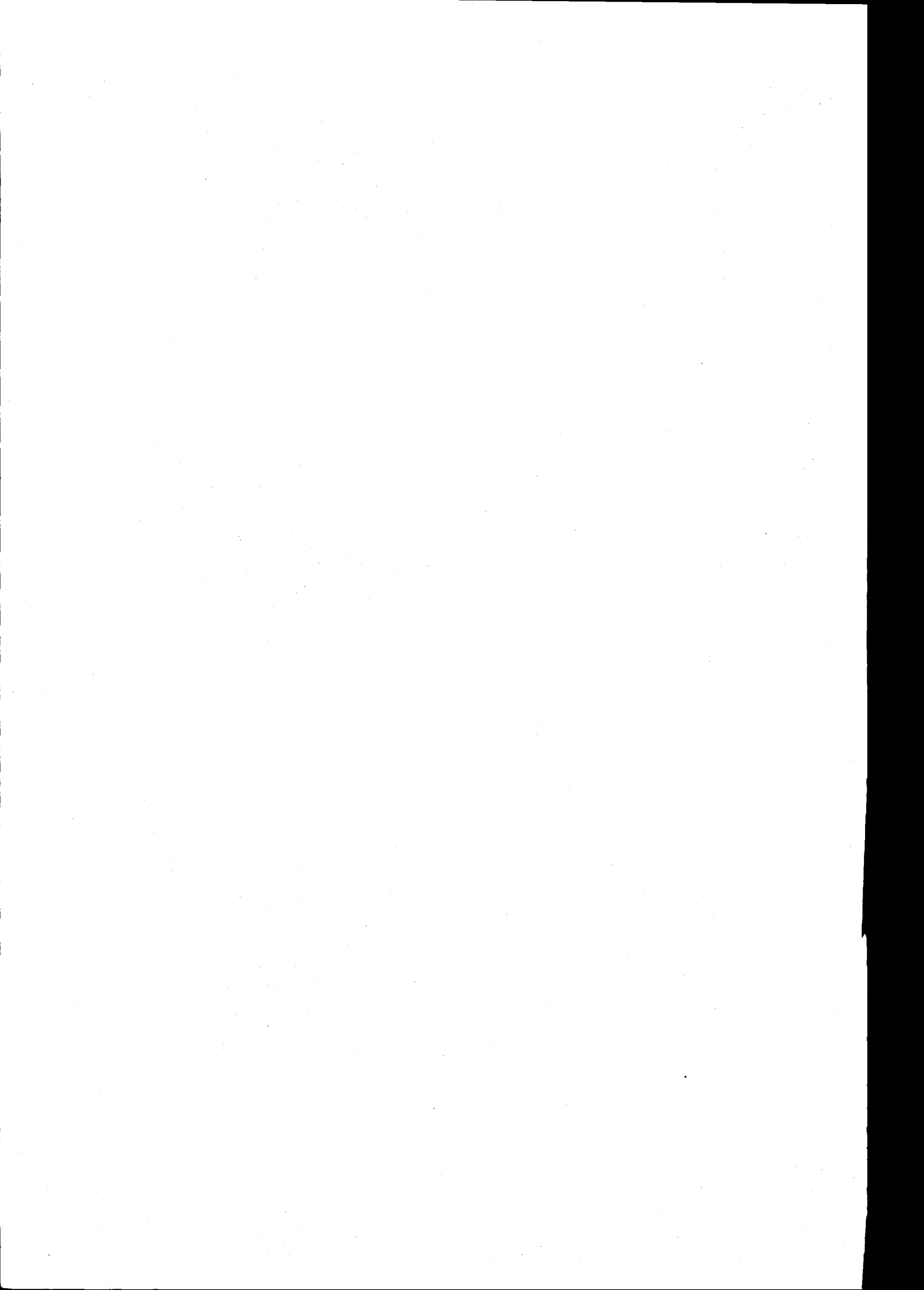
104

10

~~10~~

10

14



Aard van de bovengrond

Gt	GHG	GLG	1)	V	aV	hV	kV	zV	iV	iv	iv					HELP-code Nummer		
				1	2	3	4	5	6								7	
II	5 15		Wa															
			Wa															
	10	70	Wa Dr Vo															
II *	25	75	Wa Dr Vo															
III	10 20		Wa Wa		37 28			32 24	37 28		35 26							
			15	105	Wa Dr Vo		32 5 17		28 5 17	32 5 17		30 1 3						
	30	110	Wa Dr Vo		20 7 23			17 7 23	20 7 23		19 2 7							
IV	50	110	Wa Dr Vo		9 7 23			7 7 23	9 7 23		8 2 7							
V	25	140	Wa Dr Vo		18 14 46			16 14 46	18 14 46		17 5 17							
V *	35	150	Wa Dr Vo		12 16 53			10 16 53	12 16 53		11 7 23							
VI	60	170	Wa Dr Vo		4 23 76			2 23 76	4 23 76		3 12 40							
VII	100	200	Wa Dr Vo		1 29 96			0 29 96	1 29 96		1 18 60							
VII *	160	260	Wa Dr Vo															

1) Wa = Wateroverlast in %, Dr = Droogte in %, Vo = Vochttekort in mm.

