

32/446 (678) 2<sup>e</sup> ex

## Waarderen van gronden met BODEGA

Toepassingsmogelijkheden van een digitaal kennissysteem voor landevaluatie in de eerste schatting van het landinrichtingsproject 'Hupsel-Zwolle'

H.L. Boogaard  
E. Kiestra

BIBLIOTHEEK "DE HAAFF"  
Droevendaalsesteeg 3a  
6708 PB Wageningen

Rapport 678

Staring Centrum, Wageningen, 1999

20 APR 2000

200 970722

## REFERAAT

Auteur(s). 1999. *Waarderen van gronden met BODEGA; Toepassingsmogelijkheden van een digitaal kennisstelsel voor landevaluatie in de eerste schatting van het landinrichtingsproject 'Hupsel-Zwolle'* Wageningen, Staring Centrum. Rapport 678. 64 blz. 4 fig.; 3 tab.; 10 ref.

Recentelijk is een kennisstelsel voor landevaluatie ontwikkeld met de naam BODEGA wat staat voor BODEmGeschiktheidsApplicatie. BODEGA beheert kennis op het gebied van de bodemkunde en landevaluatie. In het landinrichtingsproject 'Hupsel-Zwolle' is BODEGA toegepast om de waardering van de gronden te onderbouwen. In dit project is bestudeerd waar en op welke wijze BODEGA een rol kan spelen in de eerste schatting: het proces waarbij de ruilwaarde van gronden wordt vastgesteld.

Trefwoorden: Beoordelingsfactoren, Bodemkaart, Grondwatertrappenkaart, Standaardreeks, Schattingskaart

ISSN 0927-4499

Dit rapport kunt u bestellen door NLG 35,00 over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van het Staring Centrum, Wageningen, onder vermelding van Rapport 678. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 1999 Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC),  
Postbus 125, NL-6700 AC Wageningen.  
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

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

Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

ALTERRA is de fusie tussen het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) en het Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC). De fusie gaat in op 1 januari 2000.

## Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Probleemstelling	13
1.2 Doelstelling	14
1.3 Afbakening	14
1.4 Leeswijzer	14
2 Methode voor bepalen ruilwaarde van gronden	15
2.1 Afleiden bodemgeschiktheid voor agrarische landgebruiksvormen	15
2.2 Kennissysteem voor landevaluatie: BODEGA	17
2.3 Beschrijving eerste schatting 'Hupsel-Zwolle'	20
2.3.1 Procedure eerste schatting	20
2.3.2 Verschillende stappen in de eerste schatting	20
2.3.2.1 Opstellen van standaardreeks	20
2.3.2.2 Schatten waarde standaardreeks	21
2.3.2.3 Gebiedsdekkende ruilwaarde	23
2.3.3 Inzet van BODEGA	24
3 Ervaringen met BODEGA in eerste schatting 'Hupsel-Zwolle'	27
3.1 Opstellen van standaardreeks	27
3.2 Bepalen ruilwaarde standaardreeks	27
3.2.1 Gradaties van standaardprofielen	27
3.2.2 Rangschikking standaardreeks	28
3.2.2.1 Stelsel van aftrekpunten aanpassen	29
3.2.2.2 Beoordelingsfactoren toevoegen	29
3.3 Gebiedsdekkende ruilwaarde	30
3.3.1 Iteratieve aanpassingen	30
3.3.2 Kaarteenheden met geen of weinig boorpunten	31
3.3.2.1 Beschrijving	31
3.3.2.2 Clusteren van kaarteenheden	32
3.4 Evaluatie BODEGA	33
4 Conclusies	37
5 Aanbevelingen	39
Literatuur	41

### ***Aanhangsels***

1	Geschiktheidsclassificatie voor verschillende landge-buiksvormen	43
2	Beschrijving van beoordelingsfactoren	45
3	Bewerking van boorpuntbeschrijvingen naar invoer voor BODEGA	49
4	De effectieve bewortelingsdiepte per subgroep code voor weidebouw ingeschat voor het landinrichtingsproject 'Hupsel-Zwolle'.	59
5	De dikte van de bovengrond per subgroep code ingeschat voor het landinrichtingsproject 'Hupsel-Zwolle'.	61
6	Opbouw bodemvruchtbaarheid	63

## **Woord vooraf**

In het project 'Waarderen van gronden met BODEGA' is 'Hupsel-Zwolle' het eerste landinrichtingsproject waarin het digitaal kennissysteem voor landevaluatie, BODEGA (BODEmGeschiktheidApplicatie) is toegepast. Belangrijke doelstelling in het project was om te onderzoeken welke mogelijkheden BODEGA biedt in het bepalen van de waarde van de gronden. Aanleiding voor het project is de behoefte van DLG om de waardebepaling van gronden objectief te onderbouwen met een modern interactief instrument. Daarvoor lijkt BODEGA een geschikte softwarepakket.

Het project is een gezamenlijk initiatief van DLG-Gelderland, DLG-centraal en het Staring Centrum. Het uiteindelijke resultaat is mede tot stand gekomen dankzij Gerrit Dijkstra en Menno de Jong (DLG-Gelderland), de landinrichtingscommissie en de schatters van 'Hupsel-Zwolle'.

## Samenvatting

In landinrichtingsprojecten wordt de ruilwaarde van de grond bepaald om gronden te kunnen uitruilen tussen grondeigenaren. Dit proces wordt aangeduid met de term eerste schatting. Het bepalen van de ruilwaarde komt tot stand aan de hand van kennis van bodemkunde, landevaluatie en gebiedsspecifieke kennis. De kennis van bodemkunde en landevaluatie, aangeduid met de term WIB-C-systeem (Werkgroep Interpretatie Bodemkaarten, stadium C), bestaat uit het vertalen van bodemkundige gegevens in 'scores' (gradaties) voor beoordelingsfactoren zoals vochtleverend vermogen, draagkracht etc. Dit vormt een handvat waarop in samenspraak met de streek (gebiedspecifieke kennis) de uiteindelijke ruilwaarde tot stand komt.

In veel landinrichtingsprojecten is het onduidelijk welke rol de kennis in het WIB-C-systeem in de totale ruilwaarde heeft gehad. In deze projecten speelt het WIB-C-systeem alleen een rol als een leidraad in de discussie over de ruilwaarde van gronden. De ruilwaarde is niet consequent gebaseerd op de scores voor de verschillende beoordelingsfactoren. Dit betekent dat het ook niet mogelijk is om tijdens en na de eerste schatting uit te leggen op grond van welke argumenten een grond een bepaalde ruilwaarde heeft gekregen. Als dat wel mogelijk is, is het eenvoudiger om de ruilwaarde te begrijpen en te sturen. De verwachting is dat de eerste schatting dan ook makkelijker wordt geaccepteerd door de grondeigenaren. Het is immers gebaseerd op inhoudelijke, objectieve argumenten. Dit zou kunnen leiden tot minder bezwaren en een sneller verloop van de eerste schatting.

Uit het bovenstaande volgt dat voor de eerste schatting behoefte is aan een methode en instrument die:

- het waarden van gronden inzichtelijk en reproduceerbaar maakt;
- op een eenvoudige wijze de mening van de streek integreert in de beoordeling;
- de beoordeling een zodanige vorm geeft dat de regionale kennis en de vakinhoudelijke kennis (WIB-C-systeem) duidelijk te onderscheiden zijn;

Hiervoor lijkt het model BODEGA (BODEMgSchiktheidsApplicatie) geschikt te zijn. BODEGA is een digitaal kennissysteem voor landevaluatie waarmee op eenvoudige, gebruiksvriendelijke en interactieve wijze kennis van kwalitatieve landevaluatie (zoals beslisregels en classificaties) kan worden opgeslagen, gewijzigd en opgevraagd. In BODEGA is de kennis uit het WIB-C-systeem gebouwd.

Doel van het onderhavig onderzoek is om BODEGA te testen en toe te passen in het landinrichtingsproject 'Hupsel-Zwolle'. De plaats waarin BODEGA een rol kan spelen bij de eerste schatting wordt onderzocht. Uit de toepassing moet blijken wat de (on)mogelijkheden zijn BODEGA in de eerste schatting.

In 'Hupsel-Zwolle' bestaat de eerste schatting uit de volgende onderdelen:

- opstellen van standaardreeks;
- bepalen ruilwaarde van de standaardreeks (aantal standaardprofielen);
- bepalen ruilwaarde gehele gebied met behulp van de standaardreeks.

BODEGA is toegepast in de laatste twee onderdelen. Met het systeem zijn gradaties voor de beoordelingsfactoren 'vochtleverend vermogen', 'ontwateringstoestand', 'stevigheid bovengrond' doorgerekend. De gradaties worden in principe niet gewijzigd. Vervolgens worden de beoordelingsfactoren onderling gewogen met BODEGA. De weging bestaat uit het toekennen van aftrekpunten aan gradaties van beoordelingsfactoren. Hoe ongunstiger de gradatie hoe meer aftrekpunten een standaardprofiel of boorpunt krijgt voor een beoordelingsfactor.

Met de weging van beoordelingsfactoren wordt geprobeerd om de 'gevoelsmatige' waardering van de grond door de schatters op een systematische, objectieve manier te benaderen op basis van gradaties en aftrekpunten. De ruilwaarde, met BODEGA berekend, kan op de volgende manieren meer in overeenstemming worden gebracht met de mening van de schatters:

- aanpassen van de onderlinge weging van de beoordelingsfactoren;
- toevoegen van ontbrekende beoordelingsfactoren;
- aantal gradaties in een beoordelingsfactor verfijnen;
- aanpassen van de beschrijving van standaardprofiel of boorpunt wanneer deze onjuist blijkt te zijn.

In 'Hupsel-Zwolle' is gebleken dat met BODEGA de discussie over de ruilwaarde van de gronden zich concentreert op de bodemkundige kenmerken van de grond. De ruilwaarde wordt hierdoor onderbouwt en is altijd te reproduceren. BODEGA geeft voldoende mogelijkheden om alle gronden in het bodemkundige complexe gebied 'Hupsel-Zwolle' naar tevredenheid van de schatters, de veldbodemkundige en de schattingsdeskundige te waarderen. Belangrijke mogelijkheden die meer gebiedspecifieke elementen inbrengen, zijn het introduceren van additionele beoordelingsfactoren, het verfijnen van bestaande beoordelingsfactoren en het aanpassen van de onderlinge weging van beoordelingsfactoren.

De, in het veld bezochte, standaardprofielen vormen ijkpunten om het stelsel van aftrekpunten te toetsen. Een verdere aanpassing en toetsing vindt plaats in de gebiedsdekkende waardering. Omdat de weging in de gebiedsdekkende waardering verder wordt aangepast is het de vraag of niet teveel tijd en energie wordt gestoken in de waardering van de standaardreeks. Een beperkte standaardreeks (circa 15 profielen) is waarschijnlijk voldoende om het stelsel van aftrekpunten samen te stellen en de schatters inzicht en gevoel te geven voor de verschillende gronden in het landinrichtingsgebied.

De gebiedsdekkende waardering in de eerste schatting baseren op de beschrijvingen van de boorpunten geeft problemen. Kaarteenheden met geen of weinig boorpunten hebben respectievelijk geen ruilwaarde of een ruilwaarde die veel kan verschillen in relatie tot gelijksoortige kaarteenheden omdat een afwijkend boorpunt te bepalend is voor de ruilwaarde. In de eerste schatting is een vereiste dat gronden die wat bodemkundige kenmerken en eigenschappen betreft sterk met elkaar overeenkomen, maar tot een andere kaarteenheid behoren, een gelijke ruilwaarde krijgen. De variatie aan bodemkundige kenmerken en daaruit voortvloeiende variatie in ruilwaarde binnen een kaarteenheid en tussen overeenkomstige kaarteenheden spelen in de eerste schatting geen rol.

Verder heeft het gebruik van boorpunten een ongunstig effect op het streven naar een meer inzichtelijke en interactieve waardering van de gronden in de eerste schatting. Een aanpassing in de waardering (aftrekpunten, nieuwe beoordelingsfactor etc.) kost relatief veel tijd omdat alle boorpunten opnieuw moeten worden doorgerekend. Daarnaast is de ruilwaarde van een kaarteenheid, gebaseerd op boorpunten, alleen te begrijpen door al de onderliggende boorpunten te bestuderen. In een interactief proces met schatters is er juist behoefte aan een directe, snel door te rekenen, relatie tussen de bodemkundige kenmerken van een kaarteenheid en de daaruit afgeleide ruilwaarde.

Gezien de huidige wijze van bodeminventarisatie en de werkwijze in de eerste schatting, is het logisch met BODEGA direct aan te sluiten op de beschrijving van de kaarteenheid. Alle kaarteenheden hebben dan een ruilwaarde en er bestaat een directe relatie tussen de ruilwaarde en de bodemkundige kenmerken van een grond. Het enige praktische nadeel is dat de bodemfysische opbouw ontbreekt in de beschrijving van de kaarteenheid.

De ervaring in 'Hupsel-Zwolle' is dat naast de waardering van de standaardreeks de gebiedsdekkende waardering relatief veel tijd kost. Allereerst komt dit omdat beschrijvingen van kaartvlakken verouderd zijn en de werkelijkheid onjuist beschrijven. Daarnaast neemt het iteratieve proces van het ontdekken van een onjuiste ruilwaarde en het aanpassen van de ruilwaarde tijd in beslag. Het gebruik van boorpunten is mede debet aan de hoeveelheid tijd die deze aanpassingen vergen.



# 1 Inleiding

## 1.1 Probleemstelling

In landinrichtingsprojecten moet de landinrichtingscommissie de ruilwaarde van de grond bepalen om gronden te kunnen uitruilen tussen grondeigenaren. De ruilwaarde is gebaseerd op het natuurlijk voortbrengend vermogen van de grond. De procedure waarin de ruilwaarde wordt vastgesteld, wordt aangeduid met de term eerste schatting. Het bepalen van de ruilwaarde van de grond komt tot stand op basis van kennis van bodemkunde en landevaluatie en gebiedsspecifieke kennis ingebracht door de streek. De kennis van bodemkunde en landevaluatie (aangeduid met de term WIB-C-systeem) bestaat uit het vertalen van bodemkundige gegevens in 'scores' (gradaties) voor beoordelingsfactoren zoals vochtleverend vermogen, draagkracht etc. Dit vormt een handvat waarop in samenspraak met de streek (gebiedspecifieke kennis) de uiteindelijke ruilwaarde tot stand komt.

In veel landinrichtingsprojecten is het onduidelijk welke rol de kennis in het WIB-C-systeem in de totale ruilwaarde heeft gehad. In deze projecten speelt het WIB-C-systeem alleen een rol als een leidraad in de discussie over de ruilwaarde van gronden. De ruilwaarde is niet consequent gebaseerd op de scores voor de verschillende beoordelingsfactoren. In de eerste schatting in Noorderpark in de provincie Utrecht bleek bijvoorbeeld dat eenzelfde combinatie van gradaties niet resulteerde in dezelfde waarde van de gronden (Boogaard, 1998). Dit betekent dat het ook niet mogelijk is om tijdens en na de eerste schatting te verklaren op grond van welke argumenten een grond een bepaalde ruilwaarde heeft gekregen. Als dat wel mogelijk is, is het makkelijker om de ruilwaarde te begrijpen en te sturen. De verwachting is dat de eerste schatting dan ook makkelijker wordt geaccepteerd door de grondeigenaren. Het is immers gebaseerd op inhoudelijke, objectieve argumenten. Dit zou kunnen leiden tot minder bezwaren en een sneller verloop van de eerste schatting.

Daarnaast is vaak een grote hoeveelheid digitale bodemkundige basisgegevens (BOPAK) aanwezig die tot nu toe ongebruikt blijft. Hieruit kunnen vaak gegevens worden afgeleid die bijdragen tot de beoordeling van de grond.

Uit het bovenstaande volgt dat voor de eerste schatting behoefte is aan een methode en instrument die:

- het waarden van gronden inzichtelijk en reproduceerbaar maakt;
- een eenvoudige wijze de mening van de streek integreert in de beoordeling;
- beoordeling een zodanige vorm geeft dat de regionale kennis en de vakinhoudelijke kennis (WIB-C-systeem) duidelijk te onderscheiden zijn;

Hiervoor lijkt het model BODEGA (BODEmGschiktheidsApplicatie) geschikt te zijn. BODEGA is een digitaal kennissysteem voor landevaluatie waarmee op eenvoudige, gebruiksvriendelijke en interactieve wijze kennis van kwalitatieve landevaluatie

(zoals beslisregels en classificaties) kan worden opgeslagen, gewijzigd en opgevraagd. In BODEGA is de kennis uit het WIB-C-systeem gebouwd.

## **1.2 Doelstelling**

Doel van het onderhavig onderzoek is om BODEGA te testen en toe te passen in het landinrichtingsproject 'Hupsel-Zwolle'. De plaats waarin BODEGA een rol kan spelen bij de eerste schatting wordt onderzocht. Uit de toepassing moet blijken wat de (on)mogelijkheden zijn BODEGA in de eerste schatting.

