

32/uu6(98.12) 2<sup>e</sup> ex

**De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland**

**Deel 12 Bosreservaat 'Zwarte Bulten'**

**P. Mekking**

BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW

**Rapport 98.12**

**DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1993**

**22 AUG. 1995**

+264

LS n 959932

## REFERAAT

Mekkink P., 1993. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 12, bosreservaat 'Zwarte Bulten'*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 98.12. 46 blz.; 4 fig.; 4 tab.; 2 aanh.; 2 kaarten.

In het bosreservaat 'Zwarte Bulten' komen geologische afzettingen voor die behoren tot de Formatie van Urk, Drente, Twente en Kootwijk. Het betreft zandgronden met daarin podzolgronden en vaaggronden. Alle gronden komen voor met grondwatertrap VIIId. De verbreiding van de geologische afzettingen is weergegeven op de Geologische kaart, de verbreiding van de bodemeenheden en grondwatertrap is weergegeven op de Bodem- en grondwatertrappenkaart. Er hebben zich humusprofielen ontwikkeld, mede onder invloed van het opstandstype en het gevoerde beheer. Ze bestaan hoofdzakelijk uit een ecto-organisch deel. De profielopbouw en de opbouw van de strooisellaag zijn beschreven en op tape vastgelegd.

Trefwoorden: bodemgesteldheid, grondwatertrap, humusprofiel, bosreservaat.

ISSN 0927-4499

©1993 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)  
Postbus 125, 6700 AC Wageningen.  
Tel.: 08370-74200; telefax: 08370-24812.

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

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

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

## Inhoud

	blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Fysiografie	13
2.1 Ligging en oppervlakte	13
2.2 Bodemvorming	13
2.3 Waterhuishouding	13
3 Methode	15
3.1 Bodemgeografisch onderzoek	15
3.2 Beschrijving van het humusprofiel	16
3.3 Indeling van de gronden	17
3.4 Indeling van het grondwaterstandsverloop	18
3.5 Opzet van de legenda	18
3.6 Opslag bodemkundige gegevens in digitale boorbesteden	19
4 Resultaten	21
4.1 Geologische opbouw	21
4.2 Bodemgesteldheid	22
4.2.1 Het humusprofiel	23
4.2.2 De zandgronden	24
4.2.2.1 Podzolgronden [Y, H]	25
4.2.2.2 Vaaggronden 'stuifzandgronden' [Z]	26
4.3 Toevoegingen	28
5 Conclusies	29
Literatuur	31
Tabellen	
1 Analyse-uitslagen grondmonsters	24
2 Indeling van lutumarme gronden naar het organische-stofgehalte	40
3 Indeling niet-eolische afzettingen naar het lutumgehalte	42
4 Indeling eolische afzettingen naar het leemgehalte	42
5 Indeling van de zandfractie naar de M50	43
Figuren	
1 Ligging van het bosreservaat 'Zwarte Bulten' in de boswachterij Rozendaal	14
2 Stratigrafie van de beschreven afzettingen	20
3 Schematische voorstelling van de kalkverlopen in verband met het verloop van het koolzure kalkgehalte	37
4 Indeling en benaming naar het gehalte aan organische stof bij verschillende	

lutumgehalten	41
Aanhangsels	
Aanhangsel 1 Woordenlijst	33
Aanhangsel 2 Rapporten over de bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland	45
Kaarten, schaal 1 : 5000	
1 Geologische kaart	
2 Bodem- en grondwatertrappenkaart	

## Woord vooraf

In het kader van het onderzoeksprogramma 'Bosreservaten' heeft DLO-Staring Centrum in opdracht van het Informatie en Kenniscentrum Natuur Bos Landschap en Fauna te Wageningen de bodemgesteldheid van het bosreservaat 'Zwarte Bulten' in de gemeente Rozendaal in kaart gebracht. Het bodemgeografisch onderzoek hiervoor is in juni 1992 uitgevoerd.

Het project werd uitgevoerd door P. Mekking, die eveneens de projectleiding had. De organisatorische leiding van het project was in handen van het hoofd van de afdeling Bodem, Bos, Natuur van DLO-Staring Centrum, drs. R.H. Kemmers.

In de serie 'Bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland' zijn tot nu toe vijftien rapporten verschenen (zie aanhangsel 2). De eerste is uitgegeven door de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA), de volgende drie in samenwerking met het Bosbureau Wageningen B.V. Rapport 98.1 is de eerste in de serie die uitgegeven is door DLO-Staring Centrum in samenwerking met het Bosbureau Wageningen B.V. Rapport 98.6 is het eerste rapport in de serie die is uitgegeven door DLO-Staring Centrum in onderlinge samenwerking met het Ingenieursbureau Eelerwoude. Rapport 98.9 en de daarop volgende rapporten in de reeks zijn uitgegeven door DLO-Staring Centrum.

## Samenvatting

In het bosreservaat 'Zwarte Bulten' in de gemeente Rozendaal is in juni 1992 een bodemgeografisch onderzoek uitgevoerd. Het doel van het onderzoek is het in kaart brengen van de geologische opbouw en de bodemgesteldheid. De onderzoeksgegevens zijn enerzijds in digitale vorm, anderzijds in een rapport en op kaarten, schaal 1 : 5000, aangeleverd. Het bosreservaat 'Zwarte Bulten' heeft een oppervlakte van ca. 47 ha en ligt in de boswachterij Rozendaal in de provincie Gelderland. Het bestaat overwegend uit grove den met berk en inlandse eik.

Het bodemgeografisch onderzoek omvat het vaststellen van dikte en opbouw van de strooisellaag; de opbouw van de bodem tot 2,00 m - mv.; de aard, samenstelling en eigenschappen van de bodemhorizonten en het vaststellen van het grondwaterstandsverloop.