Aard van de bovengrond

Gt	GHG	GLG	1)	Wo	vW	hW	kW	zW	iW		iW						HELP-code	
				8	9	10	11	12	13	14	Nummer							
II	5		Wa															
	15		Wa															
	10	70	Wa															
			Dr															
			Vo															
II *	25	75	Wa															
			Dr															
			Vo															
III	10		Wa					35	40		34							
	20		Wa					26	30		25							
	15	105	Wa					30	35		29							
			Dr					6	6		2							
			Vo					20	20		7							
III *	30	110	Wa					19	22		17							
			Dr					7	7		3							
			Vo					23	23		10							
IV	50	110	Wa					8	10		7							
			Dr					7	7		3							
			Vo					23	23		10							
V	25	140	Wa					18	21		16							
			Dr					14	14		6							
			Vo					46	46		20							
V *	35	150	Wa					12	14		10							
			Dr					17	17		8							
			Vo					56	56		27							
VI	60	170	Wa					4	5		2							
			Dr					24	24		14							
			Vo					80	80		46							
VII	100	200	Wa					2	2		0							
			Dr					34	34		21							
			Vo					113	113		70							
VII *	160	260	Wa															
			Dr															
			Vo															

1) Wa = Wateroverlast in %, Dr = Droogte in %, Vo = Vochttekort in mm.

				profielverloop 1				profielverloop 2				profielverloop 3 en 4					
				zavel		klei		zavel		klei		zavel		klei			
Gt	GHG	GLG	1)	Kz	Kz	Kk	Kk	Kz	Kz	Kk	Kk	Kz	Kz	Kk	Kk	HELP-code	
				1a	1b	1a	1b	2a	2b	2a	2b	3,4a	3,4b	3,4a	3,4b		Nummer
				15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
II	5 15		Wa														
			Wa														
	10	70	Wa														
			Dr														
			Vo														
			Vo														
II *	25	75	Wa														
			Dr														
			Vo														
			Vo														
III	10 20		Wa	32		36		30	31	34	35	37	36	41	40		
			Wa	24		27		21	22	25	26	28	27	32	31		
	15	105	Wa	28		31		25	26	29	30	32	31	36	35		
			Dr	4	2	5	3	1	0	1	1	8	4	13	5		
			Vo	13	7	17	10	3	0	3	3	27	13	44	17		
			Vo	13	7	17	10	3	0	3	3	27	13	44	17		
III *	30	110	Wa	17		19		14	15	18	19	21	20	25	24		
			Dr	4	2	6	3	1	0	2	1	9	5	14	8		
			Vo	13	7	20	10	3	0	7	3	30	17	47	27		
			Vo	13	7	20	10	3	0	7	3	30	17	47	27		
IV	50	110	Wa	7		9		5	6	8	9	11	10	14	13		
			Dr	4	2	6	3	1	0	2	1	9	5	14	8		
			Vo	13	7	20	10	3	0	7	3	30	17	47	27		
			Vo	13	7	20	10	3	0	7	3	30	17	47	27		
V	25	140	Wa	16		18		13	14	16	17	19	18	22	21		
			Dr	6	4	11	8	6	2	9	3	13	8	20	15		
			Vo	20	13	37	27	20	7	30	10	44	27	67	50		
			Vo	20	13	37	27	20	7	30	10	44	27	67	50		
V *	35	150	Wa	10		12		8	9	11	12	14	13	17	16		
			Dr	7	5	13	10	8	3	13	5	14	9	22	17		
			Vo	24	17	44	34	27	10	44	17	47	30	74	57		
			Vo	24	17	44	34	27	10	44	17	47	30	74	57		
VI	60	170	Wa	5		7		3	4	6	7	8	7	12	11		
			Dr	9	7	17	15	14	7	22	13	16	11	25	20		
			Vo	30	24	57	50	47	24	74	44	54	37	84	67		
			Vo	30	24	57	50	47	24	74	44	54	37	84	67		
VII	100	200	Wa	3		5		2	2	4	4	5	4	7	6		
			Dr	12	11	21	20	21	15	31	25	19	15	28	24		
			Vo	40	37	71	67	71	50	104	84	64	50	94	81		
			Vo	40	37	71	67	71	50	104	84	64	50	94	81		
VII *	160	260	Wa	3		5		2	2	4	4	5	4	7	6		
			Dr	18	16	26	26	24	23	35	34	22	20	32	30		
			Vo	61	54	57	57	81	77	118	114	74	67	108	101		
			Vo	61	54	57	57	81	77	118	114	74	67	108	101		

1) Wa = Wateroverlast in %, Dr = Droogte in %, Vo = Vochtkort in mm.