## **1.3 Afbakening**

Het onderhavig onderzoek zich alleen op (on)mogelijkheden van BODEGA in de 'eerste schatting' van een landinrichtingsproject. De resultaten van de eerste schatting in 'Hupsel-Zwolle' worden niet in dit rapport gepresenteerd.

## **1.4 Leeswijzer**

Dit rapport begint met een beschrijving van de methode waarmee in 'Hupsel-Zwolle' de ruilwaarde van de gronden is bepaald (hoofdstuk 2). Aanbod komen kennis over de nederlandse bodemgeschiktheid, het digitale kennissysteem BODEGA, de procedure van de eerste schatting zoals die in 'Hupsel-Zwolle' is toegepast, en de plaats in de procedure waar BODEGA is gebruikt. Hoofdstuk 3 beschrijft vervolgens de ervaringen met BODEGA in de eerste schatting van 'Hupsel-Zwolle'. Dit hoofdstuk sluit af met de (on)mogelijkheden van BODEGA in de eerste schatting. De conclusies en aanbevelingen volgen in hoofdstuk 4 en 5.

## **2 Methode voor bepalen ruilwaarde van gronden**

### **2.1 Afleiden bodemgeschiktheid voor agrarische landgebruiksvormen**

Om de geschiktheid van gronden voor een bepaald landgebruik te beoordelen moeten, naast andere factoren zoals economische en klimatologische, ook bodemkundige gegevens worden geïnterpreteerd. Het op Staring Centrum ontwikkelde WIB-C-systeem is een kwalitatief bodemkundig interpretatiesysteem. Behalve het WIB-C-systeem is er tot 1965 ook onderzoek gedaan om de geschiktheid van gronden meer kwantitatief aan te geven met behulp van proefoogsten. Maar de variatie binnen bodemeenheden, tussen boeren, tussen gewassen en tussen jaren bleek te groot om financiële opbrengst aan bodemtype te koppelen. De les uit het verleden is dat verschillen in gebruikswaarde van land op dergelijke lokale schaal moeilijk zijn te vatten in wiskundige formules waarin met alle factoren rekening wordt gehouden (Van Diepen, 1995). Dit verklaart waarom tot op heden de kwalitatieve benadering van het WIB-C-systeem nog steeds wordt toegepast.

Het WIB-C-systeem is uitgebreid beschreven door o.a. Haans (1979), Van Soesbergen et al. (1986) en Ten Cate et al. (1995b). De opzet van het WIB-C-systeem is eenvoudig. Het omvat een verzameling van eenduidige, zoveel mogelijk gespecificeerde en gekwantificeerde beslisregels die bodem- en grondwatergegevens vertalen naar voor het landgebruik belangrijke beoordelingsfactoren zoals vochtverwendend vermogen of draagkracht (zie voor meer informatie Ten Cate et al., 1995b) (fig. 1). Deze vertaling levert een gradatie (score) op voor de betreffende beoordelingsfactor. De laagste gradatie is het gunstigst, de hoogste gradatie het minst gunstig.

Vervolgens geven de gradaties van verschillende beoordelingsfactoren via een volgende set beslisregels (beslisboom) aan in hoeverre een bodem geschikt is voor een bepaalde vorm van landgebruik. Deze indeling in geschiktheid wordt voor elke vorm van landgebruik afzonderlijk gedaan. Er bestaat daarom geen relatie tussen geschiktheidsklassen voor akkerbouw en die van weidebouw (zie voor meer informatie Ten Cate et al., 1995b).

De geschiktheidsclassificatie kent in de praktijk twee niveaus: een hoofd- en middenklasse. De hoofdklasse is onderscheiden naar gronden met ruime, beperkte en weinig mogelijkheden, gespiegeld aan een bepaald landgebruik. De middenklasse is een verdere verfijning van elke hoofdklasse waarbij het soort beperkingen voor het landgebruik de verdere verfijning bepalen. Voor de complete beschrijving van de geschiktheidsclassificatie voor verschillende landgebruiksvormen (akker-, weide-, en tuinbouw) wordt verwezen naar aanhangsel 1.

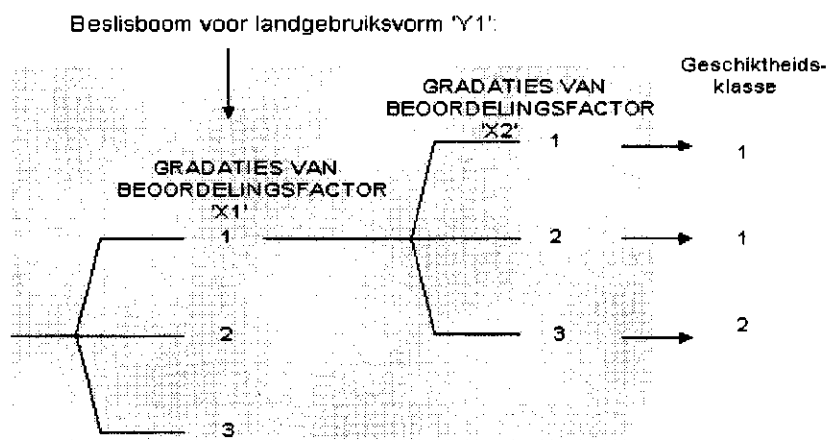
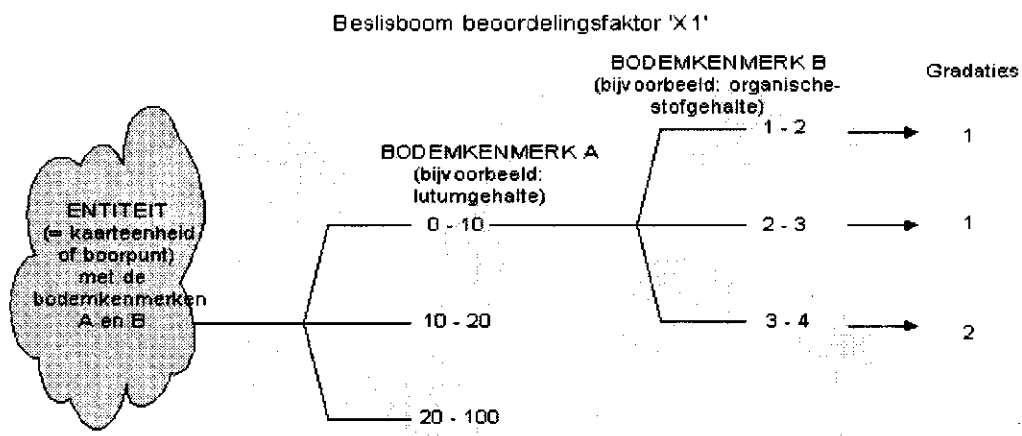


Fig. 1 Conceptuele werking van het WIB-C-systeem (Boogaard, 1998)

Het WIB-C-systeem is duidelijk afgebakend. De beoordeling berust alleen op bodemkundige en hydrologische kenmerken van de bodem. Andere factoren die de beoordeling zouden kunnen beïnvloeden zoals sociaal-economische (marktprijzen, overheidsbeleid etc.), technologische (machinepark, verkaveling, etc.), klimatologische (neerslag, verdamping, temperatuur etc.) worden in het systeem behandeld als onveranderlijke randvoorwaarden. Dat wil zeggen dat de beoordeling wordt uitgevoerd voor een nauwkeurig omschreven vorm van agrarisch landgebruik (sociaal-economisch, technisch) en één klimaatstype.

Verder is het systeem hoofdzakelijk opgesteld voor het interpreteren van eenheden van de bodemkaarten met een schaal variërend tussen 1 : 10 00 en 1 : 50 00 (Haans, 1979). Het aantal geschiktheidsklassen is vrij klein en de klassenbreedte is daardoor groot. Het WIB-C-systeem veronderstelt ook dat de geschiktheid van een bodemtype

voor een bepaald landgebruik geldt voor bedrijven die volledig binnen dat bodemtype liggen.

Ten slotte is het belangrijk te bedenken dat de waardering van gronden in de loop der tijd kan veranderen, door ontwikkelingen in mechanisatie, mestoverschotten, milieuwetgeving, productiequotaregelingen en natuurdoelstellingen. De waardering kan ook verschillen tussen landstreken binnen Nederland. Dit zou aanleiding kunnen geven tot het aanpassen van het WIB-C-systeem door (regionaal) beoordelingsfactoren toe te voegen die deze nieuwe aspecten vertegenwoordigen.

## 2.2 Kennissysteem voor landevaluatie: BODEGA

In 1998 is het model BODEGA (BODEmGschiktheidsApplicatie) ontwikkeld waarmee op eenvoudige, gebruiksvriendelijke en interactieve wijze kwalitatieve booleaanse kennis (zoals beslisregels, classificaties) kan worden opgeslagen, gewijzigd, getoond en toegepast. Dit kan bijvoorbeeld een beslisregel zijn die bodemkundige gegevens vertaalt in een kwalitatieve indicatie voor het vochtleverend vermogen of draagkracht; of een beslisregel die de kwalitatieve indicaties voor het vochtleverend vermogen en draagkracht tegen elkaar afweegt en vertaalt in een geschiktheidsklasse.

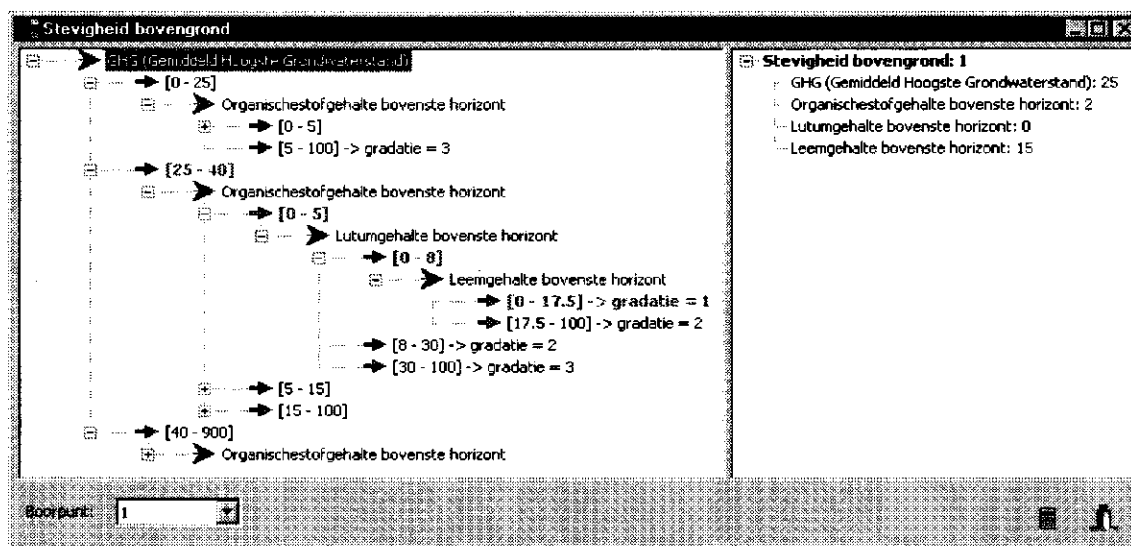


Fig. 2 Voorbeeld van een grafische beslisboom in BODEGA 2.0/1.0

In functioneel opzicht bestaat BODEGA uit twee onderdelen. Allereerst de technische functies om de kennis op te slaan, te tonen, te wijzigen, toe te passen op gegevens (zie fig. 2). Vervolgens bevat BODEGA vakinhoudelijke kennis op het gebied van bodemkunde en landevaluatie. Deze vakinhoudelijke kennis is overgenomen uit WIB-C-systeem. Het WIB-C-systeem wordt verderop in deze paragraaf kort beschreven. Op een aantal punten (inconsistenties, onjuistheden, zwakheden) is het WIB-C-systeem door experts verbeterd (zie Hendriks et al, 1999). Deze verbeteringen zijn overgenomen in BODEGA.

Vanwege de twee duidelijk verschillende onderdelen in BODEGA is het versiebeheer ook gescheiden. De kennis op het gebied van bodemkunde en landevaluatie wordt aangeduid met een versienummer, terwijl ook de technische applicatie (database, userinterface) een versienummer heeft. Afgesproken is om het versienummer van de technische applicatie steeds als eerste te noemen, gevolgd door het versienummer van de vakinhoudelijke kennis. In 'Hupsel-Zwolle' is de technische versie 2.0 van BODEGA toegepast. De vakinhoudelijke kennis is de verbeterde versie van het WIB-C-systeem (Haans, 1979; Hendriks et al., 1999) en wordt aangeduid met versienummer 1.0. Deze versie vormt de eerste aanzet voor geschiktheidsbeoordelingen en waardebeoordelingen van gronden. Voor 'Hupsel-Zwolle' is de kennis uitgebreid met voornamelijk gebiedspecifieke kennis. Dit resulteert volgens de filosofie van versiebeheer in een zijspoor en krijgt daarom versienummer 1.0.1.0. Samengevat betekent het bovenstaande dat BODEGA 2.0/1.01.0 is toegepast in 'Hupsel-Zwolle'.

In de 'kennis'-versie 1.0 van BODEGA 2.0/1.0 zijn de volgende beoordelingsfactoren opgenomen (aanhangsel 2 geeft een korte omschrijving van deze factoren):

- ontwateringstoestand;
- stevigheid bovengrond (draagkracht);
- stevigheid bovengrond (draagkracht), gedetailleerd;
- vochtleverend vermogen;
- stuifgevoeligheid;
- verkruimelbaarheid;
- slempgevoeligheid;
- stenigheid;
- storing in de verticale waterbeweging;
- soort bovengrond.

Verder zijn in de 'kennis'-versie 1.0 van BODEGA 2.0/1.0 de volgende geschiktheidsclassificaties opgenomen (zie ook aanhangsel 1):

- geschiktheidsbeoordeling akkerbouw;
- geschiktheidsbeoordeling weidebouw;
- geschiktheidsbeoordeling weidebouw, gedetailleerd;
- geschiktheidsbeoordeling akkerbouwmatige tuinbouw.

Tabel 1 geeft aan welke beoordelingsfactoren een rol spelen in de geschiktheidsbeoordeling van drie agrarische landgebruiksvormen.

Om gradaties voor beoordelingsfactoren en de geschiktheden voor landgebruiksvormen te berekenen, heeft BODEGA basiskenmerken nodig die in tabel 2 zijn gegeven.

Tabel 1 Sets van beoordelingsfactoren voor verschillende vormen van agrarisch landgebruik die zijn opgenomen in KLASSE

Beoordelingsfactor	Akkerbouw	Weidebouw	Tuinbouw
Ontwateringstoestand	relevant	relevant	relevant
Vochtleverend vermogen	relevant	relevant	relevant
Stevigheid bovengrond	relevant	relevant	-
Verkruielbaarheid	relevant	-	relevant
Slompgevoeligheid	relevant	-	relevant
Stuifgevoeligheid	relevant	-	-
Storing in de verticale waterbeweging	-	-	relevant
Soort bovengrond	relevant	-	-

Tabel 2 Invoer voor BODEGA 2.0 1.0

Beschrijving invoer variabele	Eenheid
Boorpuntnummer	-
Kaarteenheidnummer	-
Kaartvlaknummer	-
Grondsoort (vn = veen, mr = moerig, zd = zand, lm = leem, kl = klei, zv = zavel)	-
GHG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand)	cm – m.v.
GLG (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand)	cm – m.v.
Effectieve wortelingsdiepte	cm – m.v.
Kritieke stijghoogte bij 2 mm per dag capillaire nalevering	cm
Lutumgehalte bovenste horizont	%
Leemgehalte bovenste horizont	%
Organischestofgehalte bovenste horizont	%
Vochthoudend vermogen effectieve wortelingsdiepte	mm
Kalkgehalte (kalkloos (0) en kalkarm/kalkrijk (1))	-
Storing in de verticale waterbeweging (1 = geen storing; 2 = storing)	-

Veel van de basiskenmerken zijn niet rechtstreeks afkomstig van bodemkundige basisgegevens maar zijn het product van een voorbewerking zoals kritieke stijghoogte. Vanwege de meer ingewikkelde berekeningen in de voorbewerking is deze kennis bewust buiten BODEGA gehouden. BODEGA is namelijk bedoeld voor het beheren en inzichtelijk maken van kwalitatieve kennis die gegevens classificeert. Dit zijn beslisbomen met een 'if-then-else' structuur.