In het gebied komen afzettingen van pleistocene en holocene ouderdom voor. De oudste geologische formatie binnen 2,00 m - mv. is de midden-pleistocene afzetting uit het Saalien, het gestuwd preglaciale zand behorende tot de Formatie van Urk. Verder komen er fluvio-glaciale afzettingen behorende tot de Formatie van Drente voor, fluvio-periglaciale afzettingen en eolische afzettingen uit het Weichselien, die die tot de Formatie van Twente worden gerekend. De jongste eolische afzetting is het holocene stuifzand behorende tot de Formatie van Kootwijk. In fig. 2 en op de Geologische kaart (Kaart 1) zijn de verschillende geologische formaties aangegeven.

De bodem bestaat uit zandgronden. Hierin komen podzolgronden en vaaggronden voor. Het humusprofiel bestaat vrijwel geheel uit een ecto-organisch deel. Het endo-organisch deel komt sporadisch voor. De gemiddelde dikte van het ecto-organische deel bedraagt 9,2 cm. Het hele reservaat komt voor op grondwatertrap VIIIId. Op de Bodem- en grondwatertrappenkaart (Kaart 2) zijn de verbreiding van de bodemeenheden en de grondwatertrap weergegeven.

## 1 Inleiding

Het doel van het bodemgeografisch onderzoek in het bosreservaat 'Zwarte Bulten' in de gemeente Rozendaal is gericht op het in kaart (schaal 1 : 5000) brengen van:

- de geologische afzettingen;
- de bodemgesteldheid.

Het bestuderen en vastleggen van de huidige bodemgeografische situatie maakt deel uit van het startprogramma in het bosreservatenonderzoek (Broekmeyer en Hilgen, 1991) en vormt een basis om het toekomstig verloop van bodemvormende processen in het basisprogramma te volgen.

Om de uitgangssituatie in het bosreservaat vast te stellen is het van belang inzicht te hebben in het ontstaan van bodem en landschap alsmede gegevens beschikbaar te hebben over de aard van de geologische afzettingen, de bodemgesteldheid, inclusief de grondwaterhuishouding, de dikte en opbouw van de strooisellaag en de bewerkingsdiepte.

Bij het veldbodemkundig onderzoek zijn hiervoor gegevens verzameld. Hiertoe worden bij bodemprofielmonsters de profielopbouw van de gronden tot 2,00 m - mv. vastgesteld, het grondwaterstandsverloop geschat en van iedere horizont de dikte, de aard van het materiaal, de textuur en het humusgehalte gemeten of geschat. Bovendien worden van het humusprofiel de dikte en mate van decompositie van de verschillende strooisellagen vastgesteld. Verschillen en overeenkomsten in de bodemgesteldheid gaan vaak samen met visueel waarneembare verschillen en overeenkomsten in het landschap, omdat beide onder invloed van dezelfde omstandigheden zijn ontstaan. Daardoor is het mogelijk de verbreiding van de verschillen en overeenkomsten in vlakken op een kaart vast te leggen.

Methoden en resultaten en van dit onderzoek zijn beschreven en weergegeven in het rapport en de conclusies zijn weergegeven op 2 kaarten (Kaart 1 en 2). Rapport en kaarten vormen één geheel en vullen elkaar aan. Het is daarom van belang rapport en kaarten gezamenlijk te raadplegen.

Het rapport heeft de volgende opzet: Hoofdstuk 2 geeft informatie over de ligging en oppervlakte van het onderzochte gebied, de bodemvorming en de waterhuishouding. Hoofdstuk 3 beschrijft de methode van het bodemgeografisch onderzoek, het humusprofielonderzoek, de indeling van de gronden en het grondwaterstandsverloop. Tenslotte worden de opzet van de legenda en de verwerking van de profielbeschrijvingen toegelicht. Hoofdstuk 4 bevat de resultaten van het onderzoek en beschrijft de geologische opbouw van het bosreservaat, de bodemgesteldheid en het humusprofiel. In hoofdstuk 5 staan de conclusies van het onderzoek weergegeven op de Geologische kaart, schaal 1 : 5000 (Kaart 1) en de Bodem- en grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 5000 (Kaart 2).

In aanhangsel 1 worden de termen en begrippen die in het rapport of op de kaarten zijn gebruikt nader verklaard of gedefinieerd. Aanhangsel 2 bevat een lijst van tot nu toe verschenen rapporten in de serie over bosreservaten in Nederland.

De digitale bestanden van het bosreservaat 'Zwarte Bulten', waarin de gegevens over de profielopbouw zijn opgeslagen blijven in beheer bij DLO-Staring Centrum en bij IBN-DLO.