Gt	GHG	GLG	1)	profielvl. 5 hom. + afl.				profielvl. 5 opl.				HELP-code Nummer	
				zavel		klei		zavel		klei			
				Kz 5hz	Kz 5h	Kk 5hz	Kk 5h	Kz 5oz	Kz 5o	Kk 5oz	Kk 5o		
27	28	29	30	31	32	33	34						
II	5 15	70	Wa										
			Dr										
	10	70	Vo										
			Wa										
II *	25	75	Dr										
			Vo										
	10 20	105	Wa	31		35		34		37			
			Dr	22		26		25		28			
III *	30	110	Vo	0	0	3	3	3	3	7	7		
			Wa	16		19		18		20			
	50	110	Dr	0	0	1	1	1	1	2	2		
			Vo	0	0	3	3	3	3	7	7		
IV	25	140	Wa	15		17		17		19			
			Dr	1	1	2	3	2	2	3	4		
	35	150	Vo	3	3	7	10	7	7	10	13		
			Wa	10		12		11		13			
V	60	170	Dr	1	1	2	3	2	2	3	4		
			Vo	3	3	7	10	7	7	10	13		
	100	200	Wa	5		7		6		8			
			Dr	2	2	5	5	3	3	6	6		
VI	160	260	Vo	7	7	17	17	10	10	20	20		
			Wa	2		4		3		5			
	21	260	Dr	8	4	14	9	9	6	15	11		
			Vo	27	13	47	30	30	20	50	37		
VII *	160	260	Wa	2		4		3		5			
			Dr	21	9	31	22	23	13	33	26		
	71	260	Vo	71	30	104	74	77	44	111	87		
			Wa	2		4		3		5			

1) Wa = Wateroverlast in %, Dr = Droogte in %, Vo = Vochttekort in mm.

Zandgronden eerd- en vaag- gronden

BODEMGEBRUIK **Bouwland**

TABEL B5

				Dikte humushoudende bovengrond												HELP-code	
				< 15				15 - 30				30 - 50					
				matig fijn		matig grof		matig fijn		matig grof		matig fijn		matig grof			
Gr	GHG	GLG	1)	Z 1a	Z 1b	Z 2a	Z 2b	tZ 1a	tZ 1b	tZ 2a	tZ 2b	cZ 1a	cZ 1b	cZ 2a	cZ 2b	Nummer	
				35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46		
II	5		Wa														
	15		Wa														
	10	70	Wa														
			Dr														
			Vo														
II *	25	75	Wa														
			Dr														
			Vo														
III	10		Wa	28		28		29	31	29	31	30	32	30	32		
	20		Wa	20		20		21	23	21	23	22	24	22	24		
	15	105	Wa	24		24		25	27	25	27	26	28	26	28		
			Dr	9		15		4	2	6	5	2	1	2	2		
			Vo	33		56		15	7	22	19	7	3	7	7		
III *	30	110	Wa	14		14		14	16	14	16	15	17	15	17		
			Dr	11		17		5	2	8	6	3	1	3	2		
			Vo	41		63		19	7	30	22	11	3	11	7		
IV	50	110	Wa	4		4		4	6	4	6	5	7	5	7		
			Dr	13		20		6	3	9	7	3	1	3	2		
			Vo	48		74		22	11	33	26	11	3	11	7		
V	25	140	Wa	13		13		13	15	13	15	14	16	14	16		
			Dr	21		27		10	6	15	13	6	3	9	7		
			Vo	78		100		37	22	56	48	22	11	33	26		
V *	35	150	Wa	7		7		7	9	7	9	8	10	8	10		
			Dr	24		29		13	8	18	16	8	4	11	9		
			Vo	89		108		48	30	67	59	30	15	41	33		
VI	60	170	Wa	0		0		0	2	0	2	1	2	1	2		
			Dr	29		31		18	14	25	22	14	7	18	14		
			Vo	108		115		67	34	93	82	52	26	67	52		
VII	100	200	Wa	0		0		0	0	0	0	0	0	0	0		
			Dr	32		32		25	21	28	26	21	15	24	19		
			Vo	119		119		93	78	104	96	78	56	89	70		
VII *	160	260	Wa	0		0		0	0	0	0	0	0	0	0		
			Dr	32		32		29	27	29	27	26	23	26	23		
			Vo	119		119		108	100	108	100	96	85	96	85		

1) Wa = Wateroverlast in %, Dr = Droogte in %, Vo = Vochttekort in mm.

Zandgronden eerd- en vaag- gronden

BODEMGEBRUIK Bouwland

TABEL B6

				Dikte humushoudende bovengrond										met kleidek		zonder dek
				50 - 80					> 80							
				matig fijn		matig grof			matig fijn		matig grof					
				zwak lemig		sterk lemig			zwak lemig		sterk lemig					
				ondergrond		matig fijn			ondergrond							
				uiterst fijn lutum arm												
Gt	GHG	GLG	1)	EZ 1a	EZ 1b	EZ 2a	EZ 2b	EEZ 1a	EEZ 1b	EEZ 2a	EEZ 2b	.kZ 2	kZ 1	SZ	HELP-code	
				47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	Nummer	
II	5		Wa													
	15		Wa													
	10	70	Wa Dr Vo													
II *	25	75	Wa Dr Vo													
	III	10		Wa	30	32	30	32	30	32	30	32	31		30	
		20		Wa	22	24	22	24	22	24	22	24	22		22	
15		105	Wa Dr Vo	26 1 3	28 0 0	26 1 3	28 0 0	26 0 0	28 0 0	26 0 0	28 0 0	26 6 20	14 14 47		26 0 0	
III *	30	110	Wa Dr Vo	15 1 3	17 1 3	15 1 3	17 1 3	15 0 0	17 0 0	15 0 0	17 0 0	15 8 27		15 0 54		
	IV	50	110	Wa Dr Vo	5 1 3	7 1 3	5 1 3	7 1 3	5 0 0	7 0 0	5 0 0	7 0 0	6 8 27		4 1 61	
		V	25	140	Wa Dr Vo	14 3 11	16 2 7	14 3 11	16 2 7	14 1 3	16 0 0	14 1 3	16 0 0	14 18 61		13 1 77
V *			35	150	Wa Dr Vo	8 4 15	10 2 7	8 4 15	10 2 7	8 2 7	10 1 3	8 2 7	10 1 3	9 21 71		7 2 84
	VI		60	170	Wa Dr Vo	1 8 30	2 4 15	1 8 30	2 4 15	1 3 11	2 1 3	1 3 11	2 1 3	4 28 94		1 4 101
		VII	100	200	Wa Dr Vo	0 15 56	0 10 37	0 15 56	0 10 37	0 9 33	0 4 15	0 9 33	0 4 15	1 32 108		0 10 108
VII *			160	260	Wa Dr Vo	0 22 82	0 17 63	0 22 82	0 17 63	0 17 63	0 11 41	0 17 63	0 11 41	1 33 111		0 23 111