In de voorbewerking vinden onder andere de volgende zaken plaats: het schatten van de effectieve wortelingsdiepte, het berekenen van het vochthoudend vermogen in de effectieve wortelingsdiepte, het berekenen van de kritieke stijghoogte bij 2 mm capillaire nalevering per dag etc. De voorbewerking is tot nu toe alleen uitgewerkt voor de vertaling van bodemkundige beschrijvingen van boorpunten in BOPAK (database voor 1:10 000 bodemkarteringen met onder andere boorpunt-beschrijvingen) in geschikte invoer voor BODEGA. Deze voorbewerking is beschreven in aanhangsel 3 en wordt in de praktijk uitgevoerd in een apart programma (BP\_BODEGA versie 1.0 hetgeen staat voor Boorpunt Pre-processing BODEGA).

## **2.3 Beschrijving eerste schatting 'Hupsel-Zwolle'**

### **2.3.1 Procedure eerste schatting**

Voor Hupsel-Zwolle is de voorbereiding begonnen met het opstellen van de lijst van rechthebbenden en het vaststellen van de schattingsuitkomsten. De lijst van rechthebbenden geeft een overzicht van wie er allemaal recht op toedeling van gronden hebben volgens de openbare registers van het Kadaster. De schattingsuitkomsten geven vervolgens de waarden van die rechten weer en worden bepaald bij de 'eerste schatting'.

Omdat de kwaliteit van de gronden sterk uiteenloopt kan er niet zonder meer oppervlakte met oppervlakte worden uitgeruild. Het verschil in waarde moet dus worden bepaald. Daarbij wordt alleen gelet op het 'natuurlijk voortbrengend vermogen' van de grond. Uitgangspunt is dat iemand voor en na ruiling dezelfde productiemogelijkheden moet hebben. Deze waarde is dus niet de vrije verkoopwaarde, maar een verhoudingsgetal om uitruil mogelijk te maken.

Voor het bepalen van de ruilwaarden van de grond benadert de landinrichtingscommissie 10 tot 15 schatters uit het gebied. Deze schatters worden begeleid door een veldbodemkundige van het Staring Centrum en een schattingsdeskundige van DLG. De schatters maken gebruik van een gedetailleerde bodemkaart die van het gebied beschikbaar is en voegen daar hun gebiedskennis en vakkennis als grondgebruiker aan toe. Het resultaat van de eerste schatting is een beschrijving van alle voorkomende bodemeenheden met een ruilwaarde.

### **2.3.2 Verschillende stappen in de eerste schatting**

De eerste schatting in het landinrichtingsproject wordt over het algemeen in de volgende stappen uitgevoerd:

- opstellen van standaardreeks;
- bepalen ruilwaarde van de standaardreeks;
- waarden gehele gebied met behulp van de standaardreeks.

#### **2.3.2.1 Opstellen van standaardreeks**

Dit is een voorbereidende fase voor de veldbodemkundige van het Staring Centrum en de schattingsdeskundige van DLG waaraan de schatters niet deelnemen. Idealiter zijn alle kaarteenheden (combinatie van bodemlegenda-eenheid en grondwatertrap) onderdeel van de standaardreeks. Per kaarteenheid zou dan één representatief profiel geselecteerd moeten worden. Zeker in gebieden die bodemkundig gecompliceerd zijn zoals in 'Hupsel-Zwolle' leidt dit tot te veel standaardprofielen namelijk meer dan 900. Het bezoeken en waarden van zoveel standaardprofielen maakt de eerste schatting voor de schatters onoverzichtelijk en legt te veel beslag op de tijd van de begeleiders (veldbodemkundige en schattingsdeskundige) en de schatters. Daarom worden een beperkt aantal standaardprofielen geselecteerd. De standaardprofielen



liggen verspreid over het gebied en vertegenwoordigen de variatie in zowel de bodemkundige toestand als de waarde (natuurlijk voortbrengend vermogen) zo goed mogelijk.

Overigens zou BODEGA eenvoudig kunnen worden uitgebreid met functionaliteit om representatieve profielen per kaarteenheden te berekenen op basis van de aanwezige digitale boorpuntbeschrijvingen.

### 2.3.2.2 Schatten waarde standaardreeks

Allereerst worden de schatters ingelicht over de werkwijze van de eerste schatting en de geologische en bodemkundige situatie in het landinrichtingsgebied. De schatters geven aan welke beoordelingsfactoren zij belangrijk ervaren in het landinrichtingsgebied.

Daaropvolgend, worden in een aantal sessies groepen standaardprofielen bezocht. Bij elke standaardprofiel wordt in het veld door de bodemkundige aangegeven tot welke bodem en grondwatertrap het profiel behoort. De veldbodemkundige laat een aantal kenmerken en eigenschappen van de grond zien die bepalend kunnen zijn voor de ruilwaarde. Vervolgens bespreken de begeleiders met de schatters de gradaties voor de verschillende beoordelingsfactoren die met BODEGA zijn berekend. De gradaties worden in principe niet gewijzigd. Wanneer duidelijk blijkt dat de schatters het oneens zijn met de berekende gradaties worden de volgende stappen doorlopen:

- allereerst vindt een controle plaats of het beschreven standaardprofiel, waarop de berekeningen zijn gebaseerd, daadwerkelijk klopt met de situatie aangetroffen in het veld. Zonodig wordt de beschrijving van het standaardprofiel aangepast, bijvoorbeeld de grondwatertrap. Dit kan resulteren in nieuwe gradaties die meer overeenkomen met de heersende mening van de schatters;
- wanneer de bodemkundige situatie in het veld niet afwijkt van de beschrijving van het standaardprofiel, wordt nagegaan of de vertaling van de geïnventariseerde bodemkundige kenmerken naar een gradatie voor de beoordelingsfactor onvoldoende aansluit bij de praktijk doordat bijvoorbeeld de vertaling te onvolledig of te grof is.
- in alle andere gevallen worden de gradaties, berekend met BODEGA, overgenomen.

Ten slotte beoordeelt elke schatter het standaardprofiel met een rapportcijfer tussen de 1 en 10.

Na het veldbezoek van een groep van standaardprofielen worden de bezochte standaardprofielen op waarde gerangschikt met behulp van BODEGA. De ruilwaarde met BODEGA is gebaseerd op de gradaties van de beoordelingsfactoren en een onderlinge weging van de beoordelingsfactoren. In 'Hupsel-Zwolle' bestaat deze weging uit het toekennen van aftrekpunten aan gradaties van beoordelingsfactoren. Hoe ongunstiger de gradatie hoe meer aftrekpunten een standaardprofiel krijgt voor een beoordelingsfactor. Tabel 3 geeft een voorbeeld hoe de uiteindelijke ruilwaarde van enkele standaardprofielen tot stand komt. Links staan de berekende gradaties

voor twee standaardprofielen die zijn aangeduid met 'A' en 'B'. Rechts staat aangegeven in welke mate een gradatie wordt gestraft met aftrekpunten. In dit voorbeeld heeft standaardprofiel 'A' totaal 15 aftrekpunten (5 + 0 + 10) en 'B' 25 aftrekpunten (15 + 10 + 0).

Tabel 3 Voorbeeld van de onderlinge weging van beoordelingsfactoren met behulp van een stelsel van aftrekpunten.

Gradatie	Beoordelingsfactoren			Stelsel van aftrekpunten		
	Ontw.	Draagk.	Vochtl.	Ontw.	Draagk.	Vochtl.
1		A	B	0	0	0
2				0	0	5
3	A		A	5	5	10
4		B		10	10	15
5	B			15	15	20

De rapportcijfers van de verschillende schatters worden gemiddeld. Dit gemiddelde 'gevoelsmatige' rapportcijfer wordt vergeleken met de ruilwaarde van de standaardreeks zoals die met BODEGA wordt berekend. Om de vergelijking te maken wordt de som van de aftrekpunten vertaald naar een rapportcijfer met de volgende formule.

$$RC_{berekend} = RC_{max} - (RC_{max} - RC_{min}) * \left( \frac{A - A_{min}}{A_{max} - A_{min}} \right)$$

- RC<sub>berekend</sub> = berekende rapportcijfer voor standaardprofiel  
 RC<sub>max</sub> = hoogste 'gemiddelde' rapportcijfer toegekend door de schatters  
 RC<sub>min</sub> = laagste 'gemiddelde' rapportcijfer toegekend door de schatters  
 A = som van de aftrekpunten voor standaardprofiel  
 A<sub>max</sub> = hoogste som van aftrekpunten die voorkomt in de standaardreeks  
 A<sub>min</sub> = laagste som van aftrekpunten die voorkomt in de standaardreeks

Op dezelfde wijze als voor een rapportcijfer kan met de bovenstaande formule een geldbedrag worden berekend. De schatters geven de minimale en maximale geldelijke waarde die ze in de ruilwaarde willen hanteren en in hoeveel klassen ze deze geldelijke waarde willen uitdrukken.

Het stelsel van aftrekpunten wordt in een interactief proces herhaaldelijk aangepast zodat de ruilwaarde met BODEGA op basis van de berekende gradaties bij benadering overeenkomt met de 'gevoelsmatige' ruilwaarde van de schatters en de vakinhoudelijke kennis en ervaring van de veldbodemkundige. Dit aanpassen kan op verschillende manieren:

- onderlinge weging van de beoordelingsfactoren aanpassen;
- toevoegen van ontbrekende beoordelingsfactoren;
- aantal gradaties in een beoordelingsfactor verfijnen;
- beschrijving van het standaardprofiel aanpassen.

In feite wordt geprobeerd om de 'gevoelsmatige' rangschikking van standaardprofielen op een systematische, objectieve manier te benaderen op basis van gradaties

en aftrekpunten. Uiteraard wordt in dit proces rekening gehouden met de eigen kennis en ervaring van de veldbodemkundige en de schattingsdeskundige. De 'gevoelsmatige' rangschikking van de schatters is niet de enige juiste rangschikking maar geeft wel duidelijk aan hoe de streek denkt over de mate van belangrijkheid van de verschillende beoordelingsfactoren.

### **2.3.2.3 Gebiedsdekkende ruilwaarde**

Het gehele landinrichtingsgebied 'Hupsel-Zwolle' wordt vervolgens gewaardeerd op basis van digitale boorpuntbeschrijvingen, opgeslagen in BOPAK. Dit is eenvoudig uit te voeren door voor alle boorpunten met BODEGA de gradaties voor de verschillende beoordelingsfactoren te berekenen. Deze gradaties en het, met behulp van de standaardreeks ontwikkelde, stelsel van aftrekpunten leiden tot de totale som van aftrekpunten per boorpunt.

Vervolgens worden de aftrekpunten per boorpunt geaggregeerd naar vlakdekkende waarden. Daarvoor wordt nu eerst de relatie boorpunt, kaartvlak en kaarteenheid uitgelegd (zie ook fig. 3). Elk boorpunt ligt in een kaartvlak: een ruimtelijk onderscheiden vlak met nauw verwante bodemkundige en hydrologische eigenschappen. Kaartvlakken die verspreid over het gebied liggen maar wel nauw verwante bodemkundige en hydrologische eigenschappen hebben, behoren tot dezelfde kaarteenheid ofwel legenda-eenheid. De kaarteenheid is een combinatie van een bodemlegenda-eenheid en een grondwatertrap.

Het uiteindelijke product van de eerste schatting is een lijst van kaarteenheden met een daaraan gekoppelde geldwaarde. In dit project komt deze lijst tot stand door de aftrekpunten voor alle boorpunten in een kaarteenheid te middelen en te converteren naar een geldwaarde. Via deze lijst heeft elk kaartvlak via de relatie kaartvlak-kaarteenheid ook een geldwaarde en bestaat er dus ook een gebiedsdekkende schattingskaart.

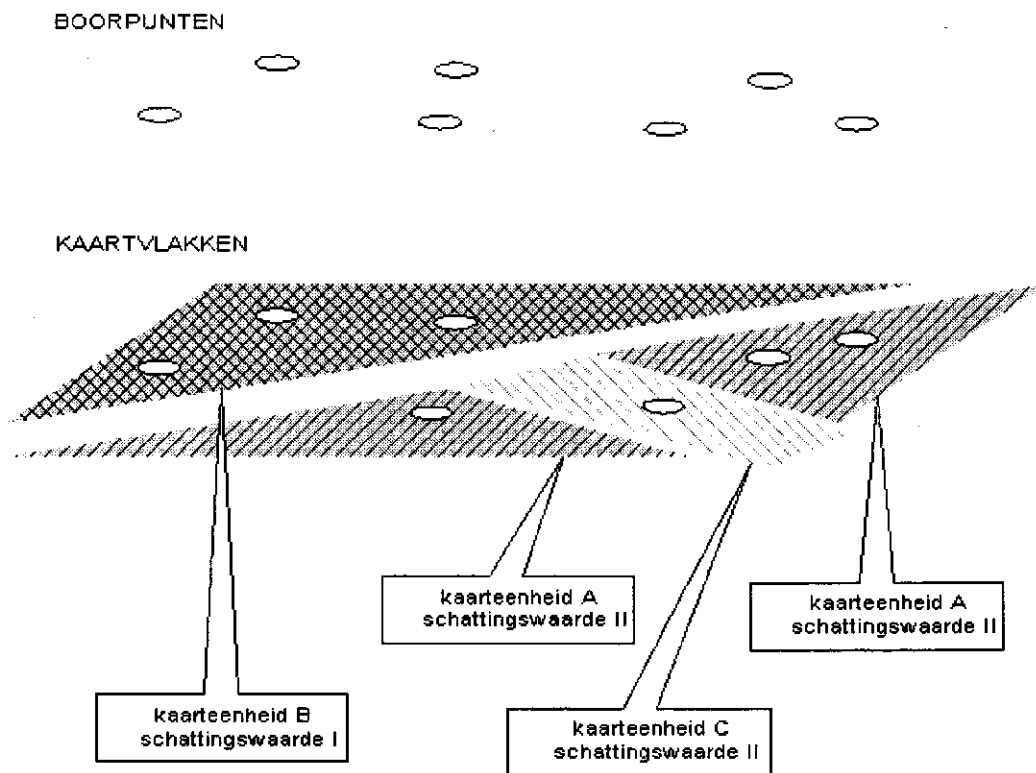


Fig. 3 Relatie tussen boorpunten, kaartvlakken, kaarteenheden en schattingseenheden

### 2.3.3 Inzet van BODEGA

In de hier bovenbeschreven methode kan BODEGA in verschillende activiteiten worden ingezet:

- selecteren van representatieve profielen voor de standaardreeks;
- berekenen van gradaties van de standaardprofielen in de standaardreeks;
- bouwen en aanpassen van het stelsel van aftrekpunten;
- standaardprofielen rangschikken door aftrekpunten te sommeren;
- berekenen van gradaties voor alle boorpunten in het gebied;
- som van aftrekpunten berekenen voor alle boorpunten in het gebied;
- aggregeren van resultaten van boorpunten naar kaarteenheden in het gebied.

Hulpmiddelen als een spreadsheet en GIS worden gebruikt om de berekende ruilwaarde van BODEGA te vergelijken met de 'gevoelsmatige' ruilwaarde, aftrekpunten van boorpunten te clusteren naar kaarteenheden en de ruilwaarde gebiedsdekkend te presenteren.

Daarnaast is een voorbewerking van de boorpuntgegevens (zowel standaardreeks als het gehele gebied) uitgevoerd met het programma BP\_BODEGA 1.0. In aanhangsel 3 zijn de bewerkingen in BP\_BODEGA beschreven. De gebruiker heeft invloed op de bewerkingen door het kiezen van de volgende invoer parameters:

- bouwstenen uit de Staringreeks of de Brabantreeks. In 'Hupsel-Zwolle' is gekozen voor de Brabantreeks omdat het gebied overeenkomt met de gebieden die aan de basis stonden voor de Brabantreeks.
- methode van Soesbergen et al. (1986) of de methode van de 'bodemfysische bouwstenen' om het vochthoudend vermogen van de effectieve bewortelingsdiepte te berekenen. De eerste methode geeft het vochthoudende vermogen aan de hand van kennistabellen van Soesbergen et al. (1986) waarin de textuur, organisch stofgehalte en GHG worden vertaald in een volumefractie beschikbaar vocht. De tweede methode neemt het verschil in vochtgehalte bij veldcapaciteit en verwelkingpunt voor elke fysische bouwsteen die aan een horizont is gekoppeld. Beide methoden leveren een volumefractie beschikbaar vocht op die vervolgens wordt vermenigvuldigd met de effectieve bewortelingsdiepte. In 'Hupsel-Zwolle' is gekozen voor de kennistabellen van Soesbergen et al. (1986) omdat dit tot op heden wordt gehanteerd in geschiktheidsbeoordeling.
- de effectieve bewortelingsdiepte (referentiewaarden) per subgroepcode voor een bepaalde vorm van landgebruik. In 'Hupsel-Zwolle' zijn effectieve bewortelingsdiepten per subgroepcode gebruikt die gelden voor weidebouw. De waarden zijn ingeschat op basis van bodemkundige kennis en ervaring (zie aanhangsel 4).
- de dikte van de bovengrond (referentiewaarden) per subgroepcode. Deze invoerparameter is naar aanleiding van 'Hupsel-Zwolle' opgenomen in BP\_BODEGA. De waarden voor de dikte van de bovengrond zijn ingeschat op basis van bodemkundige kennis en ervaring (zie aanhangsel 5).
- verwerkte gronden in het gehele gebied wel of niet vertalen in een diepere effectieve bewortelingsdiepte. Het effect van het verwerken van gronden op de effectieve bewortelingsdiepte is onduidelijk. Dit wordt mede bepaald door de kwaliteit van de grondverbetering die heeft plaatsgevonden. In de bodeminventarisatie staat alleen of de grond verwerkt is en niet of dit een gunstige invloed heeft op de effectieve bewortelingsdiepte. Per gebied kan nu worden besloten om rekening te houden met het effect van verwerkte gronden. In 'Hupsel-Zwolle' is, in overleg met de schatters, besloten om hiermee geen rekening te houden.