## **2 Fysiografie**

### **2.1 Ligging en oppervlakte**

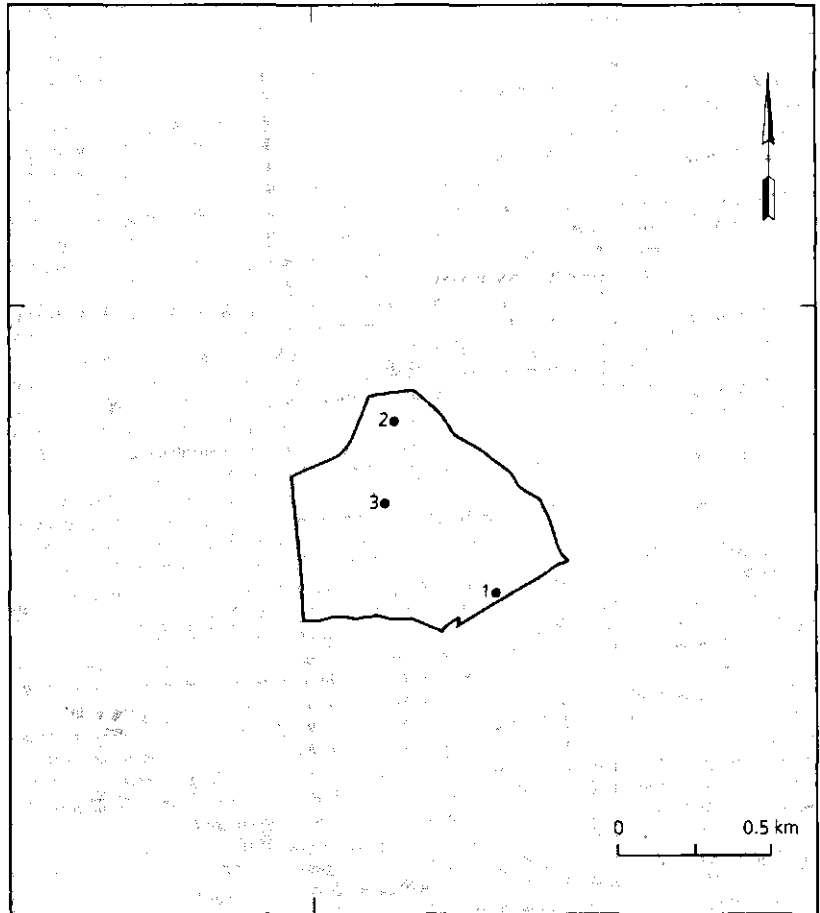
Het bosreservaat 'Zwarte Bulten' ligt in de boswachterij Rozendaal in de provincie Gelderland (fig. 1). De oppervlakte van het bosreservaat bedraagt ca. 47 ha. De topografie staat afgebeeld op blad 40B van de Topografische kaart van Nederland, schaal 1 : 25 000. De begroeiing bestaat hoofdzakelijk uit grove den met daarbij berk en zomereik en is karakteristiek voor een wintereiken- Beukenbos.

### **2.2 Bodemvorming**

De bodem bestaat uit verschillende soorten moedermateriaal. In het bosreservaat 'Zwarte Bulten' komen gestuwd preglaciaal zand, fluvioglaciaal zand, fluvio-periglaciaal zand, dekzand en stuifzand voor. In dit moedermateriaal treden onder invloed van onder andere de factoren klimaat, water, flora, fauna en de mens, veranderingen op. Deze bodemvormende factoren brengen bodemvormende processen op gang die op hun beurt de bodemvorming in gang zetten. De eventuele bodemvorming of pedogenese is weer afhankelijk van de aard van het moedermateriaal en de tijdsduur waarover de bodemvormende factoren van invloed zijn (De Bakker en Schelling, 1989).

### **2.3 Waterhuishouding**

Door de ligging van het bosreservaat op de stuwwal van Arnhem op 75 m + NAP bevindt het grondwater zich vele meters beneden het maaiveld. In dit infiltratiegebied is de vegetatie geheel afhankelijk van het in de bodem opgeslagen regenwater (hangwaterprofiel).



● Plaats grondmonsters

Top. krt. schaal 1 : 25 000 blad 40B Arnhem

**Fig. 1 Ligging van het bosreservaat "Zwarte Bulten"**

## 3 Methode

### 3.1 Bodemgeografisch onderzoek

Het bodemgeografisch onderzoek van het bosreservaat 'Zwarte Bulten' is uitgevoerd in juni 1992.

Bodemgeografisch onderzoek betreft een veldbodemkundig onderzoek naar de variabelen die samen de bodemgesteldheid bepalen:

- profielopbouw (als resultaat van de geogenese en bodemvorming);
- dikte van de horizonten;
- textuur van de minerale horizonten (lutum- en leemgehalte en zandgrofheid);
- aard van de veensoort van moerige horizonten;
- organische-stofgehalte van de bovengrond of het stuifzanddek;
- bewortelbare diepte;
- grondwaterstandsverloop;
- het determineren van de grond volgens De Bakker en Schelling (1989);
- het ruimtelijk weergeven van de verbreiding van deze variabelen in bodemkundige eenheden op een kaart en de omschrijving ervan in de bijbehorende legenda.

Bij het onderzoek hebben we gebruik gemaakt van de in 1975 verschenen Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, met toelichting bij kaartblad 40 West en 40 Oost Arnhem.

Het bodemgeografisch onderzoek van het bosreservaat 'Zwarte Bulten' is uitgevoerd met een door IKC-NBLF verstrekte en IBN-DLO bijgewerkte basiskaart, schaal 1 : 2500. Op deze kaart is een ruitennet van 50 x 50 m aangebracht, dat aangeeft waar in het terrein de snijpunten liggen om de boringen te verrichten. Op 70 steekproefpunten zijn met een grondboor bodemprofielmonsters genomen tot een diepte van 2,00 m - mv. In het veld is elk monster veldbodemkundig onderzocht. Van elk bodemmonster zijn de hiervoor genoemde variabelen geschat of gemeten en is de profielopbouw gekarakteriseerd. Bij de 70 'at random' gekozen boorpunten zijn de resultaten van het onderzoek aan deze bodemprofielmonsters opgenomen met een veldcomputer en vastgelegd op de situatiekaart. De gegevens van de bemonsterde profielen en enkele niet beschreven tussenboringen buiten het ruitennet zijn gebruikt om een zo betrouwbaar mogelijke bodem- en grondwatertrappenkaart en geologische kaart te maken. De boringen in het ruitennet zijn uitgevoerd op 0,5 m ten noorden van de markeringspunten in het veld.