1) Wa = Wateroverlast in %, Dr = Droogte in %, Vo = Vochttekort in mm.

Zandgronden podzolgronden

BODEMGEBRUIK Bouwland

TABEL B7

				Dikte humushoudende bovengrond												
				15 - 30				30 - 50								
				matig fijn		matig grof		matig fijn		matig grof						
				zwak lemig		sterk lemig		zwak lemig		sterk lemig						
				zwak lemig		sterk lemig		zwak lemig		sterk lemig						
Gt	GHG	GLG	1)	H 1a	H 1b	H 2a	H 2b	cH 1a	cH 1b	cH 2a	cH 2b					HELP-code Nummer
				58	59	60	61	62	63	64	65					
II	5		Wa													
	15		Wa													
	10	70	Wa													
			Dr													
			Vo													
II *	25	75	Wa													
			Dr													
			Vo													
III	10		Wa	29	31	29	31	30	32	30	32					
	20		Wa	21	23	21	23	22	24	22	24					
	15	105	Wa	25	27	25	27	26	28	26	28					
			Dr	4	4	4	4	2	2	2	2					
			Vo	15	15	15	15	7	7	7	7					
III *	30	110	Wa	14	16	14	16	15	17	15	17					
			Dr	4	4	4	4	3	2	3	2					
			Vo	15	15	15	15	11	7	11	7					
IV	50	110	Wa	4	6	4	6	5	7	5	7					
			Dr	5	5	5	5	3	2	3	2					
			Vo	19	19	19	19	11	7	11	7					
V	25	140	Wa	13	15	13	15	14	16	14	16					
			Dr	9	9	9	9	6	4	6	4					
			Vo	33	33	33	33	22	15	22	15					
V *	35	150	Wa	7	9	7	9	8	10	8	10					
			Dr	11	11	12	12	8	6	8	6					
			Vo	41	41	45	45	30	22	30	22					
VI	60	170	Wa	0	2	0	2	1	2	1	2					
			Dr	16	16	16	16	13	10	14	10					
			Vo	59	59	59	59	48	37	52	37					
VII	100	200	Wa	0	0	0	0	0	0	0	0					
			Dr	21	21	23	23	19	15	20	15					
			Vo	78	78	85	85	70	56	74	59					
VII *	160	260	Wa	0	0	0	0	0	0	0	0					
			Dr	26	26	26	26	25	21	25	21					
			Vo	96	96	96	96	93	78	93	78					

1) Wa = Wateroverlast in %, Dr = Droogte in %, Vo = Vochttekort in mm.