### **3 Ervaringen met BODEGA in eerste schatting 'Hupsel-Zwolle'**

In dit hoofdstuk wordt de toepassing van BODEGA in de eerste schatting in 'Hupsel-Zwolle' beschreven. Vervolgens wordt deze toepassing met BODEGA geëvalueerd.

#### **3.1 Opstellen van standaardreeks**

In 'Hupsel-Zwolle' zijn door een veldbodemkundige 30 standaardprofielen geselecteerd. De 30 standaardprofielen liggen verspreid over het gebied. Deze standaardprofielen vertegenwoordigen de variatie in zowel de bodemkundige toestand als de waarde (natuurlijk voortbrengend vermogen) zo goed mogelijk. De selectie van de standaardprofielen is enkele jaren geleden uitgevoerd. BODEGA is daarom niet gebruikt voor de selectie van de standaardprofielen.

BODEGA kan eenvoudig worden uitgebreid met functionaliteit om representatieve profielen te berekenen uit de digitale boorpuntbeschrijvingen. Omdat uiteindelijk het onderscheid in ruilwaarde van de grond relevant is, is het logisch om uit alle boorpunten binnen een kaartenheid een bodemprofiel te kiezen dat representatief is op grond van gradaties van beoordelingsfactoren.

#### **3.2 Bepalen ruilwaarde standaardreeks**

##### **3.2.1 Gradaties van standaardprofielen**

In een aantal gevallen komt de gradatie van een beoordelingsfactor berekend met BODEGA niet overeen met de mening van de schatters. Oorzaken voor deze verschillen volgen hieronder.

- het beschreven standaardprofiel, waarop de berekende gradaties zijn gebaseerd, komt niet overeen met de situatie aangetroffen in het veld. Dit is mogelijk omdat de standaardprofielen in 'Hupsel-Zwolle' enkele jaren geleden zijn geïnterpreteerd en dus op een aantal bodemkundige aspecten veranderd kunnen zijn. Of omdat tijdens het veldbezoek met de schatters op een andere plaats is geboord dan de locatie van het beschreven standaardprofiel. In dergelijke gevallen wordt de beschrijving van het standaardprofiel aangepast. Dit kan resulteren in nieuwe gradaties die meer overeenkomen met de aangetroffen bodemkundige situatie. Een voorbeeld: het perceel waarin het standaardprofiel ligt, is na de bodemkundige inventarisatie gedraineerd waardoor de grondwatertrap is gewijzigd van IIIa in IIIb.
- een andere oorzaak voor de verschillen wordt gevormd door fouten en/of onvolledigheden in de voorbewerking in het programma BP\_BODEGA. Een aantal verbeteringen zijn doorgevoerd in BP\_BODEGA. Het betreft onder andere een aanpassing van de GLG wanneer deze beschreven is met een getal eindigend op een '1' bijvoorbeeld 181. Dit betekent dat GLG dieper is dan 180 cm – mv.

Wanneer BODEGA rekent met deze GLG werd het vochtleverend vermogen te gunstig berekend voor sommige standaardprofielen. Bij gebrek aan aanvullende gegevens over de GLG is besloten de GLG die eindigt op '1' met 20 cm te vergroten (droger te maken). Verder is als eis gesteld dat bij de droge grondwatertrap VIII d het interval tussen GHG en GLG minimaal 100 cm moet zijn. Een andere probleem was de kritieke stijghoogte voor moerige podzolen en eerdgronden (zWp en vWz) die nogal lage waarde hebben: 33 en 38 cm. Voor deze gronden zijn als eerste benadering fysische bouwstenen uit de Brabantreeks gebruikt die pure veengronden (broekveen en veenmosveen) vertegenwoordigen. De toewijzing van deze bouwstenen is gebaseerd op het organischestofgehalte van de betreffende horizont die gelijk of meer dan 35% is. Voor moerige zandgronden met een horizont met een organischestofgehalte hoger dan 35% geven bovengenoemde 'veen-bouwstenen' uit de Brabantreeks te lage kritieke stijghoogten. BP\_BODEGA is daarom gewijzigd zodat horizonten met meer dan 35% organische stof maar tevens onderdeel zijn van een moerige grond (op grond van de subgroep code) nu worden gekoppeld met een bouwsteen uit de Brabantreeks voor humusrijk, sterk lemig, fijn zand. Deze aanpassingen zijn onderdeel van versie 1.0 van BP\_BODEGA.

- tot slot was de beoordelingsfactor 'stevigheid bovengrond' foutief geïmplementeerd in BODEGA. In het WIB-C-systeem wordt de stevigheid van de bovengrond naast GHG en organischestofgehalte bepaald door de textuur (lutum- en leemgehalte). Gronden die een lutumgehalte hadden ingevuld (1% of hoger) werden in de beslisboom alleen ingedeeld op basis van het lutumgehalte. Dit terwijl in het WIB-C-systeem gronden met minder dan 8% lutum verder worden geclassificeerd op basis van het leemgehalte. In BODEGA is de grens aangepast van 1% naar 8%. Deze aanpassing is onderdeel van versie 2.0/1.0 van BODEGA.

### **3.2.2 Rangschikking standaardreeks**

De vergelijking van de ruilwaarde van de standaardreeks berekend met BODEGA met de 'gevoelsmatige' ruilwaarde door de schatters leverde aanvankelijk grote verschillen op. Deze verschillen zijn opgelost door:

- het stelsel van aftrekpunten aan te passen. Dit betekent dat de onderlinge weging van de gradaties tussen beoordelingsfactoren is gewijzigd;
- toevoegen van de nieuw geformuleerde beoordelingsfactoren bodemvruchtbaarheid en stenigheid;
- aanpassing van de beschrijving van het standaardprofiel (zie 3.2.1).

Niet alle verschillen zijn verklaarbaar of op te lossen. In enkele gevallen hebben de schatters zich teveel laten misleiden door externe factoren zoals de ligging van het perceel, de toestand aan het maaiveld zoals insporing door zware landbouwmachines etc.

### 3.2.2.1 Stelsel van aftrekpunten aanpassen

Door middel van een interactief en iteratief proces is het stelsel van aftrekpunten aangepast. Het aanpassen heeft tot doel om een standaardprofiel beter in de reeks te plaatsen. Dit werkt alleen wanneer rekening wordt gehouden met het effect van deze aanpassing op de andere 29 standaardprofielen. Daarom worden de standaardprofielen gesorteerd op het verschil in het berekende en het 'gevoelsmatige' rapportcijfer. Vervolgens wordt gezocht naar overeenkomsten in gradaties voor standaardprofielen met grote verschillen. Als standaardprofielen met grote positieve of negatieve verschillen worden gekenmerkt door een overeenkomstige gradatie (voor een beoordelingsfactor) die verschilt ten opzichte van de gradaties van resterende standaardprofielen, is het mogelijk om de verschillen te verkleinen door de aftrekpunten voor de betreffende gradatie aan te passen.

### 3.2.2.2 Beoordelingsfactoren toevoegen

De hoge enkeerdgronden worden in 'Hupsel-Zwolle' als de beste gronden ervaren. Alleen met de beoordelingsfactoren ontwateringstoestand, draagkracht en vochtleverend vermogen komen deze gronden onvoldoende uit de verf. Blijkbaar wordt een positieve waarde gehecht aan de aanwezigheid van een dik, humeus dek die onvoldoende tot uiting komt in deze drie factoren. Ondanks de goede vochtbergende eigenschappen van het humeuze dek doen de gronden het slecht voor het vochtleverend vermogen. Dit komt omdat de waardering wordt uitgevoerd voor weidebouw waarbij is aangenomen dat de effectieve bewortelingsdiepte voor deze gronden maximaal 50 cm – mv. is. Voor dieper wortelende akkerbouwgewassen zou de gradatie voor het vochtleverend vermogen gunstiger zijn. Om toch de goede ervaring van de streek met deze gronden tot uiting te brengen is een nieuwe beoordelingsfactor geïntroduceerd: bodemvruchtbaarheid. Deze factor is opgehangen aan vijf bodemkundige kenmerken namelijk grondsoort, dikte bovengrond, organischestofgehalte, lutumgehalte en leemgehalte. Aanhangsel 6 toont de opbouw van de beoordelingsfactor 'bodemvruchtbaarheid' zoals ontwikkeld voor, toegepast in en alleen geldt voor 'Hupsel-Zwolle'.

Een specifieke beperking die gronden in 'Hupsel-Zwolle' hebben, is de aanwezigheid van stenen. Voor deze beperking is een nieuwe beoordelingsfactor geïntroduceerd. Deze beoordelingsfactor in 'Hupsel-Zwolle' heeft in eerste instantie twee gradaties: wel of geen stenigheid.

Het toevoegen van bovengenoemde twee beoordelingsfactoren heeft tot gevolg dat de kennis component van BODEGA is uitgebreid met voornamelijk gebiedspecifieke kennis. Dit resulteert volgens de filosofie van versiebeheer in een zijspoor en krijgt daarom versienummer 1.0.1.0.

De invoer van BODEGA is door deze extra beoordelingsfactoren ook uitgebreid met extra gegevens namelijk de dikte van de bovengrond en de aanwezigheid van stenen. Daarnaast is BODEGA uitgebreid met gegevens over de aanwezigheid van keileem in



het profiel en de diepte waarop de keileem voorkomt. Deze laatste twee gegevens zijn uiteindelijk niet gebruikt in de waardering van de grond in 'Hupsel-Zwolle'.

### **3.3 Gebiedsdekkende ruilwaarde**

#### **3.3.1 Iteratieve aanpassingen**

Wanneer de rangschikking van de standaardreeks acceptabel is voor de schatters, de veldbodemkundige en de schattingsdeskundige is de volgende stap: het gehele gebied waarderen. Voor 'Hupsel-Zwolle' zijn daarom alle boorpunten met BP\_BODEGA 1.0 en BODEGA 2.0/1.0.1.0 doorgerekend en vervolgens gemiddeld voor de aanwezige kaarteenheden. Het resultaat is een gebiedsdekkende kaart met de ruilwaarde voor de verschillende kaarteenheden. Dit is in een aantal sessies met de schatters besproken. Naar aanleiding van deze sessie is de ruilwaarde enkele malen aangepast. Oorzaken voor deze aanpassingen waren:

- beschrijving van de boorpunten in een kaartvlak en de beschrijving van het kaartvlak komen niet overeen met de gebiedskennis van de schatters. Een kaartvlak is bijvoorbeeld gedraineerd en daardoor droger dan volgens de bijbehorende kaarteenheid. In dergelijk geval wordt het kaartvlak aan een drogere kaarteenheid toegewezen en worden de beschrijvingen van de boorpunten aangepast. Dit komt in 'Hupsel-Zwolle' regelmatig voor omdat de bodeminventarisatie in 'Hupsel-Zwolle' al enkele jaren geleden heeft plaatsgevonden. Door allerlei waterhuishoudkundige maatregelen (o.a. drainage) zijn veel gronden droger geworden en is de geïnventariseerde grondwatertrap verouderd.
- het stelsel van aftrekpunten is verder aangepast waarbij uiteraard is gelet op gevolgen die dit heeft op de rangschikking van de standaardreeks. In 'Hupsel-Zwolle' is gebleken dat een redelijke rangschikking van de standaardreeks niet automatisch betekent dat het gehele gebied een ruilwaarde heeft die voor de schatters acceptabel is. Blijkbaar zijn sommige standaardprofielen in de standaardreeks niet voldoende representatief voor een bepaalde groep gronden in het gebied. Dit is begrijpelijk omdat een groep gronden maar door èèn (of geen) standaardprofiel wordt vertegenwoordigd. Wanneer dit standaardprofiel afwijkt ten opzichte het gemiddelde beeld van de groep gronden, of wanneer de schatters zich te veel laten beïnvloeden door externe factoren (structuurschade, vegetatie) in plaats van de bodemkundige eigenschappen dan wordt de gehele groep gronden foutief in de standaardreeks geplaatst.
- de beoordelingsfactor 'stenigheid' is te grof. Deze factor is verfijnd van twee naar drie gradaties. De schatters hebben aangegeven dat stenigheid op hoge enkeergonden in minder mate voorkomt dan stenigheid op de resterende gronden. In de bodeminventarisatie wordt dit onderscheid niet gemaakt: er zijn wel of geen stenen. De beoordelingsfactor is uitgebreid door de hoge enkeerdgronden op grond van 'dikte bovengrond' te onderscheiden van de rest van de gronden.
- afwijkende boorpunten in kaarteenheden met weinig boorpunten hebben een relatief groot gewicht op de uiteindelijke ruilwaarde. Paragraaf 3.3.2 gaat hier dieper op in.

### 3.3.2 Kaarteenheden met geen of weinig boorpunten

#### 3.3.2.1 Beschrijving

Omdat 'Hupsel-Zwolle' in bodemkundig opzicht een complex gebied is, heeft het relatief veel kaarteenheden: 890. Ongeveer 79 procent van deze kaarteenheden heeft 4 of minder boorpunten; 11 procent heeft zelfs geen boorpunt (zie fig. 4). Het laatste betekent dat voor de betreffende kaarteenheden geen ruilwaarde wordt berekend omdat de berekening is gebaseerd op boorpunten.

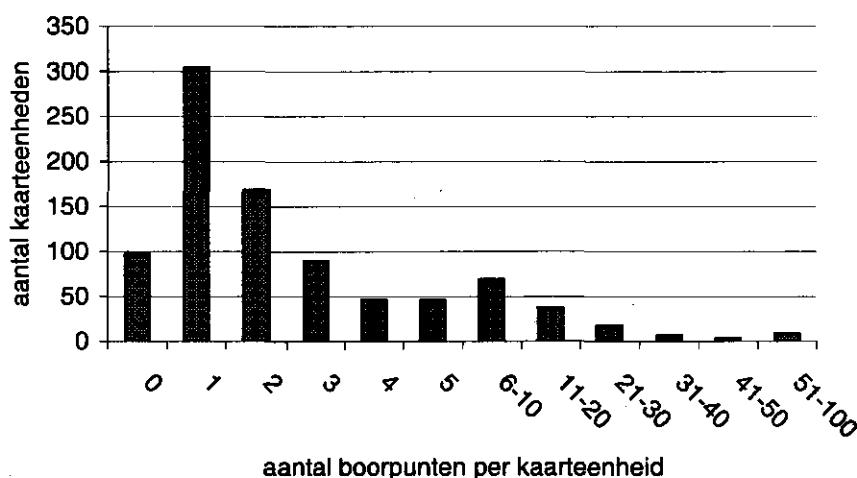


Fig. 4 Frequentieverdeling van kaarteenheden over aantal boorpunten per kaarteenheid

In het geval een kaarteenheid zo klein is dat maar enkele boorpunten aan de eenheid toebehoren, is de invloed van een onzuiver boorpunt relatief groot. Met een 'onzuiver' boorpunt wordt een boorpunt bedoeld die afwijkt van de beschrijving van de kaarteenheid. In principe is het correct deze 'onzuivere' boorpunten mee te laten tellen in de waardering. Deze boorpunten zijn immers waarnemingen van de bodemkundige situatie in het veld. Het probleem dat zich nu voordoet is dat sommige kaarteenheden (met weinig boorpunten) volgens bodemkundige kennis en ervaring te sterk afwijken van kaarteenheden waarmee ze qua ruilwaarde overeen moeten komen. Het is in de eerste schatting niet acceptabel als vergelijkbare kaarteenheden verschillende ruilwaarden hebben.