Om de verbreiding van de gevonden bodemkundige verschillen in kaart te brengen, zijn de grenzen op de situatiekaart ingetekend. Hierbij is niet alleen uitgegaan van de profielkenmerken, maar ook van veldkenmerken en van landschappelijke en topografische kenmerken, zoals maaiveldsligging, reliëf, soort en/of kwaliteit van de vegetatie. Om het grondwaterstandsverloop vast te stellen is in het veld geschat welke grondwatertrap aan een grond moest worden toegekend. Uit de profielopbouw en

vooral uit de kenmerken die met de waterhuishouding samenhangen (roest- en reductievlekken en blekingsverschijnselen), is uit de gemiddeld hoogste (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) de grondwatertrap (Gt) afgeleid.

De conclusies van het onderzoek naar de geologische gesteldheid en de bodemgesteldheid (inclusief de hydrologische situatie) zijn samengevat op 2 kaarten, 1 : 5000 (Kaart 1 en 2).

### 3.2 Beschrijving van het humusprofiel

Met het humusprofiel wordt dat deel van het bodemprofiel bedoeld dat uit dode organische stof bestaat. De strooisellaag op de bodem wordt gevormd door afstervende planteresten, takken en bladeren. In de loop van de tijd wordt deze 'litter' afgebroken als gevolg van activiteiten van de bodemflora en fauna en dit gaat gepaard met grote veranderingen in chemische en fysische eigenschappen van de organische stof. De snelheid en wijze van afbraak is van veel factoren afhankelijk. De condities waaronder afbraak plaats vindt zijn van plaats tot plaats verschillend. Van grote invloed hierop zijn o.a. de zuurgraad, vochtvoorziening, de mineralogische rijkdom van het minerale moedermateriaal (geologische formatie), licht en temperatuur.

Als gevolg van deze afbraak onderscheidt men een aantal verschillende (organische) horizonten. Deze afzonderlijke horizonten samen vormen het humusprofiel. Het humusprofiel kan worden onderverdeeld in een ecto-organisch deel en een endo-organisch deel. Het ecto-organische deel, de O-laag, bestaat uit de strooisellaag, waarbij nog vrijwel geen menging heeft plaatsgevonden met de onderliggende minerale bodem. Het endo-organische deel, de A-horizont, bestaat uit het minerale deel van de bodem, waarbij door intensieve menging een humeuze bovengrond is ontstaan.

Binnen het ecto-organische deel kunnen een OL-, een OF- en een OH-horizont worden onderscheiden. De OL (litter-)horizont bestaat uit relatief verse dode plantdelen. De OF (fermentatie-horizont) bestaat uit meer of minder afgebroken litter, waarbij echter macroscopisch herkenbare resten van planteweefsels domineren. De OH-horizont bestaat uit fijn verdeelde organische stof, waarin ten hoogste nog macroscopisch herkenbare resten van wortels, hout en schors kunnen voorkomen. In niet-terristische milieus kan een OO = organic-horizont voorkomen, bestaande uit organisch materiaal, geaccumuleerd als gevolg van een, door een zeer slechte drainage veroorzaakte, geremde afbraak. Binnen het endo-organische deel onderscheiden we een Ah-horizont, een door sterke accumulatie van organische stof, donker gekleurde horizont.

De dikte van het humusprofiel in het algemeen, en van de afzonderlijke horizonten in het ecto-organische deel in het bijzonder, het al of niet voorkomen ervan is van veel factoren afhankelijk. Hierbij spelen leeftijd van de bosopstand, aard van het moedermateriaal, afbraaksnelheid, antropogene invloeden als grondbewerking, beheer een grote rol.

In 1981 heeft Klinka (Klinka et al. 1981) een classificatiesysteem ontwikkeld om de verschillende humusvormen te rangschikken. Bij deze indeling wordt globaal onderscheid gemaakt tussen morhumus, moderhumus en mullhumus. Het al dan niet voorkomen van de te onderscheiden horizonten, de dikte ervan en de aan- of afwezigheid van de afbrekende flora en fauna (schimmels, wormen) zorgen voor een verdere onderverdeling. Binnen het bosreservatenprogramma wordt getracht dit systeem op zijn toepasbaarheid te toetsen en dit eventueel aan te passen of aan te vullen. Wij volstaan daarom binnen het startprogramma bosreservaten het humusprofiel nauwkeurig te beschrijven. In aanhangsel 1 staat een uitgebreide beschrijving van de verschillende horizonten.

### 3.3 Indeling van de gronden

In het veld zijn de gronden per boorpunt gedetermineerd volgens het systeem van bodemclassificatie voor Nederland van De Bakker en Schelling (1989). Dit is een morfometrisch classificatiesysteem; het gebruikt de meetbare kenmerken van het profiel als indelingscriterium. Vervolgens zijn de gronden in karteerbare eenheden ingedeeld. Deze eenheden zijn in de legenda ondergebracht, omschreven en verklaard. Getracht is de verschillende soorten gronden zodanig te groeperen dat de legenda de indeling overzichtelijk weergeeft. Het doel van het onderzoek en de meer gedetailleerde kartering in het bosreservaat 'Zwarte Bulten' hebben ertoe geleid dat op bepaalde punten van de landelijke indeling is afgeweken of de onderverdeling is verfijnd. Op het hoogste niveau prevaleert de grondsoort zand, op een lager niveau is bij de zandgronden de indeling naar textuur aangepast, en bij de vaaggronden is een indeling naar organische-stofgehalte en ondergrond toegevoegd. Er komen 9 legenda-eenheden voor. Tussen [] staat de code voor een indelingscriterium.