april '87

Aard van de bovengrond

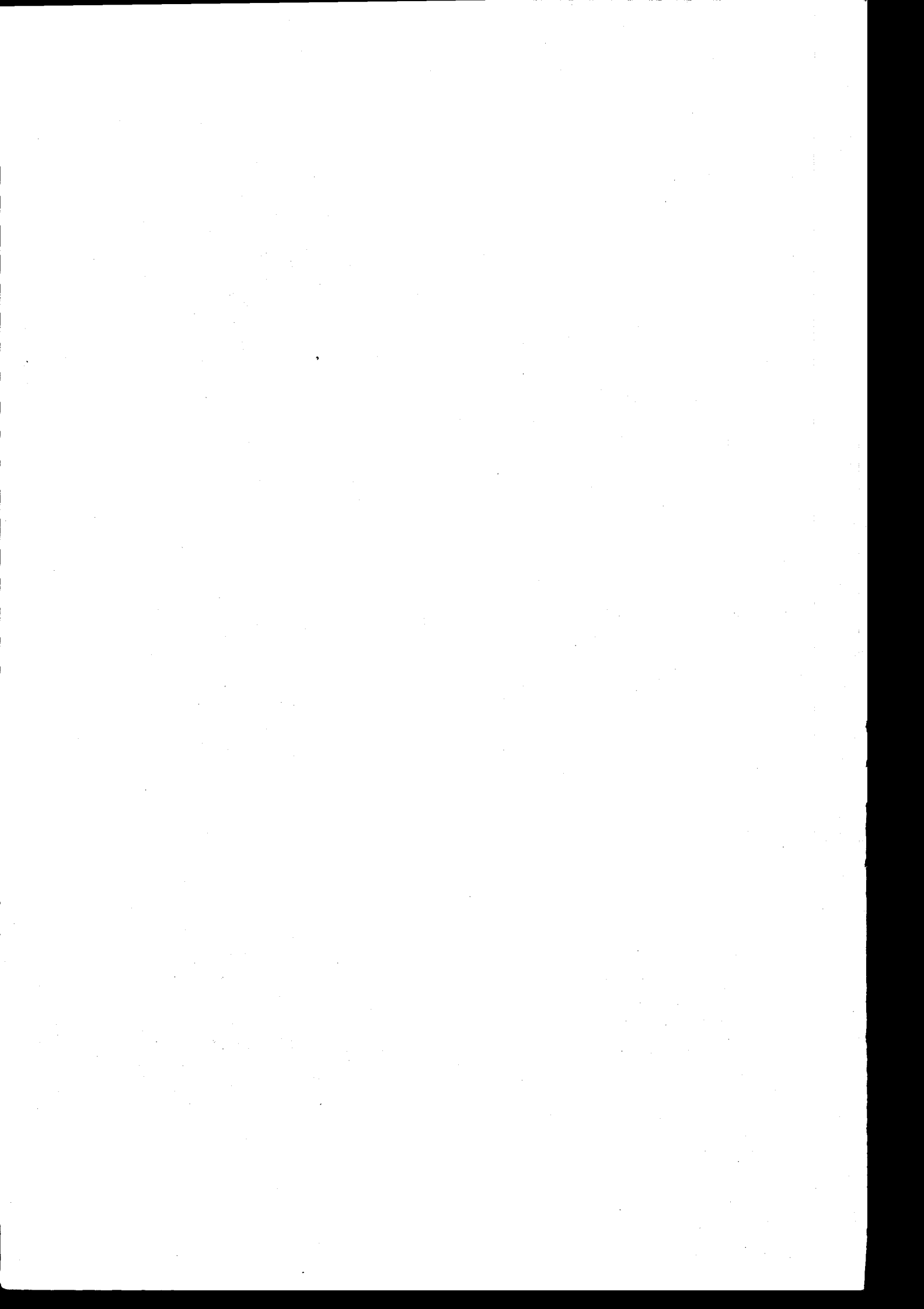
Gt	GHG	GLG	1)	BLK	BLK	BLK	BLK	BLK								HELP-code	
				a	b	c	d	e									66
II	5 15		Wa														
			Wa														
	10	70	Wa														
			Dr														
			Vo														
II *	25	75	Wa														
			Dr														
			Vo														
III	10 20		Wa	32	36	40	31	35									
			Wa	24	27	31	22	26									
	15	105	Wa	28	31	35	26	30									
			Dr	0	0	0	0	2									
			Vo	0	0	0	0	7									
III *	30	110	Wa	17	20	24	16	19									
			Dr	0	0	0	0	3									
			Vo	0	0	0	0	10									
IV	50	110	Wa	7	10	13	7	9									
			Dr	0	0	0	0	3									
			Vo	0	0	0	0	10									
V	25	140	Wa	16	18	21	15	17									
			Dr	0	0	0	0	6									
			Vo	0	0	0	0	20									
V *	35	150	Wa	11	13	16	10	12									
			Dr	0	0	0	0	7									
			Vo	0	0	0	0	26									
VI	60	170	Wa	2	8	11	5	7									
			Dr	1	0	0	1	8									
			Vo	3	0	0	3	27									
VII	100	200	Wa	0	5	6	2	4									
			Dr	3	0	1	2	9									
			Vo	10	0	3	7	30									
VII *	160	260	Wa	0	5	6	2	4									
			Dr	9	0	3	8	13									
			Vo	30	0	10	27	44									

1) Wa = Wateroverlast in %, Dr = Droogte in %, Vo = Vochttkort in mm.

"DE INVLOED VAN DE WATERHUISHOUDING OP
DE LANDBOUWKUNDIGE PRODUKTIE"

Bijlage 3

Geschematiseerde weergave van
de HELP-bodemtypen.



Geschematiseerde weergave van de HELP-bodemtypen.

I. Veengronden

N.B. Bij de veengronden kan de begindiepte van de minerale ondergrond sterk variëren. Uit berekeningen is gebleken dat dit evenwel slechts een geringe invloed op de vochttekorten heeft. Er is vanuit gegaan dat er op de overgang van de venige bovengrond en de minerale ondergrond een storende overgangslaag aanwezig is.

aV	0-30	veraard klei-arm veen.
	> 30	veen op storende overgangslaag.
	var.	minerale ondergrond.
hV	0-30	veraard kleiig veen; 25-30% lutum.
	> 30	veen op storende overgangslaag.
	var.	minerale ondergrond.
kV	0-20	matig zware klei; 35-40% lutum.
	> 20	veen op storende overgangslaag.
	var.	minerale ondergrond.
zV	0-15	humusarm zand.
	> 15	veen op storende overgangslaag.
	var.	minerale ondergrond.
iV	0-15	lumusrijk zand.
	> 15	veen op storende overgangslaag.
	var.	minerale ondergrond.