Vergelijkbare kaarteenheden met een verschillende ruilwaarde kunnen ook ruimtelijk ongewenste effecten laten zien. In 'Hupsel-Zwolle' was bijvoorbeeld een zandrug bestaande uit twee kaartvlakken verschillend gewaardeerd. De kaartvlakken behoren tot verschillende kaarteenheden. Deze kaarteenheden zijn qua legenda vergelijkbaar en de verwachting is dat ze daarom dezelfde ruilwaarde krijgen. Echter de ruilwaarde van de kaarteenheden is gebaseerd op alle boorpunten in het gehele gebied van 'Hupsel-Zwolle'. Blijkbaar verschilt de ruilwaarde van de boorpunten van de ene kaarteenheid ten opzichte van de andere kaarteenheid. Wanneer alleen naar boorpunten wordt gekeken die in de twee betreffende kaartvlakken op de zandrug

liggen (dus alleen lokaal! en niet door middel van kaarteenheden over het gehele gebied) blijkt dat alle boorpunten op de zandrug wel dezelfde waarde hebben. Dit betekent dat aggregatie van resultaten van boorpunten naar kaartvlakken in dit specifieke geval een homogene waardering voor de zandrug had opgeleverd. Aggregatie van resultaten van boorpunten naar kaartvlak-niveau is in de huidige eerste schatting geen optie omdat een lijst van kaarteenheden met een daaraan gekoppelde geldwaarde wordt gevraagd. Daarnaast geeft aggregatie van resultaten van boorpunten naar kaartvlak-niveau een gebiedsdekkende waardering met meer kaartvlakken zonder een waarde. Dit zijn de kaartvlakken zonder boorpunten. Op kaarteenheden-niveau is het namelijk wel mogelijk dat dergelijke kaartvakken een waarde krijgen. Dit hangt af of de kaarteenheden waartoe deze kaartvlakken behoren boorpunten heeft.

### **3.3.2.2 Clusteren van kaarteenheden**

Om de kaarteenheden met geen of weinig boorpunten toch naar tevredenheid te waarderen is voor de volgende oplossing gekozen. De kaarteenheden zijn op basis van bodemkundige kennis en ervaring handmatig ingedeeld in clusters van kaarteenheden. Deze clusters bevatten kaarteenheden die qua bodemkundige eigenschappen, mede gelet op de uiteindelijke ruilwaarde, met elkaar overeenkomen. Een gooreerd- en een veldpodzolgrond met dezelfde grondwatertrap zijn bijvoorbeeld bij elkaar gevoegd. Deze gronden hebben dezelfde textuur en profielopbouw alleen de bodemvorming verschilt. De veldpodzolgrond onderscheidt zich van de gooreerdgrond vanwege de inspoelingslaag. Deze inspoelingslaag heeft geen betekenis voor de ruilwaarde.

Op bovenstaande manier zijn clusters van kaarteenheden gecreeerd die in ieder geval één maar bij voorkeur meerdere boorpunten bevatten. Voor de clusters wordt een ruilwaarde berekend op basis van alle boorpunten in het cluster. Door de clustering hebben alle kaarteenheden nu een ruilwaarde. Tegelijkertijd hebben overeenkomstige kaarteenheden dezelfde ruilwaarde omdat ze tot hetzelfde cluster behoren.

Het clusteren van overeenkomstige kaarteenheden betekent dat extra kennis en ervaring van de veldbodemkundige wordt ingebracht. Door het grote aantal kaarteenheden en het handmatige uitvoeren van het clusteren, kost dit vrij veel tijd. Idealiter zou dit clusteren van kaarteenheden aan het begin van de eerste schatting zijn uitgevoerd. Dit had de gebiedsdekkende waardering met de schatters waarschijnlijk versneld. De interpretatie en de beoordeling van de ruilwaarde is eenvoudiger en verloopt sneller doordat het clusteren van kaarteenheden een vloeiender beeld van de ruilwaarde geeft. Maar het clusteren van kaarteenheden voor aanvang van de eerste schatting is niet mogelijk omdat de beoordelingsfactoren niet bekend zijn. De clustering is onder andere gebaseerd op het feit dat geclusterde kaarteenheden dezelfde gradaties voor beoordelingsfactoren hebben en dus moeten deze factoren bekend zijn.

### 3.4 Evaluatie BODEGA

Door BODEGA in de eerste schatting toe te passen, wordt de ruilwaarde van de grond onderbouwt op grond van gradaties voor verschillende beoordelingsfactoren. Discussies over de ruilwaarde van een grond concentreren zich op deze beoordelingsfactoren en de onderlinge gewichten tussen de beoordelingsfactoren. Een ruilwaarde van een standaardprofiel of een kaartenheid is volledig te verklaren aan de hand van de gradaties voor de beoordelingsfactoren en de onderlinge gewichten tussen de beoordelingsfactoren. De schatters, veldbodembkundige en schattingsdeskundige kunnen met behulp van BODEGA op elk moment nagaan waarom een groep gronden een bepaalde ruilwaarde heeft gekregen, hoe die ruilwaarde zich verhoudt tot andere groepen gronden en op welke manier de ruilwaarde kan worden aangepast.

In 'Hupsel-Zwolle' bleek het mogelijk om op basis van BODEGA aan alle gronden een ruilwaarde toe te kennen die acceptabel was voor de schatters, veldbodembkundige en schattingsdeskundige. Om dit te bereiken zijn beoordelingsfactoren toegevoegd (bodenvruchtbaarheid en stenigheid) en is het stelsel van aftrekpunten meerdere malen aangepast. Voorwaarde is dat de beschrijving van boorpunten actueel is. De ruilwaarde is immers gebaseerd op deze beschrijving. In een aantal gevallen was de ruilwaarde volgens de schatters onjuist en bleek dat de beschrijving van de boorpunten was verouderd. De actuele beschrijving gaf wel de gewenste ruilwaarde.

In elk landinrichtingsgebied kan de set beoordelingsfactoren verschillen. De mix van beoordelingsfactoren wordt bepaald door de landgebruiksvorm(en) waarvoor gewaardeerd wordt en door regionale bodembkundige verschijnselen zoals bijvoorbeeld stenigheid. De weging tussen beoordelingsfactoren via het stelsel van aftrekpunten biedt voldoende speelruimte om aan de gronden de gewenste ruilwaarde toe te kennen.

In 'Hupsel-Zwolle' is gebleken dat de standaardreeks nuttig is voor een eerste poging om het stelsel van aftrekpunten samen te stellen. De, in het veld bezochte, standaardprofielen vormen ijkpunten om het stelsel van aftrekpunten te toetsen. Een verdere aanpassing en toetsing vindt plaats in de gebiedsdekkende waardering. Het is namelijk gebleken dat in de gebiedsdekkende waardering het stelsel van aftrekpunten moet worden aangepast ondanks het feit dat 30 standaardprofielen naar tevredenheid van de schatters zijn gerangschikt. Het waarden van de standaardprofielen is dus niet voldoende om de onderlinge verhouding tussen de beoordelingsfactoren te bepalen. Tenslotte is de standaardreeks noodzakelijk om de schatters inzicht en gevoel te geven voor de verschillende gronden.

Het is de vraag of de standaardreeks niet beperkt kan worden tot circa 15 standaardprofielen in plaats van 30. Ook met dit lagere aantal kunnen de hierboven geschetste voordelen van een standaardreeks waarschijnlijk worden gehaald. De schatters kennen dan de belangrijkste gronden en ook de belangrijke beoordelingsfactoren en hun onderlinge verhouding zijn dan bekend. In de volgende fase, de gebiedsdekkende waardering, kan het stelsel van aftrekpunten verder worden aangepast door de schatters kritisch naar de ruilwaarde van gronden te laten kijken

die ze zelf goed kennen. Door het aantal standaardprofielen te verminderen wordt tijd bespaard in relatie tot het bezoeken, waarderen en bespreken van standaardprofielen. De verdere aanpassing van het stelsel van aftrekpunten vindt dan plaats in de gebiedsdekkende waardering.

In de gebiedsdekkende waardering in 'Hupsel-Zwolle' bleek dat een groot aantal kaarteenheden geen of weinig boorpunten heeft. Voor kaarteenheden zonder boorpunten kan geen ruilwaarde worden vastgesteld en bij kaarteenheden met weinig boorpunten hebben afwijkende boorpunten een relatief grote invloed op de ruilwaarde. Dit laatste kan er toe leiden dat kaarteenheden verschillende ruilwaarden krijgen terwijl ze op grond van bodemkundige kennis en ervaring dezelfde ruilwaarde moeten krijgen.

Kern van bovenstaande probleem is dat het gebruik van boorpunten de variatie binnen een kaarteenheden en kaartvlak en tussen kaarteenheden en kaartvlakken benadrukt terwijl in de eerste schatting juist gestreefd wordt naar één gemeenschappelijke waarde voor een groep overeenkomstige gronden. Ook de huidige wijze van bodeminventarisatie bemoeilijkt een waardering van de gronden gebaseerd op alleen boorpunten. In de huidige bodeminventarisatie worden vlakken in kaart gebracht op basis van bodemkundige en landschappelijke verschillen en gekoppeld aan een bepaalde legenda (kaarteenheden). De boorpunten dienen als ondersteuning. Dit blijkt bijvoorbeeld door het feit dat een niet te verwaarlozen aantal kaarteenheden, en dus kaartvlakken, geen boorpunten heeft. De grenzen van deze kaartvlakken zijn getrokken en de inhoud geclassificeerd met een kaarteenheden zonder beschreven boorpunten. De inhoud van dergelijk kaartvlak wordt veelal getoetst door middel van een zogenaamde 'tussenboring' (niet beschreven boorpunt).

Gezien de huidige wijze van bodeminventarisatie en de werkwijze in de eerste schatting, is het daarom logisch met BODEGA direct aan te sluiten op de beschrijving van de kaarteenheden en de ruilwaarde niet te baseren op de onderliggende boorpunten. In BOPAK in de tabel KAARTEENHEID zijn op één uitzondering na alle gegevens beschikbaar om de invoer voor BODEGA te genereren. Via deze aanpak hebben alle kaarteenheden een ruilwaarde; ook de kaarteenheden zonder boorpunten. Via deze aanpak hebben vergelijkbare kaarteenheden dezelfde ruilwaarde en spelen afwijkende boorpunten geen rol.

Een belangrijk voordeel van het gebruik van de beschrijving van de kaarteenheden is dat de ruilwaarde van een kaarteenheden direct is af te leiden van deze beschrijving. In 'Hupsel-Zwolle' is de ruilwaarde niet direct af te leiden van de gradaties of bodemkundige eigenschappen van een geclusterde kaarteenheden en moet worden terug gegaan naar de boorpunten. Dit is minder inzichtelijk. De gemiddelde waardering van een geclusterde kaarteenheden is immers gebaseerd op gradaties en eigenschappen van de boorpunten zelf. Het is mogelijk om gemiddelde gradaties per clusterkaarteenheden te berekenen. Maar deze gemiddelde gradaties kunnen niet worden gebruikt om de ruilwaarde van een geclusterde kaarteenheden volledig uit te leggen.

Het bleek nog niet mogelijk om in één sessie interactief en iteratief een waardering aan te passen en te presenteren. Ten eerste duurde het te lang om alle boorpunten met BODEGA door te rekenen en daarnaast moesten er nog teveel handmatige acties worden uitgevoerd om resultaten te aggregeren en in te lezen in ArcView. Het resultaat werd nu in de daarop volgende sessie gepresenteerd. Door de ruilwaarde direct op de beschrijving van de kaarteenheid te baseren en BODEGA technisch te verbeteren zal het wel mogelijk zijn om in één sessie het stelsel van aftrekpunten aan te passen en het resultaat daarvan te presenteren.

Aan het einde van de eerste schatting voldoet de gebiedsdekkende waardering aan de eisen van de schatters, veldbodemkundige en schattingsdeskundige. In deze fase is het in de huidige methode, gebaseerd op boorpunten, lastig kleine 'cosmetische' aanpassingen uit te voeren. Door bijvoorbeeld een grondwatertrap van een kaartvlak te wijzigen moeten ook de boorpunten worden gewijzigd. Wanneer een dergelijke aanpassing tot gevolg heeft dat het betreffende kaartvlak en bijbehorende boorpunten tot een andere geclusterde kaarteenheid gaan behoren, kan de waardering van twee clusters van kaarteenheden gaan wijzigen. Namelijk de geclusterde kaarteenheid die de betreffende boorpunten kwijt raakt en de geclusterde kaarteenheid die de boorpunten ontvangt. Daarmee heeft deze kleine lokale aanpassing gevolgen voor de waardering van kaartvlakken die door het gehele gebied verspreid liggen. Dit wordt voorkomen door op het niveau van kaarteenheden te werken.

Het enige praktische bezwaar voor een waardering gebaseerd op de beschrijving van de kaarteenheid is dat de bodemfysische opbouw in de beschrijving ontbreekt. Dit in tegenstelling tot de beschrijving van boorpunten. De bodemfysische opbouw is nodig voor de berekening van de capillaire nalevering en het vochthoudend vermogen van de effectieve bewortelingsdiepte. De volgende oplossingen zijn mogelijk:

- kritieke stijghoogte afleiden van generieke tabel die waarden geeft voor verschillende groepen van gronden (bijvoorbeeld subgroepcode). Nadeel is dat geen rekening wordt gehouden met specifieke bodemfysische profielen zoals bijvoorbeeld een grove zandlaag vlak onder de effectieve bewortelingsdiepte.
- kritieke stijghoogte afleiden van boorpunten. Hierbij speelt weer het probleem van kaarteenheden met geen of weinig boorpunten. Voor deze kaarteenheden moet vervolgens alsnog handmatig een waarde worden afgeleid. Voor dergelijke kaarteenheden zou bijvoorbeeld handmatig een bodemfysische profiel beschrijving kunnen worden gemaakt op grond van kennis en ervaring van de veldbodemkundige.

## 4 Conclusies

Het toepassen van BODEGA zorgt ervoor dat de discussie over de ruilwaarde van de gronden zich concentreert op de bodemkundige kenmerken van de grond. De ruilwaarde wordt hierdoor onderbouwt en is altijd te reproduceren.

Met BODEGA heeft de gebruiker voldoende mogelijkheden om alle gronden in het bodemkundige complexe gebied 'Hupsel-Zwolle' naar tevredenheid van de schatters, de veldbodemkundige en de schattingsdeskundige te waarderen. Belangrijke mogelijkheden die meer gebiedspecifieke elementen inbrengen, zijn:

- het introduceren van additionele beoordelingsfactoren naast de standaard beoordelingsfactoren in het WIB-C-systeem;
- het verfijnen van bestaande beoordelingsfactoren;
- het aanpassen van de onderlinge weging van beoordelingsfactoren door het stelsel van aftrekpunten aan te passen.

Een beperkte standaardreeks (circa 15 profielen) is waarschijnlijk voldoende om het stelsel van aftrekpunten samen te stellen en de schatters inzicht en gevoel te geven voor de verschillende gronden in het landinrichtingsgebied.

De ruilwaarde in de eerste schatting baseren op de beschrijvingen van de boorpunten geeft problemen. Kaarteenheden met geen of weinig boorpunten hebben respectievelijk geen ruilwaarde of een ruilwaarde die veel kan verschillen in relatie tot gelijksoortige kaarteenheden omdat een afwijkend boorpunt te bepalend is voor de ruilwaarde. In de eerste schatting is een vereiste dat gronden die wat bodemkundige kenmerken en eigenschappen betreft sterk met elkaar overeenkomen, maar tot een andere kaarteenheid behoren, een gelijke ruilwaarde krijgen. De variatie aan bodemkundige kenmerken en daaruit voortvloeiende ruilwaarde binnen een kaarteenheid en tussen overeenkomstige kaarteenheden worden in de eerste schatting genegeerd.

Verder heeft het gebruik van boorpunten een ongunstig effect op het streven naar een meer inzichtelijke en interactieve waardering van de gronden in de eerste schatting. Een aanpassing in de waardering (aftrekpunten, nieuwe beoordelingsfactor etc.) kost relatief veel tijd omdat alle boorpunten opnieuw moeten worden doorgerekend. Daarnaast is de ruilwaarde van een kaarteenheid gebaseerd op boorpunten is alleen te begrijpen door al de onderliggende boorpunten te bestuderen. In een interactief proces met schatters is er juist behoefte aan een directe, snel door te rekenen, relatie tussen de bodemkundige kenmerken van een kaarteenheid en de daaruit afgeleide ruilwaarde.

Gezien de huidige wijze van bodeminventarisatie en de werkwijze in de eerste schatting, is het logisch met BODEGA direct aan te sluiten op de beschrijving van de kaarteenheid. Alle kaarteenheden hebben dan een ruilwaarde en er bestaat een directe relatie tussen de ruilwaarde en de bodemkundige kenmerken van een grond. Het

enige praktische nadeel is dat de bodemfysische opbouw ontbreekt in de beschrijving van de kaarteenheden.

De ervaring in 'Hupsel-Zwolle' is dat naast de waardering van de standaardreeks de gebiedsdekkende waardering relatief veel tijd kost. Allereerst komt dit omdat beschrijvingen van kaartvlakken verouderd zijn en de werkelijkheid onjuist beschrijven. Daarnaast neemt het iteratieve proces van het ontdekken van een onjuiste ruilwaarde en het aanpassen van de ruilwaarde tijd in beslag. Het gebruik van boorpunten is mede debet aan de hoeveelheid tijd die deze aanpassingen vergen. De tijd besteed aan de waardering van de standaardreeks kan beperkt worden door het aantal standaardprofielen te verminderen.