Zandgronden zijn minerale gronden (zonder moerige bovengrond of moerige tussenlaag) waarvan het niet-moerige deel tussen 0 en 80 cm - mv. voor meer dan de helft van die dikte uit zand bestaat. Binnen de zandgronden in het bosreservaat 'Zwarte Bulten' zijn naar de aard van de bodemvorming podzolgronden [Y,H] en vaaggronden [Z] onderscheiden.

De zandgronden bestaan naar textuur van de bovengrond uit:

- matig fijn zand [5...];
- matig fijn en matig grof zand [6...];
- matig grof zand [7...];
  
- leemarm zand [...1];
- leemarm en zwak lemig zand [...2];
- zwak en sterk lemig zand [...4];
- sterk en zeer sterk lemig zand [...6].

### 3.4 Indeling van het grondwaterstandsverloop

De grondwaterstand op een bepaalde plaats varieert in de loop van een jaar. Doorgaans zal het niveau in de winter hoger zijn (minder verdamping) dan in de zomer (meer verdamping). Bovendien verschillen grondwaterstanden ook van jaar tot jaar op hetzelfde tijdstip (Van Heesen en Westerveld 1966). Het jaarlijks wisselend verloop van de grondwaterstand op een bepaalde plaats is te herleiden tot een geschematiseerde curve. Deze kan gekarakteriseerd worden door een gemiddeld hoogste (GHG), gecombineerd met een gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Hieronder wordt verstaan het rekenkundig gemiddelde over zoveel mogelijk achtereenvolgende jaren (liefst minimaal 8 jaar) van de hoogste/laagste drie grondwaterstanden per hydrologisch jaar (1 april-31 maart) van buizen die op of omstreeks de 14<sup>e</sup> en 28<sup>e</sup> van elke maand gemeten worden (Van Heesen 1971). Tot voorjaar 1986 werden de drie hoogste grondwaterstanden van een heel jaar genomen voor de berekening van de GHG. Vanaf 1 april 1986 worden alleen de drie hoogste standen van het winterhalfjaar (oktober t/m maart) voor de berekening gebruikt. Dit geldt evenzo voor de drie laagste grondwaterstanden, waarvan de gegevens van het zomerhalfjaar (april t/m september) voor de berekening worden gebruikt (Van der Sluis en Van Heesen 1989).

De waarden van de GHG en de GLG kunnen van plaats tot plaats vrij sterk variëren. Daarom is de klasse-indeling, die op basis van de GHG en de GLG is ontworpen, betrekkelijk ruim van opzet. Elk van deze klassen, de grondwatertrap (Gt), is door een GHG- en/of GLG-traject gedefinieerd (bijvoorbeeld GHG = 40-80 cm - mv. en GLG > 120 cm - mv. is Gt VI). Met de lettertoevoeging achter de code is aanvullende informatie gegeven over de GLG. Binnen het bosreservaat komt alleen de grondwatertrap VIIIId voor.

Wanneer aan een kaartvlak een bepaalde grondwatertrap is toegekend, wil dat zeggen dat de GHG en GLG van de gronden binnen dat vlak, afgezien van afwijkingen tengevolge van onzuiverheden door het ontbreken van de steekproefpunten, zullen liggen binnen de grenzen die voor die bepaalde grondwatertrap gesteld zijn. Daarmee wordt dus informatie gegeven over de grondwaterstanden die men er in de periode december-februari en juli-augustus in een gemiddeld jaar mag verwachten.

### 3.5 Opzet van de legenda

In de legenda's van de bodem- en grondwatertrappenkaart zijn de verschillen in bodemgesteldheid weergegeven in de vorm van:

- legenda-eenheden;
- grondwatertrappen;
- toevoegingen.

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

Toevoegingen worden aangegeven met een onderbroken lijn, voor zover deze niet samenvalt met een bodemgrens.

### **3.6 Opslag bodemkundige gegevens in digitale boorbestanden**

De veldbodemkundige gegevens worden ingevoerd op een veldcomputer (HUSKY). Deze data kunnen als boorbestand worden uitgedraaid of digitaal worden opgeslagen. De profielopbouw is per bodemlaag of horizont uitgebreid beschreven en vastgelegd, omdat deze gegevens als basis gebruikt worden voor verder onderzoek. Tot de gegevens per laag of horizont behoren:

- horizontcode en -diepte;
- boven- en ondergrens van de beschreven laag naar duidelijkheid en vorm;
- kleur (facultatief)
- mengverhouding;
- organische-stofgehalte, de aard ervan en veensoort als de laag uit veen bestaat;
- textuur: het lutum- en leemgehalte en de zandgrofheid;
- aanwezigheid van grind;
- mate van verkitting;
- mate van vlekkerigheid;
- structuur;
- zichtbaarheid van poriën;
- dichtheid;
- aantal en verdeling van wortels;
- kalkklasse;
- rijpingsklasse;
- geologische formatie;
- opmerkingen als procentuele verdeling van de mengverhouding.

De digitale informatie van het bosreservaat 'Zwarte Bulten' blijft in beheer bij DLO-Staring Centrum. Daarnaast zijn de gegevens in een aantal deelbestanden overgedragen aan IBN-DLO te Wageningen. De toelichting op de codes in het digitale boorstatenbestand is op diskette verkrijgbaar bij DLO-Staring Centrum, afdeling BBN, en IBN-DLO.