II. Moerige gronden

Er is vanuit gegaan dat er op de overgang van de moerige bovengrond en de minerale ondergrond een storende overgangslaag aanwezig is. Bij de moerige gronden worden depressies hierdoor beïnvloed.

Wo	0-30 > 30	moerig op storende overgangslaag. ongerijpte klei (op veen).
vW	0-40 > 40	moerig kleiarm op storende overgangslaag. matig fijn tot matig grof zand.
hW	0-40 > 40	moerig kleiig op storende overgangslaag. matig fijn tot matig grof zand.
kW	0-30 > 30	venige klei op storende overgangslaag. matig fijn tot matig grof zand.
zW	0-15 15-40 > 40	humusarm zand. moerig op storende overgangslaag. matig fijn tot matig grof zand.
iW	0-15 15-40	humusrijk zand moerig op storende overgangslaag. matig fijn tot matig grof zand.

III. Kleigronden

Kz1	0-50 > 50	zavel veen	15-20% lutum
Kz1b	0-70 > 70	zavel veen	15-20% lutum
Kk1a	0-50 > 50	klei veen	35-40% lutum
Kk1b	0-70 > 70	klei veen	35-40% lutum
Kz2a	0-50 > 50	zavel zand	15-20% lutum
Kz2b	0-70 > 70	zavel zand	15-20% lutum
Kk2a	0-50 > 50	klei zand	35-40% lutum
Kk2b	0-70 > 70	klei zand	35-40% lutum
Kz34a	0-50 > 50	zavel zware klei als tussenlaag	15-20% lutum 50-60% lutum of ondergrond
Kz34b	0-70 > 70	zavel zware klei als tussenlaag	15-20% lutum 50-60% lutum of ondergrond
Kk34a	0-50 > 50	klei zware klei als tussenlaag	35-40% lutum 60-70% lutum of ondergrond
Kk34b	0-70 > 70	klei zware klei als tussenlaag	35-40% lutum 60-70% lutum of ondergrond
Kz5hz	0-100 > 100	zavel zand	aflopend van matig licht tot zeer licht
Kz5h		zavel	aflopend van matig licht tot zeer licht geen zand in ondergrond
Kk5hz	0-100 > 100	klei zand	aflopend van matig licht tot zeer licht
Kk5h		klei	aflopend van matig zwaar naar licht geen zand in ondergrond

Kz5oz	0-100 > 100	zavel zand	oplopend van matig licht naar zwaar
Kz5o		zavel	oplopend van matig licht naar zwaar geen zand in ondergrond
Kk5oz	0-100 > 100	klei zand	oplopend van matig zwaar tot zeer zwaar
Kk5o		klei	oplopend van matig zwaar naar zeer zwaar geen zand in ondergrond

IV. Zandgronden, eerd- en vaaggronden

Z1a	0-10 > 10	humus ca. 2%; M50 ca. 180; leem ca. 12% M50 ca. 180; leem ca. 12%
Z1b	0-10 > 10	humus ca. 2%; M50 ca. 180; leem ca. 25% M50 ca. 180; leem ca. 20%
Z2a	0-10 > 10	humus ca. 2%; M50 ca. 300; leem ca. 12% M50 ca. 300; leem 12%
Z2b	0-10 > 10	humus ca. 2%; M50 ca. 300; leem ca. 25% M50 ca. 300; leem ca. 20%
tZ1a	0-25 > 25	humus ca. 4%; M50 ca. 180; leem ca. 12% M50 ca. 180; leem ca. 12%
tZ1b	0-25 > 25	humus ca. 4%; M50 ca. 180; leem ca. 25% M50 ca. 180; leem ca. 20%
tZ2a	0-25 > 25	humus ca. 4%; M50 ca. 300; leem ca. 12% M50 ca. 300; leem ca. 12%
tZ2b	0-25 > 25	humus ca. 4%; M50 ca. 300; leem ca. 25% M50 ca. 300; leem ca. 20%
cZ1a	0-40 > 40	humus ca. 6%; M50 ca. 180; leem ca. 12% M50 ca. 180; leem ca. 12%
cZ1b	0-40 > 40	humus ca. 6%; M50 ca. 180; leem ca. 25% M50 ca. 180; leem ca. 20%
cZ2a	0-40 > 40	humus ca. 6%; M50 ca. 300; leem 12% M50 ca. 300; leem ca. 12%
cZ2b	0-40 > 40	humus ca. 6%; M50 ca. 300; leem ca. 25% M50 ca. 300; leem ca. 20%
EZ1a	0- 40 40-65 > 65	humus ca. 8%; M50 ca. 180; leem ca. 15% humus ca. 4%; M50 ca. 180; leem ca. 12% M50 ca. 180; leem ca. 12%
EZ1b	0- 40 40-65 > 65	humus ca. 8%; M50 ca. 180; leem ca. 25% humus ca. 4%; M50 ca. 180; leem ca. 20% M50 ca. 180; leem ca. 20%
EZ2a	0- 40 40-65 > 65	humus ca. 8%; M50 ca. 300; leem ca. 15% humus ca. 4%; M50 ca. 300; leem ca. 12% M50 ca. 300; leem ca. 12%