Verder zou BODEGA gebruikt kunnen worden voor het selecteren van representatieve profielen voor de standaardreeks.



## **5 Aanbevelingen**

BODEGA geeft goede mogelijkheden om de ruilwaarde van gronden in de eerste schatting te onderbouwen, inzichtelijk te maken en te reproduceren in een interactief proces met de schatters, de veldbodemkundige en schattingsdeskundige.

Een kleine standaardreeks van circa 15 standaardprofielen geeft waarschijnlijk al voldoende houvast om in de gebiedsdekkende waardering tot een acceptabel eindresultaat te komen.

Bepalen van de ruilwaarde op basis van de boorpunten brengt in de huidige wijze van eerste schatting en bodeminventarisatie meer nadelen dan voordelen met zich mee. De ruilwaarde kan beter worden gebaseerd op de beschrijving van de kaartenheid.

Omdat een bodemfysische beschrijving van de kaartenheid ontbreekt, moet worden gezocht naar een alternatieve manier om deze beschrijving te genereren voor de kaartenheid. Alternatieven zijn: boorpuntbeschrijvingen, een generieke tabel (bijvoorbeeld gebaseerd op subgroepcode), handmatig bepalen op basis van bodemkundige kennis en ervaring.

## Literatuur

Bakker, H. de, en J. Schelling, 1989. *Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus*. Wageningen, Centrum voor Landbouwpublikaties en Documentaties.

Boogaard, H.L., 1998. *Waardering van gronden voor uitruilen in landinrichtingsgebieden; Toepassingsmogelijkheden van het Kennissysteem voor Landevaluatie Studies met Systematisch geïntegreerde Expert-kennis (KLASSE)*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 629.

Cate, J.A.M. ten, A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp, 1995b. *Handleiding bodemgeografisch onderzoek. Richtlijnen en voorschriften. Deel D: Interpretatie van bodemkundige gegevens voor diverse vormen van bodemgebruik*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Technisch Document 19D.

Diepen, van C.A., 1995. *Van bodemtype naar bodemgeschiktheid*. In: P. Buurman en J. Sevink (red.) *Van bodemkaart tot informatiesysteem; verzamelen en gebruiken van informatie over de Nederlandse bodem*. Wageningen, Wageningen Pers. p. 45-84.

Haans, J.C.F.M. (red.), 1979. *De interpretatie van bodemkaarten. Rapport van de Werkgroep Interpretatie Bodemkaarten, stadium C*. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1463.

Hendriks, C.M.A., M.J.D. Hack-ten Broeke en G.A. van Soesbergen, 1999. *KLASSE, een kennissysteem voor landevaluatiestudies. Beschrijving van het systeem*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 395.1.

Holst, A.F. van, W.J.M. te Riele en B.J. Bles. *Bodemkundig-hydrologische inventarisatie en modelberekeningen van vochttekorten en relatieve opbrengsten*. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1864.

Soesbergen, G.A. van, C. van Wallenburg, K.R. van Lynden en H.A.J. van Lanen, 1986. *De interpretatie van bodemkundige gegevens. Systeem voor de geschiktheidsbeoordeling van gronden voor akkerbouw, weidebouw en bosbouw*. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1967.

Wösten, J.H.M., G.J. Veerman en J. Stolte, 1994. *Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks*. Vernieuwde uitgave 1994. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Technisch Document 18.

### ***Niet-gepubliceerde bronnen***

Wesseling, J.G., G.W. Bloemen and W.A.J.M. Kroonen, 1984. Computer program CAPSEV to calculate: I. Soil hydraulic conductivity from grain size distribution. II. Steady state waterflow in layered soil profiles. Nota 500. Wageningen, ICW.

## Aanhangsel 1 Geschiktheidsclassificatie voor verschillende landgebruiksvormen

Tabel 1 Bodemgeschiktheidsklasse weidebouw (Soesbergen et al., 1986; Ten Cate et al., 1995)

<b>1</b>		<b>Gronden met ruime mogelijkheden</b>
	1.1	Hoge bruto productie; weinig beweidingsverliezen; goed berijdbaar
	1.2	Hoge bruto productie; weinig beweidingsverliezen, behalve in natte jaren; enigszins beperkt berijdbaar
	1.3	Hoge bruto productie, behalve in droge jaren; weinig beweidingsverliezen; goed berijdbaar
	1.4	Hoge bruto productie, behalve in droge jaren; weinig beweidingsverliezen, behalve in natte jaren; enigszins beperkt berijdbaar
<b>2</b>		<b>Gronden met beperkte mogelijkheden</b>
	2.1	Hoge bruto productie; matige beweidingsverliezen; beperkt berijdbaar
	2.2	Matige bruto productie in droge jaren; weinig beweidingsverliezen; goed berijdbaar
	2.3	Matige bruto productie in droge jaren; matige beweidingsverliezen in natte jaren; beperkt berijdbaar
<b>3</b>		<b>Gronden met weinig mogelijkheden</b>
	3.1	Matige of hoge bruto productie; grote beweidingsverliezen; zeer beperkt berijdbaar
	3.2	Lage of matige bruto productie; weinig beweidingsverliezen; goed berijdbaar

Tabel 2 Bodemgeschiktheidsklasse akkerbouw (Soesbergen et al., 1986; Ten Cate et al., 1995)

<b>1</b>		<b>Gronden met ruime mogelijkheden</b>
	1.1	Kleivruchtwisseling; hoog opbrengstniveau; weinig teeltrisico; goed berijdbaar en bewerkbaar
	1.2	Kleivruchtwisseling; matig tot hoog opbrengstniveau; enig teeltrisico; ten dele beperkt berijdbaar en bewerkbaar
	1.3	Zandvruchtwisseling; hoog opbrengstniveau; weinig teeltrisico; goed berijdbaar en bewerkbaar
	1.4	Zandvruchtwisseling; matig tot hoog opbrengstniveau; enig teeltrisico; ten dele beperkt berijdbaar en bewerkbaar
<b>2</b>		<b>Gronden met beperkte mogelijkheden</b>
	2.1	Vrij groot teeltrisico; veelal beperkt berijdbaar
	2.2	Vrij groot teeltrisico; beperkt berijdbaar
	2.3	Vrij groot teeltrisico; vochttekort
<b>3</b>		<b>Gronden met weinig mogelijkheden</b>
	3.1	Zeer groot teeltrisico; zeer beperkt bewerkbaar of berijdbaar
	3.2	Zeer groot teeltrisico; groot vochttekort
	3.3	Zeer groot teeltrisico; overstromingsgevaar

Tabel 3 Bodemgeschiktheidsklasse tuinbouw (Soesbergen et al., 1986; Ten Cate et al., 1995)

<b>1</b>		<b>Gronden met ruime mogelijkheden</b>
	1.1	Weinig teeltrisico. Weinig of geen tekortkomingen. Vele vormen van tuinbouw kunnen op deze gronden met succes worden uitgeoefend
	1.2	Weinig teeltrisico voor enkele vormen van tuinbouw; voor de overige een matig teeltrisico door een minder goede bewerkbaarheid of slempgevoeligheid. Voor de teelt van pit- en steenvruchten is dit niet bezwaarlijk, voor vele andere vormen daarentegen wel. Gronden met een storing in de verticale waterbeweging behoren ook tot deze klasse.
<b>2</b>		<b>Gronden met beperkte mogelijkheden</b>
	2.1	Matig teeltrisico door wateroverlast in natte jaren, enig vochttekort in droge jaren. Tot deze klasse behoren ook gronden met een storing in de verticale waterbeweging, slempgevoeligheid of een minder goede bewerkbaarheid.
	2.2	Matig teeltrisico voor enkele vormen van tuinbouw; voor de overige vormen zeer groot teeltrisico. Tot deze klasse behoren ook gronden met meer dan een storing in de verticale waterbeweging, slempgevoeligheid of een minder goede bewerkbaarheid.
<b>3</b>		<b>Gronden met weinig mogelijkheden</b>
		Zeer sterk beperkt door wateroverlast of een (groot) vochttekort.

## **Aanhangsel 2 Beschrijving van beoordelingsfactoren**

Dit aanhangsel geeft korte beschrijvingen van de beoordelingsfactoren die zijn opgenomen in BODEGA 2.0/1.0 gebaseerd op Haans (1979), Van Soesbergen et al. (1986) en Ten Cate et al. (1995b). De factoren maken gebruik van basiskennmerken die door BODEGA worden ingelezen. Veel van de basiskennmerken zijn niet rechtstreeks afgeleid van basale bodemkundige gegevens maar zijn het product van een voorbewerking die bewust buiten BODEGA is gehouden. Aanhangsel 3 beschrijft deze voorbewerking.

### ***Ontwateringstoestand***

De ontwateringstoestand geeft een indicatie voor de kwaliteit van de luchthuishouding in de bodem: de mate waarin de poriën in het bovenste deel van de bodem (0 tot 50 à 100 cm) met lucht gevuld zijn en van de wijzingen die zich in de loop van het jaar voordoen. De luchthuishouding in de bodem is o.a. belangrijk voor:

- wortelgroei en wortelactiviteit;
- microbiologische processen (slechte arëatie zoals op 'natte' gronden remt de stikstofmineralisatie);
- bodemtemperatuur in het voorjaar ('natte' gronden hebben een tragere start, een korter weideseizoen etc.);
- flexibiliteit in het bewerken van de grond ('drogere' gronden geven meer armslag in de voor- en najaarswerkzaamheden).

In de 'kennis'-versie 1.0 van BODEGA wordt de ontwateringstoestand bepaald door:

- gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG);
- grondsoort.

### ***Stevigheid of draagkracht van de bovengrond***

De stevigheid van de bovengrond geeft een aanduiding van het weerstandsvermogen van de grond tegen de belasting, die optreedt bij het beweiden door vee en het berijden met landbouwmachines. Onvoldoende stevigheid van de bovengrond heeft de volgende nadelen:

- uitrijden van mest in het voorjaar wordt belemmerd;
- bij beweiding gaat gras verloren door vertrapping;
- bedrijfsmanagement wordt belemmerd (niet op tijd uitvoeren van werkzaamheden of werkzaamheden worden uitgevoerd met als gevolg spoorvorming, vernieling van de graszode etc.).

In de 'kennis'-versie 1.0 van BODEGA wordt de stevigheid van de bovengrond bepaald door:

- gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG);
- organischestofgehalte van de bovenste horizont;
- textuur (lutum- en leemgehalte) van de bovenste horizont.

### ***Vochtleverend vermogen***

Het vochtleverend vermogen is de hoeveelheid vocht die in een groeiseizoen van 150 dagen (15 april – 15 september) en in een 10% droogtejaar aan de plantenwortel kan

worden geleverd. De grootte ervan wordt bepaald door de hoeveelheid beschikbaar vocht in de effectieve bewortelingsdiepte plus de hoeveelheid vocht die vanuit het grondwater aan de effectieve bewortelingsdiepte kan worden geleverd. Gewassen in Nederland zijn op het vochtleverend vermogen van de bodem aangewezen omdat in het groeiseizoen de verdamping de neerslag overtreft. Eens in de 10 jaar is dit neerslagtekort ruim 200 mm. In veel gevallen is de bodemvoorraad ontoereikend om in dit tekort te voorzien. Vooral op zandgronden en/of gronden met diepe grondwaterstanden komt droogtegevoeligheid voor. Dit heeft opbrengstvermindering tot gevolg of extra kosten voor irrigatie.

In de 'kennis'-versie 1.0 van BODEGA wordt het vochtleverend vermogen bepaald door:

- vochthoudend vermogen van de effectieve bewortelingsdiepte;
- gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG);
- gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG);
- effectieve bewortelingsdiepte;
- kritieke stijghoogte bij 2 mm per dag capillaire nalevering;
- grondsoort.

### ***Stuifgevoeligheid***

De beoordelingsfactor stuifgevoeligheid duidt de weerstand aan die grond heeft tegen verstuiven. Verstuiven treedt vooral op in een droog voor- of najaar wanneer de grond (gedeeltelijk) kaal is; onderlinge binding van de gronddeeltjes van de bouwvoor is dan te gering om de eroderende kracht van de wind te weerstaan, terwijl ook de bescherming van het gewas ontbreekt.

Verstuiven leidt tot afname van het organischestofgehalte, de vochthoudendheid, de chemische bodemvruchtbaarheid en de biologische activiteit. Verder kunnen ziekten en onkruiden zich verbreiden, kiemende zaden en zelfs aardappels blootstuiven, jonge plantjes onderstuiven of beschadigd worden en zelfs sloten plaatselijk dichtstuiven.

In de 'kennis'-versie 1.0 van BODEGA wordt stuifgevoeligheid bepaald door:

- textuur (lutum- en leemgehalte) van de bovenste horizont.

### ***Verkruijmelbaarheid***

De verkruijmelbaarheid geeft een aanduiding van het gemak waarmee de bouwvoor zich laat verkruijmel en van de breedte van het vochtgehaltetraject waarbinnen dit mogelijk is. Verkruijmelbaarheid beschouwen we hier als een hoedanigheid van het bodemmateriaal zelf.

In de 'kennis'-versie 1.0 van BODEGA wordt deze factor bepaald door:

- grondsoort;
- textuur (lutum- en leemgehalte) van de bovenste horizont;
- organischestofgehalte van de bovenste horizont;
- kalkgehalte van de bovenste horizont.

### ***Slempgevoeligheid***

De beoordelingsfactor slempgevoeligheid duidt aan in hoeverre de bodemaggregaten bestand zijn tegen:

- uiteenvallen in micro-aggregaten of afzonderlijke korrels onder invloed van neerslag;
- vervloeien bij hoge vochtgehalten.

Als dit verschijnsel alleen aan het oppervlak plaatsvindt, spreken we van oppervlakkige slemp, bij opdrogen ontstaat dan een slempkorst. Zakt de gehele bouwvoor in elkaar, dan spreken we van interne slemp. Of slemp op een slempgevoelige grond daadwerkelijk zal optreden, hangt onder meer af van de neerslag, de ontwateringstoestand en de begroeiing.

Door slemp wordt de aëratie van de grond ongunstig beïnvloed, waardoor de zuurstofvoorziening van de plantenwortels in gevaar kan komen. Ook neemt de infiltratiecapaciteit en het waterbergend vermogen van de grond af. Een slemplaag of slempkorst heeft nadelen voor de akkerbouw en tuinbouw: de grond droogt in het voorjaar langzaam op, de zuurstofvoorziening van ingezaaide gewassen komt in het gedrang en vooral bij fijnzadige gewassen kan de kiem beschadigen.

In de 'kennis'-versie 1.0 van BODEGA wordt slempgevoeligheid bepaald door:

- grondsoort;
- textuur (lutum- en leemgehalte) van de bovenste horizont;
- organischestofgehalte van de bovenste horizont;
- kalkgehalte van de bovenste horizont.

### ***Stenigheid***

We spreken over stenigheid van de grond wanneer in de bovenste 20 à 30 cm diepte zoveel stenen voorkomen, dat de grondbewerking en oogst (bijvoorbeeld van aardappels) bemoeilijkt worden en machines snel verslijten, breuk vertonen of vaker vastlopen. Dat doet zich voor bij een aantal van meer dan circa 10 stenen (diameter >6 cm) per m<sup>2</sup>.

In de 'kennis'-versie 1.0 van BODEGA wordt stenigheid eenvoudig bepaald door het ingelezen basissenmerk:

- 'aanwezigheid stenen (1 = geen; 2 = wel)'.

### ***Storing in de verticale waterbeweging***

Deze beoordelingsfactor gebruiken we om gronden te kunnen afzonderen, waarvan wateroverlast niet of niet uitsluitend door verlaging van de grondwaterstand kan worden opgeheven. Bij de bepaling van de ontwateringstoestand kunnen dan wateroverlast en tijdelijke schijngrondwaterspiegels ten gevolge van een slecht doorlatende laag buiten beschouwing blijven. Na een eventuele verbetering van de ontwateringstoestand of door verbreking van de slecht doorlatende laag met behulp van een woeler, zijn deze gronden te verbeteren. Een dergelijke grondbewerking is duur en de vruchtbaarheid vermindert er veelal door.

De beoordelingsfactor storing in de verticale waterbeweging is alleen van toepassing voor de tuinbouw. Ze geeft een aanduiding voor:

- een langzame verticale waterbeweging door het profieldeel boven het niveau van de ontwateringdiepte. Waterstagnatie bevordert bij vruchtbomen, met name appelbomen, het optreden van kanker (*Nectria galligena*);
- een trage capillaire aanvoer van water in en boven de storende laag bij grondwaterprofielen en tijdelijke grondwaterprofielen;
- een gebrekkig wortelstelsel door te grote dichtheid van de storende laag, waterstagnatie erboven en moeilijke bereikbaarheid eronder.