Tijd		Procesbepalende factor	Geologische afzetting	Terreinvorm	Bodemtype		
HOLOCEEN		wind	stuifzand	landduinen	Formatie van Kootwijk vaaggronden		
PLEISTOCEN	Laat	Laat Weichselien	wind	dekzand	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">lintvormige ruggen (pseudotsars)</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">landduinen</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">lage dekzandruggen</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">lage dekzandwelingen</div> </div>	Formatie van Twente	humuspodzolgronden
		Midden Weichselien	solifluctie	sneeuwmeltwaterafzettingen "fluvio-periglaciaal zand" "verspoeld dekzand"	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">solifluctiehellingen (stuwwal- en karnehellingen)</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">cryoplanate terrassen</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">droge dalen</div> </div>		moder- en humuspodzolgronden
	Vroeg Weichselien	?	?	?	?		
	Eemien	?	?	?	?		
	Midden	Saalien	afsmeltend landijs	ijssmeltwaterafzettingen "fluvio-glaciaal zand"	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">abrieterrassen in gestuwde afzettingen</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">landslide-hissen</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">karnie</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">accumulatie-abrasie-terrassen in ijssmeltwaterafzettingen (karnieterrassen)</div> </div>	Formatie van Drente	humuspodzolgronden
landijs			gestuwde afzettingen "gestuwd preglaciaal zand"	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">stuwwal</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">stuwwalglooiingen</div> </div>	Formatie van Urk	moderpodzolgronden	
rivieren		bruine zanden					
Vroeg			<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">witte zanden</div> </div> <p>"preglaciaal zand"</p>				

Niet aangetroffen

**Fig. 2 Stratigrafie van de beschreven afzettingen**



## 4 Resultaten

### 4.1 Geologische opbouw

In het bosreservaat komen binnen 2,00 m - mv. verschillende afzettingen voor (zie fig. 2). Op de Geologische kaart (Kaart 1) is de verbreiding aangegeven.

#### *Formatie van Urk; gestuwde afzettingen*

In de periode voor het Saalien tot in het vroeg-Saalien zijn door de grote rivieren grote hoeveelheden grindhoudend, grof zand afgezet. Daarin komen plaatselijk leemhoudende, fijnere zandlagen voor. In het bosreservaat zijn het vooral de afzettingen van de Rijn die tot de Formatie van Urk gerekend worden. Ze worden wel 'bruine zanden' genoemd. Deze 'bruine zanden' zijn mineralogisch rijker dan de zgn. 'witte zanden' die door oostelijke rivierstelsels afgezet zijn, maar hier niet zijn aangetroffen. Gedurende het Saalien drong het landijs vanuit het noorden de rivierdalen binnen en perste de rivierzanden op tot hoge stuwwallen. Het bosreservaat 'Zwarte Bulten' ligt op de stuwwal van Arnhem. De zandgrofheid van het gestuwd preglaciale zand varieert van matig fijn tot zeer grof en de leemigheid van leemarm tot sterk lemig.

#### *Formatie van Drente; fluvioglaciaal zand, ijssmeltwaterafzettingen*

Bij het afsmelten van de ijskappen aan het einde van het Saalien zijn de stuwwallen gedeeltelijk geërodeerd. Grote hoeveelheden zand werden achter de stuwwallen afgezet en vormden een smeltwatervlakte, ook wel sandr genoemd. Deze zanden, die tot de Formatie van Drente gerekend worden, zijn overwegend matig fijn en matig grof, en leemarm tot zwak lemig. Ze bevatten veel grind. Een klein deel in het noorden van het reservaat maakt deel uit van zo'n smeltwaterdal.

#### *Formatie van Twente; helling-periglaciaal zand, sneeuwsmeltwaterafzetting en dekzanden*

In het Weichselien heerste in onze streken een toendraklimaat, waarbij de ondergrond permanent bevroren was. In de zomer ontdooide de bovengrond, die in hellend terrein als een modderbrij naar beneden stroomde. Door het oppervlakkig afstromen van het smeltwater en het ontbreken van vegetatie werden in de stuwwallen dalen uitgeslepen, die als droge dalen zijn terug te vinden. In het bosreservaat loopt zo'n smeltwaterdal van zuidwest naar noordoost, uitlopend in de sandrvlakte. De kernvlakte van het bosreservaat bevindt zich midden in dit dal. Doordat dit dal in een latere fase grotendeels weer is opgevuld en overstoven valt het landschappelijk gezien minder op. In het Weichselien volgden koude (stadialen) en warme (interstadialen) klimaatsfasen elkaar op. Tijdens een koude fase in het laatste deel van het Midden-Weichselien was de begroeiing schaars en viel er weinig neerslag. Door erosie traden er op grote schaal verstuiwingen op. Hierdoor ontstonden eolische

afzettingen met een afgeronde korrelvorm, de dekzanden, die als een deken de aanwezige sedimenten bedekten. Deze windafzettingen worden Oud en Jong dekzand genoemd en behoren tot de Formatie van Twente. Oud dekzand bestaat uit een afwisseling van horizontale laagjes lemig en niet lemig, fijn zand en de ligging is vrij vlak. Jong dekzand is vaak duidelijk grover, de gelaagdheid ontbreekt en de ligging is in de vorm van ruggen en duinen. De in dit gebied aangetroffen dekzanden behoren tot de Jonge dekzanden. Ze worden ook wel gordeldekzanden genoemd, vanwege de ligging op de flank van de stuwwal en de insluitsels van grovere zandkorrels. Een deel van het dekzand is terug te vinden als opvullingsmateriaal in het sneeuwsmeltwaterdal en heeft aldoor bloot gestaan aan de eroderende werking van water en wind.