EZ2b	0- 40	humus ca. 8%; M50 ca. 300; leem ca. 25%
	40-65	humus ca. 4%; M50 ca. 300; leem ca. 20%
	> 65	M50 ca. 300; leem ca. 20%
EEZ1a	0- 40	humus ca. 8%; M50 ca. 180; leem ca. 15%
	40-70	humus ca. 5%; M50 ca. 180; leem ca. 12%
	70-100	humus ca. 3%; M50 ca. 210; leem ca. 10%
	> 100	M50 ca. 250; leem ca. 10%
EEZ1b	0- 40	humus ca. 8%; M50 ca. 180; leem ca. 25%
	40-70	humus ca. 5%; M50 ca. 180; leem ca. 20%
	70-100	humus ca. 3%; M50 ca. 210; leem ca. 18%
	> 100	M50 ca. 250; leem ca. 15%
EEZ2a	0- 40	humus ca. 8%; M50 ca. 300; leem ca. 15%
	40-70	humus ca. 5%; M50 ca. 300; leem ca. 12%
	70-100	humus ca. 3%; M50 ca. 350; leem ca. 10%
	> 100	M50 ca. 350; leem ca. 10%
EEZ2b	0- 40	humus ca. 8%; M50 ca. 300; leem 25%
	40-70	humus ca. 5%; M50 ca. 300; leem 20%
	70-100	humus ca. 3%; M50 ca. 350; leem 18%
	> 100	M50 ca. 350; leem 15%
KZ1	0- 20	zware zavel tot lichte klei
	> 20	matig fijn zand
KZ2	0- 20	zware zavel tot lichte klei
	> 20	matig grof zand
SZ	0- 50	M50 ca. 100; zwak tot sterk lemig
	> 50	M50 ca. 150; zwak lemig

V. Zandgronden, podzolgronden

De geschematiseerde profielen van de podzolgronden zijn gelijk aan de overeenkomstige profielen van de eerd- en vaaggronden, met dien verstande dat zich tussen de humushoudende bovengrond in de ondergrond een inspoelingslaag bevindt.

Voorbeeld:

tH2a	0-25	humus ca. 4%; M50 ca. 300; leem ca. 12%
	25-60	inspoelingslaag
	> 60	M50 ca. 300; leem ca. 12%

Dit profiel is te vergelijken met de tZ2a.

De inspoelingslaag geeft relatief weinig storing. Voor de gevallen waarbij de inspoelingslaag wel duidelijk storend is, wordt verwezen naar bijlage 4 en paragraaf 4.4.3. van het rapport.

VI. Brik, leem- en oude kleigronden

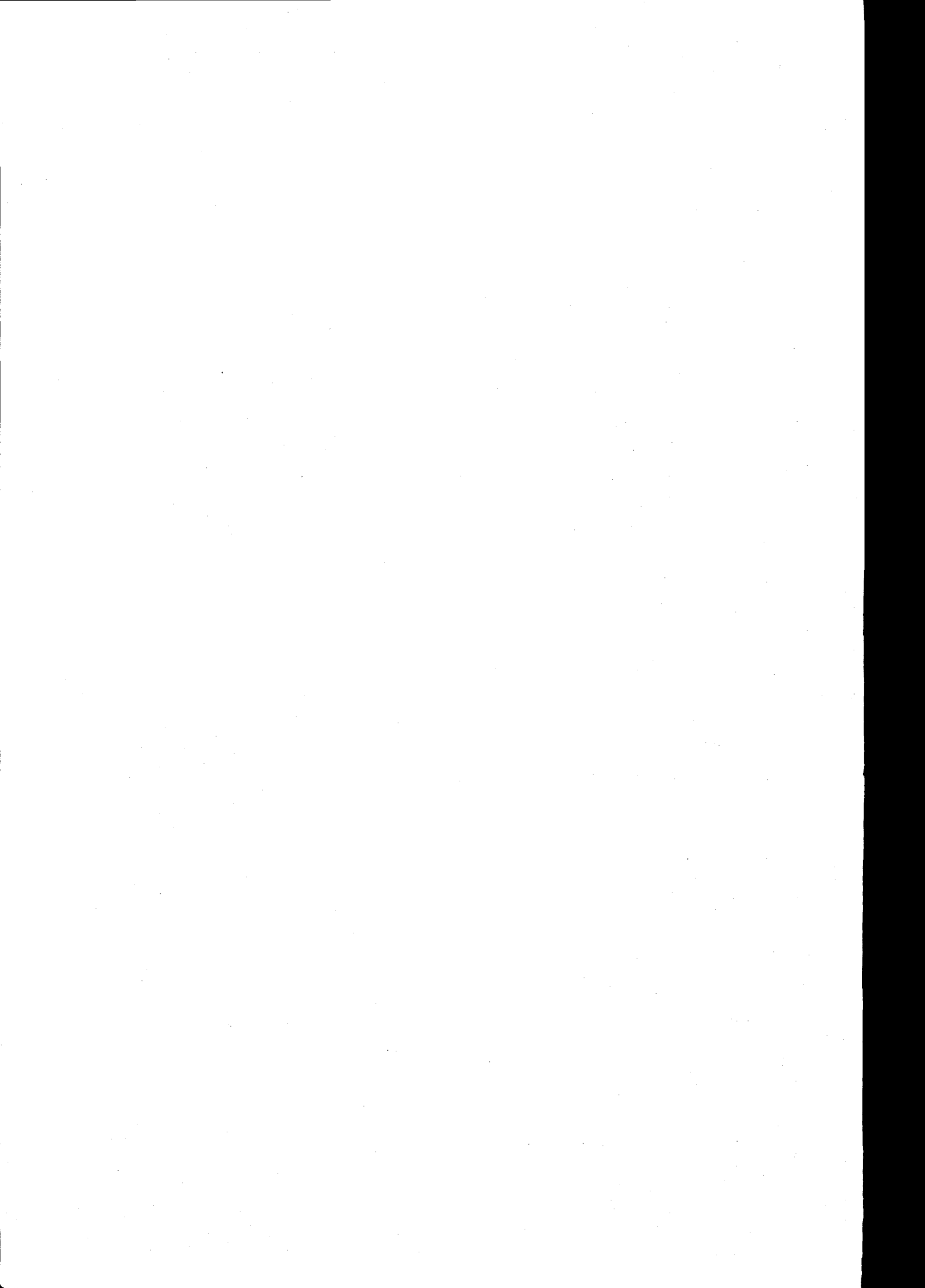
De bodemtypen binnen deze hoofdgroep vertonen een grote variatie. Het is moeilijk om deze in een aantal geschematiseerde profielen samen te vatten. De in de tabel opgenomen bodemtypen moeten dan ook gezien worden als enkele voorbeelden binnen deze hoofdgroep.