In de 'kennis'-versie 1.0 van BODEGA wordt storing in de verticale waterbeweging eenvoudig bepaald door het ingelezen basiskenmerk:

- 'storing in de verticale waterbeweging (1 = geen storing; 2 = storing)'.

### ***Soort bovengrond***

Deze beoordelingsfactor maakt enkel onderscheid tussen gronden met een bovengrond van klei, zavel en leem enerzijds en die met een bovengrond van zand en moerig materiaal anderzijds.

In de 'kennis'-versie 1.0 van BODEGA wordt soort bovengrond bepaald door:

- grondsoort.



## Aanhangsel 3 Bewerking van boorpuntbeschrijvingen naar invoer voor BODEGA

De bestanden BS<projectnummer>.ASC (tabel 1) en HO<projectnummer>.ASC (tabel 2) met gegevens van boorpunten en de horizontgegevens van een boorpunt zijn invoer voor het programma BP\_BODEGA (Boorpunt Pre-processing BODEGA).

Tabel 1 Beschrijving van de file BS<projectnummer>.ASC (de eerste regel wijkt af en geeft het projectnummer (CR\_NR) en het aantal boorpunten)

Beschrijving variabele	Eenheid	DT	Mnemonic BP_BODEGA
Unieke code van boorpunt (BOOR_NR)	-	I	Unieke_code
Voorvoegsel (STPC_VOOR)	-	C2	Voorvoeg
Subgroepen in bodemclassificatie (STPC_SUB)	-	C5	Subgr
Voorvoegsel (STPC_ACHT)	-	C10	Achtvoeg
Gt (STPC_GT)	-	C6	Gt
GHG (GHG)	cm-mv.	I	Ghg
GLG (GLG)	cm-mv.	I	Glg
Bewortelbare diepte (BEW)	cm-mv.	I	Bew
Effectieve bewortelingsdiepte (KOLOM_A)	cm-mv.	I	Dew
Aantal horizonten (-)	-	I	Nhor
Volnummer van de kaarteenheden (KE_NR)	-	I	ke_nr
Uniek nummer voor een vlak, opgebouwd uit LD-vaknummer + volgnummer (VLAK_NR)	-	I	vlak_nr
Oppervlakte kaartvlak (VLAK_OPP)	(ha)	R	vlak_opp

DT = datatype (R = real; I = integer; C8 = characterstring, bijv. 8 characters)

Mnemonic = naam van variabele in broncode

Voorbeeld:

BOOR_NR	STPC_VOOR	STPC_SUB	STPC_ACHT	STPC_GT	GHG	GLG	BEW	KOLOM_A	KE_NR	VLAK_NR	VLAK_OPP
1001	5v	g4	v10	120	210	55	1	4			
1002	5v	g4	v10	120	210	55	1	4			
1003	2r	g3	v10	50	185	50	1	4			
1004	2r	g4	v10	65	180	55	1	4			
1014	10	70									

Tabel 2 Beschrijving van de file HO<projectnummer>.ASC (de eerste regel wijkt af en geeft het projectnummer (CR\_NR) en het totaal aantal horizonten beschreven in het bestand)

Beschrijving variabele	Eenheid	DT	Mnemonic BP_BODEGA
Unieke code van boorpunt (BOOR_NR)	-	I	unieke_code
Horizontcode (HOR_CODE)	-	C8	hor_cd
Diepte ondergrens horizont (ONDERGRENS)	cm-mv.	R	rdpt
Ratio van deze horizont in de vergraven laag (MENGVERH)	-	I	iratio
Organischestofgehalte t.o.v. droge stof (ORG_STOF)	massa %	R	org
Lutumgehalte t.o.v. minerale delen (LUTUM)	massa %	R	lutum
Leemgehalte t.o.v. minerale delen (LEEM)	massa %	R	leem
M50 - mediaan van textuur (M50)	µm	I	im50
Geologische informatie (GEO_FOR_C)	-	I	geo
Kalkklasse (KALK)	-	I	kalk_hor

DT = datatype (R = real; I = integer; C8 = characterstring, bijv. 8 characters)

Mnemonic = naam van variabele in broncode

Voorbeeld:

5234 10543								
1001	LA/Cwp	30.0	-1	2.0	-1.0	9.0	155	699
1001	1Cw	55.0	-1	0.5	-1.0	9.0	155	411
1001	1Cg	120.0	-1	1.0	-1.0	9.0	155	411
1001	1Cg2	150.0	-1	1.0	-1.0	9.0	165	411
1002	wp	30.0	-2	16.0	-1.0	20.0	155	692

Het programma BP\_BODEGA bevat op ervaringskennis gebaseerde voorschriften om de ingelezen gegevens om te zetten naar geschikte invoer voor het geautomatiseerd kennissysteem voor landevaluatie: BODEGA. Het programma BP\_BODEGA leest naast de gegevens uit tabel 1 en 2 gegevens in uit aparte files over de effectieve bewortelingsdiepte (referentiewaarden) voor een bepaalde vorm van landgebruik (EWSUBGR.DAT: tabel 3), de dikte van de bovengrond (referentiewaarden) (DBOVSUBGR.DAT: tabel 4), en gegevens over de doorlatendheid en vochtgehalten bij verschillende vochtspanningen (KHONEW.DEF: tabel 5) voor het berekenen van de capillaire nalevering. De effectieve bewortelingsdiepte komt ook voor in BS<projectnummer>.ASC (geschatte waarden) maar is bijna nooit ingevuld.

Tabel 3 Beschrijving van de file EWSUBGR.DAT

Beschrijving variabele	Eenheid	DT	Mnemonic BP BODEGA
Aantal voorkomende subgroepen in bodemclassificatie	-	I	ewnr
Per subgroep van 1 tot 'ewnr' worden per regel de volgende variabelen gegeven:			
Subgroep in bodemclassificatie	-	C2	subgroep(i)
Effectieve bewortelingsdiepte	cm-mv.	I	ewsubgr(i)

DT = datatype (R = real; I = integer; C8 = characterstring, bijv. 8 characters)

Mnemonic = naam van variabele in broncode

Voorbeeld:

10	10	10	10
10	10	10	10
10	10	10	10
10	10	10	10

Tabel 4 Beschrijving van de file DBOVSUBGR.DAT

Beschrijving variabele	Eenheid	DT	Mnemonic BP BODEGA
Aantal voorkomende subgroepen in bodemclassificatie	-	I	ewnr
Per subgroep van 1 tot 'ewnr' worden per regel de volgende variabelen gegeven:			
Subgroep in bodemclassificatie	-	C2	subgroep(i)
Dikte bovengrond	cm-mv.	I	dbovsubgr(i)

DT = datatype (R = real; I = integer; C8 = characterstring, bijv. 8 characters)

Mnemonic = naam van variabele in broncode

Voorbeeld:

10	10	10	10
10	10	10	10
10	10	10	10
10	10	10	10

Tabel 5 Beschrijving van de file KHONEW.DEF (gegevens afkomstig van Wösten et al., 1994 en Holst et al., 1988)

Beschrijving variabele	Eenheid	DT	Mnemonic BP_BODEGA
Vochtspanningen I tot met j	cm	I	-
Aantal bodemfysische bouwstenen	-	I	nr_bouw
Per bodemfysische bouwsteen van i tot 'nr_bouw' worden gegeven:	op drie regels de volgende variabelen		
Bodemfysische bouwsteen (B = Staringreeks bovengrond) (O = Staringreeks ondergrond) (X = Brabantreeks)	-	C3	coda(i)
Doorlatendheid bij verzadiging voor de vochtspanningen I tot en met j	cm.d <sup>-1</sup>	R	bouw_k(i,j)
Vochtgehalte bij verzadiging voor de vochtspanningen I tot en met j	-	R	bouw_th(i,j)

DT = datatype (R = real; I = integer; C8 = characterstring, bijv. 8 characters)

Mnemonic = naam van variabele in broncode

voorbeeld:

0	10	20	31	50	100	250	500	1000
2500	5000	10000	16000					
2								
21:								
17.46	4.83	2.37	1.20	0.50	1.0E-1	8.3E-2	1.1E-2	1.5E-4
1.1E-5	1.3E-6	1.4E-7	4.5E-8					
0.428	0.412	0.388	0.360	0.322	0.254	0.172	0.125	0.092
0.062	0.046	0.035	0.030					
20:								
0.45	1.25	1.76	0.08	0.45	1.0E-1	1.1E-2	2.0E-3	4.1E-4
1.4E-3	6.7E-6	1.1E-6	3.5E-7					
0.431	0.417	0.395	0.368	0.330	0.260	0.175	0.120	0.094
0.065	0.049	0.041	0.036					

Verder leest BP\_BODEGA de file STUUR.DAT (tabel 6) in met algemene informatie over het aansturen van BP\_BODEGA.

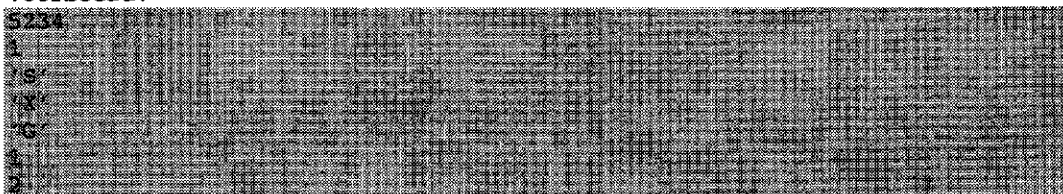
Tabel 6 Beschrijving van de file STUUR.DAT

Beschrijving variabele	Eenheid	DT	Mnemonic BP_BODEGA
Projectnummer	-	I	cr_nr
Indicatie om een (2) of alle boorpunten (1) door te rekenen	-	I	optie
Staringreeks ('S') of Brabantreeks ('B')	-	C1	soort_bouwst
Bodemgebruik ('G' (gras) of 'A' (akkerbouw) of 'B' (bosbouw) of 'X' (onbekend)). Deze letter geeft aan voor welke bodemgebruiksvorm de effectieve bewortelingsdiepte in KOLOM_A in BOPAK is ingevuld.	-	C1	bodemgebruik_koloma
Bodemgebruik ('G' (gras) of 'A' (akkerbouw) of 'B' (bosbouw) of 'X' (onbekend)). Deze letter geeft aan voor welke bodemgebruiksvorm de effectieve bewortelingsdiepte moet worden berekend.	-	C1	bodemgebruik
Methode (1 = Soesbergen; 2 fysische bouwstenen) waarmee het vochthoudend vermogen van de effectieve bewortelingsdiepte is berekend	-	I	vocht_methode
Indicator die aangeeft of verwerkte gronden wel (1) of niet (2) moeten worden vertaald in diepere effectieve bewortelingsdiepte	-	I	verw_gronden

DT = datatype (R = real; I = integer; C8 = characterstring, bijv. 8 characters)

Mnemonic = naam van variabele in broncode

Voorbeeld:



De conversies in BP\_BODEGA worden hieronder kort behandeld (voor een exacte weergave van de conversies in BP\_BODEGA moet de broncode van dit programma worden geraadpleegd).

### **Controle**

De geologische informatie, het lutum-, organischestof- en leemgehalte, de mediaan van de textuur, de GHG, de GLG, de ratio c.q. mengverhouding, bewortelbare diepte, effectieve bewortelingsdiepte, diepte onderkant horizont worden gecontroleerd op minimum en maximum waarden. Verder controle of GHG, GLG, bewortelbare diepte, effectieve bewortelingsdiepte en de ondergrens van elke horizont in een veelvoud van 5 cm is gegeven. Tenslotte wordt de ondergrens van de diepste horizont doorgetrokken tot 5 m - mv.

### **Effectieve bewortelingsdiepte**

Als de effectieve bewortelingsdiepte in BS<projectnummer>.DAT is ingevuld, wordt deze waarde overgenomen. Als de effectieve bewortelingsdiepte ontbreekt, valt het programma BP\_BODEGA terug op gegevens uit de file EWSUBGR.DAT. Als de effectieve bewortelingsdiepte in EWSUBGR.DAT ook ontbreekt wordt de bewortelbare diepte als effectieve bewortelingsdiepte genomen. Als de bewortelbare diepte wordt genomen, vinden enkele correcties plaats:

akkerbouw:

- subgroep code '5x' en '5p' worden begrensd met een effectieve bewortelingsdiepte van 70 cm als de bewortelbare diepte groter is dan 70 cm;
- voor een bewortelbare diepte kleiner of gelijk aan 70 cm worden de subgroep codes verkleind door een aftrek van 10 cm;

bosbouw:

- bewortelbare diepte wordt verlengd met een waarde die afhangt van de absolute waarde van de bewortelbare diepte (kleiner dan 50 geeft plus 10 cm; tussen 50 en 100 geeft plus 20 cm; groter of gelijk aan 100 geeft plus 30cm).

Vervolgens (in het geval dat de effectieve bewortelingsdiepte is bepaald door de file EWSUBGR.DAT of door de bewortelbare diepte) vinden correcties plaats voor aanwezigheid van een cultuurdek, vergraven c.q. verwerkte gronden en GLG:

weidebouw:

- subgroep code '4h', '4i' en '4k' met vooraf de letter 'c' geeft een effectieve bewortelingsdiepte van 35;
- eventuele correctie voor vergraven bovengronden, te herkennen aan de combinatie van de karakters '/' en 'A', waarbij deze vergraving dieper of gelijk is aan 40 cm; de effectieve bewortelingsdiepte wordt 35 cm;

akkerbouw:

- subgroep code '4h' en '4k' met vooraf de letter 'c' geeft een effectieve bewortelingsdiepte van 45;
- subgroep code '4i' met vooraf de letter 'c' geeft een effectieve bewortelingsdiepte van 40;
- subgroep code '4d' met vooraf de letter 'z' geeft een effectieve bewortelingsdiepte van 25;
- subgroep code '4d' met vooraf de letter 'k' geeft een effectieve bewortelingsdiepte van 30;
- eventuele correctie voor vergraven bovengronden, te herkennen aan de combinatie van de karakters '/' en 'A', waarbij deze vergraving dieper of gelijk is aan 40 cm; de effectieve bewortelingsdiepte wordt 35 cm;

bosbouw:

- subgroep code 'd', 'h' en 's' in combinatie met de grondwatertrap 'II' en 'III' geeft een effectieve bewortelingsdiepte van 50 cm.

Het effect van het verwerken van gronden op de effectieve bewortelingsdiepte is onduidelijk. Dit wordt mede bepaald door de kwaliteit van de grondverbetering die heeft plaatsgevonden. In de bodeminventarisatie staat alleen of de grond verwerkt is en niet of dit een gunstige invloed heeft op de effectieve bewortelingsdiepte. Per gebied kan door middel van de file STUUR.DAT besloten worden om rekening te houden met het effect van verwerkte gronden.

De geschatte effectieve bewortelingsdiepte wordt gecontroleerd of de waarde hiervan niet dieper is dan bewortelbare diepte. Tenslotte worden de uiteindelijk toegekende effectieve bewortelingsdiepte eventueel gecorrigeerd als de waarde te dichtbij, of zelfs dieper dan, de GLG ligt.

De effectieve bewortelingsdiepte in EWSUBGR.DAT is aan de hand van bodem- en landbouwkundige kennis ingeschat voor elk subgroepeel uit het systeem van bodemclassificatie van De Bakker en Schelling (1989). De gebruiker zorgt zelf voor de juiste EWSUBGR.DAT die hoort bij het landgebruik dat wordt doorgerekend. Er zijn dus meerdere varianten van EWSUBGR.DAT voor verschillende vormen van landgebruik.

### ***Menghorizonten***

Wanneer in de horizontbeschrijving verscheidene horizonten voor dezelfde diepte zijn beschreven, is er sprake van zogenaamde menghorizonten met een bepaalde mengverhouding (bijvoorbeeld 20% van horizont A en 80% van horizont B). BP\_BODEGA vervangt deze menghorizonten door een nieuwe horizont (totaal aantal horizonten vermindert) en zorgt dat de onderliggende horizonten juist geïndexeerd worden. De eigenschappen van de nieuwe horizont zijn ofwel overgenomen van de meest representatieve menghorizont (de horizont met het hoogste aandeel in de mengverhouding) of zijn een gemiddelde van de eigenschappen van de menghorizonten. Wanneer niet alle menghorizonten een waarde voor een bepaalde eigenschap hebben (bijvoorbeeld: het lutumgehalte) zal BP\_BODEGA de waarde van de representatieve menghorizont gebruiken. Als alle menghorizonten wel een waarde

hebben voor deze eigenschap, berekent BP\_BODEGA een gemiddelde waarbij gewogen wordt naar de mengverhouding van de menghorizonten.