### ***Formatie van Kootwijk***

Na het Laat-Weichselien trad een blijvende klimaatsverbetering op en begon het Holoceen. Nadat de verstuiwingen uit het Praeboreaal en het Boreaal vastgelegd waren door de begroeiing kon overal bodemvorming optreden. Onder invloed van de mens vanaf de vroege Middeleeuwen traden weer zandverstuiwingen op. Door ontbossing, strooiselroof, afplaggen en overmatige beweiding verdween de vegetatie. Daar kon de verstuiwing vrij algemeen plaatsvinden, vooral op de droge gronden waar Jong dekzand aan de oppervlakte lag. De verstuiwing ging door tot aan het begin van de bebossing. Plaatselijk werd het zand diep weggeblazen en ontstonden uitgestoven laagtes. Elders, waar nog vegetatie aanwezig was, werd het verstuivende zand weer opgevangen en ontstonden hoge opgestoven heuvels. Kenmerkend voor het stuifzand is de afwisselende gelaagdheid door verschillen in humusgehalten. Dunne uiterst humusarme banden worden afgewisseld door matig humusarme en matig humeuze bandjes. De snelheid waarmee de verstuiwing plaatsvond en de daarmee samenhangende vegetatieontwikkeling, bepaalde de hoeveelheid organische stof in het stuifzandpakket. De geringe hoeveelheid organische stof in het stuifzand duidt op een snelle verstuiwing in dit gebied. Het stuifzand binnen het bosreservaat komt voor in de vorm van matig dikke duinen op gestuwd preglaciaal zand met daarin een podzolprofiel, als opvullingsmateriaal in het sneeuwsmeltwaterdal waarin een aanvankelijk podzolprofiel in een eerder stadium is weggeërodeerd, en in de vorm van metershoge ruggen en koppen.

## **4.2 Bodemgesteldheid**

In deze paragraaf worden de resultaten van het onderzoek naar de bodemgesteldheid beschreven. De interpretatie van de resultaten leiden tot conclusies en zijn weergegeven op de Bodem- en grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 5000 (Kaart 2). Voor een verklaring of definiëring van de gebruikte terminologie verwijzen we naar aanhangsel 1, de woordenlijst.

#### 4.2.1 Het humusprofiel

Het ecto-organische deel van het humusprofiel bestaat uit een OL-, OF- en OH-horizont. De OF-horizont bevat hoofdzakelijk dierlijke uitwerpselen of droppings (OFa), een aanwijzing van afbraak door microfauna, maar er zijn ook vrij regelmatig schimmels in aangetroffen (OFaq). Op de overgang van de OF- en OH-horizont komen vrij regelmatig wat dikkere (*Vaccinium*) wortels voor met een horizontale ligging.

In het bosreservaat 'Zwarte Bulten' is de gemiddelde dikte van het ecto-organische deel 9,1 cm (n = 70). Op een aantal plaatsen is in de strooisellaag een verontreiniging met minerale delen waargenomen of komen zandinsluitsels voor. Dit kan zijn veroorzaakt door lokale verstuiwing en erosie of door menging met het endo-organische deel door bodemfauna, wilde varkens of konijnen. Op plaatsen met een vegetatie van bochtige smele komen veel fijne wortels voor in de OF-horizont en de OH-horizont. Binnen de humusprofielen komt alleen een endo-organische laag voor in de vorm van een Ah-horizont bij podzolgronden. Deze is plaatselijk afgedekt met stuifzand. Bij de vaaggronden heeft zich in het minerale deel een micropodzolprofiel ontwikkeld.

Het onderstaande overzicht geeft van de opnamepunten met de meest voorkomende boomsoortensamenstelling de gemiddelde dikte weer van de diverse horizonten van het ecto-organische deel: onder grove den (n = 26), onder grove den met berk (n = 22) en onder grove den met berk en eik (n = 6). De overige 16 meetpunten zijn niet in groepen onderverdeeld.

Horizont-code	Gemiddelde dikte in cm	Spreiding
<b>Grove den: n = 26</b>		
OL	1,7	(0,5 - 4,0)
OF	4,8	(2,0 - 8,5)
OH	2,8	(0 - 7,0)
Totaal	9,3	
<b>Grove den/berk: n = 22</b>		
OL	1,2	(0 - 2,5)
OF	4,9	(2,0 - 13,5)
OH	3,5	(1,0 - 6,0)
Totaal	9,6	
<b>Grove den/berk/eik: n = 6</b>		
OL	0,7	(0 - 1,5)
OF	5,1	(3,0 - 7,0)
OH	2,6	(0 - 4,5)
Totaal	8,4	

Een selectie uit de humusprofielbeschrijvingen met als uitgangspunt de geologische formatie geeft de volgende indeling:

Horizont-code	Gemiddelde dikte in cm	Spreiding
<b>Gestuwd preglaciaal zand</b>		
OL	1,3	(1,0- 2,0)
OF	5,0	(2,0-13,5)
OH	4,5	(0,5-15,5)
<b>Totaal</b>	<b>10,8</b>	
<b>Dekzand</b>		
OL	1,4	(1,0- 2,0)
OF	4,4	(3,0- 6,5)
OH	3,7	(1,0- 5,0)
<b>Totaal</b>	<b>9,5</b>	
<b>Stuifzand</b>		
OL	1,2	(0,0- 3,0)
OF	5,1	(3,0- 8,0)
OH	2,6	(0,0- 7,5)
<b>Totaal</b>	<b>8,9</b>	

Op een aantal plaatsen is van het humusprofiel per horizont de pH-KCl en het organische-stofgehalte bepaald. De analyses zijn uitgevoerd door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek. De gegevens zijn weergegeven in Tabel 1

*Tabel 1 Analyse-uitslagen grondmonsters*

Bodem	Horizont	pH-KCl	Org. stof %	C/N
duinvaag- grond	OL+OF	3,1	71,6	23
	OH	2,7	47,4	22
	Cbm	3,2	2,3	20
duinvaag- grond	OL+OF	3,0	90,8	25
	OH	2,6	64,6	30
	Cbm	3,4	1,3	21
haarpod- zol- grond	OL+OF	2,8	81,2	23
	OH	2,4	73,6	27
	Ah	2,9	5,5	27

#### 4.2.2 De zandgronden

Het bosreservaat 'Zwarte Bulten' bestaat geheel uit zandgronden die tot de gestuwd preglaciale zanden, de fluvioglaciale zanden, de fluvioperiglaciale zanden, de dekzanden en de stuifzanden behoren. Binnen deze zandgronden komen

podzolgronden en vaaggronden voor.