BLKa	0- 20	humus ca. 4%; M50 ca. 150; leem ca. 35%
	20-40	humus ca. 2%; M50 ca. 150; leem ca. 40%
	> 40	briklaag in zeer sterk lemig zand
BLKb	0- 20	humus ca. 2%; leem ca. 60%
	20-50	leem ca. 60%
	> 50	keileemondergrond
BLKc	0- 20	humus ca. 2%; leem ca. 90%
	20-50	leem ca. 90%
	> 50	löss-ondergrond
BLKd	0-40	zavel ca. 20% lutum
	> 40	oude klei ca. 55% lutum
BLKe	0-40	oude klei ca. 40% lutum
	> 40	oude klei ca. 70% lutum

"DE INVLOED VAN DE WATERHUISHOUDING OP DE
LANDBOUWKUNDIGE PRODUKTIE"

Bijlage 4

Afwijkende profielen



Afwijkende profielen

Zoals in paragraaf 4.4.3. is vermeld dient bij bepaalde afwijkingen in profielopbouw te worden overwogen of een correctie moet worden aangebracht op de in de depressietabellen weergegeven percentages. In deze bijlage is getracht voor de meest voorkomende profielafwijkingen een indicatie te geven van de orde van grootte waarmee de depressiepercentages voor zowel natte als droge omstandigheden kunnen worden gecorrigeerd. De correctiepercentages dienen te worden opgeteld of afgetrokken bij die van de niet gestoorde profielen uit de depressietabellen.

I. Veengronden en moerige gronden

1. Dunne bezandingslaag of zandbijmenging

Bij veengronden en moerige gronden kan het voorkomen dat een dunne bezandingslaag of zandbijmenging in de bovengrond wordt aangetroffen. Deze gronden voldoen niet aan de eisen die aan een zV of aan een zW worden gesteld. Toch wijken zij duidelijk af van het onbezande type. Vaak zijn deze gronden door middel van een toevoeging aangegeven op de bodemkaart. Afhankelijk van de dikte van het zanddek of de mate van zandbijmenging dienen zij tussen het type met zanddek (zV, zW) en het onbezande type (bijv. aV) geplaatst te worden.

2. Storende tussenlagen

In het veen kunnen storende tussenlagen in de vorm van schalterlagen e.d. worden aangetroffen. Bij het samenstellen van de tabellen is daar geen rekening mee gehouden. In deze gevallen dient de invloed hiervan in overleg met deskundigen te worden ingeschat.

3. Storing in de ondergrond

Bij de veengronden en de moerige gronden is ervan uitgegaan dat er zich op de overgang naar de minerale ondergrond altijd een storende laag bevindt. Met bijzondere ondergronden zoals b.v. keileem of grofzand is geen rekening gehouden. In deze gevallen dient de invloed hiervan in overleg met deskundigen te worden ingeschat.

4. Afwijkingen ten gevolge van profielverbetering

Door profielverbetering ontstaat er meestal een profiel dat niet meer te vergelijken is met het oorspronkelijke veen of moerige profiel. Indien een profielverbetering, b.v. door mengwoeling, goed is geslaagd, kan een dergelijke grond, afhankelijk van de dikte van de oorspronkelijke veenlaag en de bewerkingsdiepte, gelijk worden gesteld aan de HELP-bodemtypen cZ of EZ. Wel dient goed te worden nagegaan of er inderdaad een optimaal resultaat is bereikt. Voor de veengronden en moerige gronden met een veenkoloniaal dek is in de tabel een gemengwoeld bodemtype aangegeven (profiel nrs 7 en 14).