#### ***Toekennen bodemfysische bouwstenen van de Staringreeks***

Voor het berekenen van de kritieke stijghoogte (in verband met capillaire nalevering vanuit het grondwater) moet het bodemprofiel worden vertaald in bodemfysische bouwstenen van de Staringreeks (Wösten et al., 1994) of de Brabantreeks (Holst et al., 1988). De bodemfysische bouwstenen (met hun gegevens over doorlatendheden en vochtgehalten voor verschillende vochtspanningen) worden door BP\_BODEGA gekoppeld aan horizonten aan de hand van gegevens over de textuur (lutum, leem, M50), geologische ontstaanswijze en organischestofgehalte. Bovengrond-bouwstenen worden gekoppeld met horizonten die de letter 'A' in de code hebben; ondergrond-bouwstenen met de resterende horizonten.

De Brabantreeks heeft maar een beperkt aantal bouwstenen omdat deze reeks de bodemfysische karakteristieken vertegenwoordigd van voornamelijk zandgronden in Brabant. Voor kleigronden worden, ook al is gekozen voor de Brabantreeks, daarom toch de bouwstenen uit de Staringreeks gebruikt. Verder zijn er in de Brabantreeks geen bouwstenen beschikbaar voor de bovengrond die zowel het vocht als de doorlatendheid in relatie tot de drukhoogte beschrijven. Daarom worden, als gekozen is voor de Brabantreeks, ook voor de bovengronden ondergrond-bouwstenen gebruikt.

#### ***Storing verticale waterbeweging***

Wanneer in de bovenste 80 cm van het bodemprofiel een bodemfysische bouwsteen uit de Staringreeks of Brabantreeks voorkomt met een verzadigde verticale doorlatendheid van minder dan 1 cm per dag heeft het betreffende boorpunt een storende laag. Zavel en kleigronden worden mogelijk onderschat vanwege macroporiën en scheurvorming. Landelijk geeft de vertaling van bodemprofiel naar bouwsteen van de Staringreeks of Brabantreeks weinig differentiatie in de storing van de verticale waterbeweging. Bijvoorbeeld kalkloze kleigronden met zware kleilaag of overgang van veen naar zand met gliedelaag hebben wel een storing in de verticale waterbeweging maar dit komt niet tot uiting in de bovengenoemde afleiding. Daarnaast wordt geen rekening gehouden met dikte horizont van slecht doorlatende laag.

#### ***Berekenen kritieke stijghoogte***

De kritieke stijghoogte is gedefinieerd als de maximale afstand tussen de onderkant van de effectieve bewortelingsdiepte en het grondwater waarover nog een capillaire opstijging van 2 mm vocht per dag mogelijk is. Een stijgsnelheid van 2 mm vocht per dag wordt voldoende geacht om het gewas in het groeiseizoen van voldoende vocht te voorzien (Van Soesbergen et al., 1986; Van der Sluijs, 1990).

Allereerst onderzoekt BP\_BODEGA welke horizonten dieper liggen dan de effectieve bewortelingsdiepte. In deze horizonten vindt namelijk de capillaire opstijging plaats. Vervolgens berekent BP\_BODEGA met de subroutine VPOSNEWA (een aangepaste versie c.q. bewerking van programma CAPSEV (Wesseling et al., 1984) waarmee voor een gelaagd profiel de kritieke stijghoogte en het verzadigingsdeficiet bij een verschillend aantal fluxen wordt berekend) per landgebruiksvorm de kritieke stijghoogte voor een capillaire opstijging van 1 en 2 mm per dag en de

verzadigingsdeficieten die gepaard gaan met de kritieke stijghoogten van 1 en 2 mm per dag. Het verzadigingsdeficiet is gedefinieerd als de hoeveelheid water dat nodig is om een deel van de grond (in dit geval: de grond tussen de onderkant van de effectieve bewortelingsdiepte en de grondwaterstand wanneer de grondwaterstand zich op een afstand van de onderkant van de effectieve bewortelingsdiepte die gelijk is aan de kritieke stijghoogte) en met een gegeven waterinhoud (in dit geval wordt de waterinhoud bepaald door de pF-curve die hoort bij een capillaire opstijging van 1 of 2 mm per dag) in verzadigde toestand te brengen.

#### ***Berekenen eigenschappen bovenste laag en rest van de wortelzone***

BP\_BODEGA berekent de (gemiddelde) textuureigenschappen van de :

- de bovenste laag (0 tot 40 cm – mv. òf maaiveld tot de onderkant van de effectieve bewortelingsdiepte als de effectieve bewortelingsdiepte ondieper is dan 40 cm – mv.);
- de rest van de wortelzone (als de effectieve bewortelingsdiepte dieper is dan 40 cm – mv.).

De bovenste laag is standaard van 0 tot 40 cm - mv. Een uitzondering hierop wordt gevormd wanneer de gemiddelde effectieve bewortelingsdiepte ondieper is dan 40 cm - mv. Dan wordt dit als grens gehanteerd.

Voor het berekenen van de eigenschappen van de bovenste laag zoekt BP\_BODEGA horizonten die voldoende dik zijn om de kenmerken van de betreffende bodemlaag (in dit geval 0 - 40 cm – mv.) mede te bepalen. Horizonten gelijk of kleiner dan 5 cm dik worden uitgesloten. Vervolgens rekent BP\_BODEGA de gemiddelde textuureigenschappen en organischestofgehaltes uit voor de bovenste laag. Aangenomen wordt dat als de waarde voor textuur of organischestofgehalte niet is ingevuld de waarde voor de eigenschap nul is.

De berekening van de eigenschappen van de rest van de wortelzone betreft de laag van de onderkant van de bovenste laag tot 60 cm – mv of dieper als de effectieve bewortelingsdiepte dieper is dan 60 cm – mv. BP\_BODEGA voert deze berekening op dezelfde wijze uit als voor de bovenste laag.

#### ***Berekenen eigenschappen bovenste horizont***

BODEGA heeft als invoer de (gemiddelde) textuureigenschappen nodig van de bovenste horizont. BP\_BODEGA neemt als bovenste horizont de meest ondiep liggende horizont die dikker is dan 5 cm. Deze eigenschappen zijn belangrijk omdat ze in bijna alle beslisbomen van beoordelingsfactoren voorkomen. Als de waarden van eigenschappen gelijk zijn aan '-1' (niet relevant) wordt aangenomen dat de waarde 0 is.

#### ***Toekennen van grondsoort***

Op grond van de subgroep in de bodemclassificatie kent BP\_BODEGA de grondsoorten veen, moerig, zand, leem en klei toe. De grondsoort geldt uitsluitend voor de bovengrond. De vertaling van subgroepcode naar grondsoort is uitgevoerd aan de hand van Ten Cate et al. (1995a). Als er sprake is van een klei- of zaveldek (voorvoegsel 'k') wordt de grondsoort zand omgezet in klei. Bij de toekenning van de grondsoort leem op basis van Ten Cate et al. (1995a) is het nog steeds mogelijk dat de

leem in werkelijkheid klei is. Met behulp van geologische informatie (eolische of fluviaatiele/mariene afzettingen) en textuur onderscheidt BP\_BODEGA de grondsoort naar klei of leem. Verder is de grondsoort klei nog niet onderscheiden naar zavel. Voor fluviaatiele en mariene afzettingen met een lutumgehalte kleiner dan 25% wordt in BP\_BODEGA de grondsoort klei omgezet in zavel.

#### ***Toekennen vochtbergend vermogen effectieve bewortelingsdiepte***

BP\_BODEGA berekent het vochtbergend vermogen van een profiel op grond van twee verschillende methoden:

- door expertise (Soesbergen et al. (1986)) waarin de textuur en het organisch stofgehalte van verschillende grondsoorten voor GHG droger en natter dan 40 cm – mv. wordt vertaald in een volumefractie beschikbaar vocht. Hierin wordt onderscheid gemaakt in een bovenste wortelzone (0 tot effectieve bewortelingsdiepte of maximaal 40 cm) en de onderste wortelzone (40 tot effectieve bewortelingsdiepte).;
- door het verschil in vochtgehalte bij veldcapaciteit en verwelkingpunt te nemen voor elke fysische bouwsteen die aan een horizont is gekoppeld. Verwelkingpunt is gedefinieerd als pF 4,2. Veldcapaciteit varieert tussen pF 1,7 (-50) en 2,0 (-100) en 2,3 (-200). Welke waarde gekozen wordt, hangt af van de voorjaarsgrondwaterstand in relatie tot de effectieve bewortelingsdiepte. Veldcapaciteit geeft de vochttoestand weer na uitzakken van overvloedig regenwater. Voor de hoge grondwaterstanden wordt een evenwichtvochtverdeling aangenomen: de drukhoogte overal in het profiel is gelijk aan het tegengestelde van de hoogte boven de grondwaterspiegel. In Nederland wordt vaak uitgegaan van een grondwaterspiegel van 100 cm dus aan maaiveld een drukhoogte van -100. Voor de hele natte gronden hebben we in BP\_BODEGA een drukhoogte van -50 gehanteerd (voorjaarsgrondwaterstand dieper dan 50 cm plus de helft van de effectieve bewortelingsdiepte). Bij veel diepere grondwaterstanden is geen sprake meer van evenwichtvochtverdeling, dan wordt de veldcapaciteit gedefinieerd bij pF = 2.3 (-200).

Beide methoden leveren een volumefractie beschikbaar vocht op die vervolgens wordt vermenigvuldigd met de effectieve bewortelingsdiepte. Bij het toepassen van de Brabantreeks is het belangrijk te weten dat de volumefractie vocht berekend wordt aan de hand van ondergrond-bouwstenen. Bovengrond-bouwstenen van de Brabantreeks zijn in BP\_BODEGA niet gebruikt omdat voor deze bouwstenen geen gegevens zijn de doorlatendheidskarakteristiek in relatie met de drukhoogte.

#### ***Toekennen kalkgehalte***

In de file HO<projectnummer>.ASC worden de kalkklassen kalkloos (1), kalkarm (2) en kalkrijk (3) gegeven. BP\_BODEGA zet deze klassen om in twee klassen namelijk kalkloos (0) en kalkarm/kalkrijk (1). Kalkloos ( $0 < 0.5\% \text{ CaCO}_3$ ) tegenover kalkarm/kalkrijk ( $1 \geq 0.5\% \text{ CaCO}_3$ ). BP\_BODEGA selecteert de meest ondiep gelegen horizont die dikker is dan 5 cm.

#### ***Toekennen dikte bovengrond***

De dikte bovengrond in DBOVSUBGR.DAT is aan de hand van bodemkunde en landbouwkundige kennis ingeschat voor elk subgroepdeel uit het systeem van bodemclassificatie van De Bakker en Schelling (1989). Voor bovengrond die door de



mens zijn opgehoogd (horizont code bevat de volgende combinatie van letters: 'A' en 'a') wordt de dikte van de bovengrond op grond van de subgroepcode overschreven met de diepte waarop de betreffende horizonten voorkomen.

### ***Toekennen aanwezigheid keileem***

Er wordt bepaald of er keileem in het profiel aanwezig is op grond van het achtervoegsel in de standaardpuntencode ('x'). Is dit het geval dan wordt vervolgens bepaald op welke diepte dit keileem begint.

### ***Toekennen aanwezigheid stenen***

Er wordt bepaald of er stenen in de bovengrond voorkomen op grond van het voorvoegsel in de standaardpuntencode ('m', 'g').

Uiteindelijk wordt door BP\_BODEGA een file weggeschreven: K<projectnummer>.TXT. Tabel 7 beschrijft de algemene format van deze file.

*Tabel 7 Beschrijving van de file K<projectnummer>.TXT (de eerste regel beschrijft de namen van de velden)*

Beschrijving variabele	Eenheid	DT	Mnemonic BP_BODEGA
Boorpunt nummer	-	I	unieke_code
Kaarteenheid nummer	-	I	ke_nr
Kaartvlak nummer	-	I	vlak_nr
Oppervlakte kaartvlak	(ha)	R	vlak_opp
Grondsoort (vn = veen, mr = moerig, zd = zand, lm = leem, kl = klei, zv = zavel)	-	C2	grondsoort
GHG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand)	cm - mv	I	ghg
GLG (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand)	cm - mv	I	glg
Effectieve bewortelingsdiepte	cm - mv.	I	ew
Kritieke stijghoogte bij 1 mm per dag capillaire nalevering	cm	R	rkrit_1
Kritieke stijghoogte bij 2 mm per dag capillaire nalevering	cm	R	rkrit_2
Verzadigingsdeficiet bij 1 mm per dag capillaire nalevering	mm	R	rvdef_1
Verzadigingsdeficiet bij 2 mm per dag capillaire nalevering	mm	R	rvdef_2
Lutumgehalte bovenste laag	% <sup>1</sup>	R	gem_lutum_bo
Leemgehalte bovenste laag	%	R	gem_leem_bo
Mediaan van de zandfractie bovenste laag	µm	R	gem_m50_bo
Organischestofgehalte bovenste laag	%	R	gem_org_bo
Lutumgehalte bovenste horizont	%	R	bov_lutum
Leemgehalte bovenste horizont	%	R	bov_leem
Organischestofgehalte bovenste horizont	%	R	bov_org
Vochthoudend vermogen effectieve bewortelingsdiepte	mm	R	tot_vocht
Kalkgehalte (kalkloos (0) en kalkarm/kalkrijk (1))	-	I	ikalk
Storing in de verticale waterbeweging (1 = geen storing; 2 = storing)	-	I	istoring
Dikte bovengrond	cm	I	dbov
Aanwezigheid stenen (1 = geen; 2 = wel)	-	I	istenen
Aanwezigheid keileem (1 = geen; 2 = wel)	-	I	ikeileem
Diepte waarop keileem begint (geen keileem => -99)	cm	I	keileem_dikte

DT = datatype (R = real; I = integer; C8 = characterstring, bijv. 8 characters)

Mnemonic = naam van variabele in broncode

<sup>1</sup> Voor lutum en leem: massaprocenten uitgedrukt ten opzichte van minerale delen; voor organischestof: massaprocenten uitgedrukt ten opzichte van droge stof

Voorbeeld:

boort	keemb	kwiek	opptvl	grsoo	gng	glg	effbw	kriz1	kriz2	vdef1	vdef2	lutbo
1	28	8050	4.20	zd	25	100	70	110	96	12	3	
0.0	15.0	150.0										
2	204	5035	40.70	zd	30	100	25	65	57	8	7	
0.0	16.0	153.0										
3	356	5195	2.00	zd	100	200	25	80	73	7	6	
0.0	11.0	155.0										

**Aanhangsel 4 De effectieve bewortelingsdiepte per subgroep code voor weidebouw ingeschat voor het landinrichtingsproject 'Hupsel-Zwolle'.**

Subgroepcode	Effectieve bewortelingsdiepte	Subgroepcode	Effectieve bewortelingsdiepte
'1c'	40	'3g'	25
'1d'	25	'3h'	25
'1g'	40	'3i'	25
'1h'	20	'4r'	50
'1k'	10	'4s'	50
'1r'	25	'4w'	40
'1s'	20	'4c'	20
'1t'	20	'4d'	20
'1v'	15	'4h'	25
'2c'	20	'4j'	25
'2d'	35	'4k'	25
'2g'	25	'4m'	25
'2h'	25	'4n'	20
'2i'	25	'4o'	35
'2k'	20	'4p'	25
'2l'	20	'4t'	35
'2m'	25	'4v'	25
'2n'	25	'4x'	40
'2o'	25	'5d'	15
'2p'	20	'5f'	10
'2q'	35	'5h'	20
'2r'	25	'5k'	20
'2v'	20	'5m'	20
'2w'	35	'5n'	20
'2x'	20	'5p'	25
'2z'	25	'5q'	20
'3b'	25	'5t'	20
'3c'	25	'5v'	20
'3d'	25	'5x'	25
'3f'	25		

**Aanhangsel 5 De dikte van de bovengrond per subgroep code ingeschat voor het landinrichtingsproject 'Hupsel-Zwolle'.**

Subgroepcode	Effectieve bewortelingsdiepte	Subgroepcode	Effectieve bewortelingsdiepte
'1c'	-1	'3g'	-1
'1d'	-1	'3h'	-1
'1g'	-1	'3i'	-1
'1h'	-1	'4r'	70
'1k'	-1	'4s'	60
'1r'	-1	'4w'	60
'1s'	-1	'4c'	20
'1t'	-1	'4d'	25
'1v'	-1	'4h'	25
'2c'	15	'4i'	25
'2d'	40	'4k'	25
'2g'	25	'4m'	20
'2h'	25	'4n'	20
'2i'	25	'4o'	40
'2k'	25	'4p'	25
'2l'	25	'4t'	40
'2m'	25	'4v'	25
'2n'	25	'4x'	40
'2o'	25	'5d'	-1
'2p'	15	'5f'	-1
'2q'	40	'5h'	20
'2r'	25	'5k'	20
'2v'	15	'5m'	20
'2w'	40	'5n'	20
'2x'	15	'5p'	25
'2z'	15	'5q'	25
'3b'	-1	'5t'	15
'3c'	-1	'5v'	15
'3d'	-1	'5x'	25
'3f'	-1		

# Aanhangsel 6 Opbouw bodemvruchtbaarheid