#### **4.2.2.1 Podzolgronden [Y, H]**

Podzolgronden hebben een duidelijke podzol-B-horizont (inspoelingshorizont) en een Ah-horizont dunner dan 50 cm. De podzolgronden zijn onderverdeeld in moderpodzolgronden [Y] en humuspodzolgronden [H].

##### ***Moderpodzolgronden/Holtpodzolgronden [Y]***

Moderpodzolgronden zijn gronden met een zwarte humeuze bovengrond (Ah), die geleidelijk overgaat in een minder humeuze, donker geelbruine Bws-horizont, waarin veel ijzer om de korrels voorkomt. De humus in de Bws-horizont bestaat uit moder. De Bw-horizont gaat zonder scherpe overgang in het onveranderde moeder materiaal (Cy-horizont) over. Moderpodzolgronden komen voor in relatief rijk moeder materiaal. Naar de dikte van de humushoudende bovengrond komen alleen holtpodzolgronden voor.

##### ***Y76 Holtpodzolgronden, matig grof [7], sterk en zeer sterk lemig [6] zand***

Holtpodzolgronden komen in het noordwestelijke deel en in het zuidoostelijke deel van het bosreservaat voor op plaatsen waar het gestuwd preglaciale zand aan de oppervlakte ligt en niet door erosie is aangetast of overstoven. Er zijn bij 5 steekproefpunten profielbeschrijvingen gemaakt. Een minerale eerdlaag (Ah-horizont) is bij één steekproefpunt aangetroffen met een dikte van 11 cm. De Bw-horizont is niet overal even sterk ontwikkeld waardoor deze gronden op die plaatsen volgens de classificatie tot de vorstvaaggronden gerekend moeten worden. De Bw-horizont ligt vrijwel aan de oppervlakte, waarbij de dikte varieert van 35-90 cm. Daaronder treffen we de onveranderde Cy-, Ce- en Cu-horizont aan met daarin plaatselijk (fossiele) roestvlekken. De zandgrofheid varieert in het sterk gelaagde zand van 155-1000 m en bevat veel grind en stenen. Het leemgehalte varieert van 18-40% in de bovengrond en van 8-16% in de ondergrond. Het organische stofgehalte van de humushoudende bovengrond varieert van 0,5-5%. De holtpodzolgronden komen voor met grondwatertrap VIII d.

##### ***Humuspodzolgronden/Haarpodzolgronden [H]***

Humuspodzolgronden hebben een duidelijke humuspodzol-B-horizont (inspoelingshorizont), waarin amorfe humus voorkomt, die in disperse vorm is ingespoeld. De Ah-horizont is dunner dan 50 cm. In het bosreservaat 'Zwarte Bulten' komen binnen de humuspodzolgronden alleen haarpodzolgronden voor.

##### ***Hd52 Haarpodzolgronden, matig fijn [5], leemarm en zwak lemig [2] zand***

De haarpodzolgronden komen voor in het dekzand in het noordwestelijke deel van het bosreservaat. Er zijn van 8 steekproefpunten profielbeschrijvingen gemaakt. Bij de haarpodzolgronden bevindt zich onder de 10-30 cm dikke Ah-horizont een uitspoelingslaag die uit matig humusarm tot matig humeus grijs zand bestaat: de AE-horizont, ook wel loodzandlaag genoemd. Daaronder volgt een 20-40 cm dikke donkerbruine Bhs-horizont. Het bovenste deel van deze horizont bevat veel ingespoelde organische stof (ca. 12-14%), het onderste deel bevat ca. 2-4% organische stof. Daaronder volgt de lichtgele, onveranderde Cy-en Cu-horizont. Een deel van de gronden heeft een dun (< 40 cm) stuifzanddekje (toev s...). De zandgrofheid van het dekzand bedraagt ca 165  $\mu$ m. Het leemgehalte varieert van 6-15% in de bovengrond en van 6-8% in de ondergrond. Het humusgehalte van het stuifzanddekje bedraagt 1-2%. De Ah-horizont heeft 3-10% organische stof. In de ondergrond komt plaatselijk vanaf 150 cm - mv. matig fijn en matig grof fluvioperiglaciaal zand voor met grind (toev. ...g). De haarpodzolgronden komen voor met grondwatertrap VIII d.

#### 4.2.2.2 Vaaggronden 'stuifzandgronden' [Z]

Zandgronden waarvan de horizonten zwak of vaag ontwikkeld zijn, voldoen niet aan de maatstaven die gelden voor podzolgronden of eerdgronden en worden tot de vaaggronden gerekend. Komen de vaaggronden alleen in de stuifzandgebieden voor, dan duiden we ze ook wel met de naam 'stuifzandgronden' aan.

In het bosreservaat zijn de stuifzandgronden onderverdeeld naar de aard van de ondergrond en naar het organische-stofgehalte van het stuifzanddek.

Naar de aard van de ondergrond zijn vier groepen onderscheiden:

- vaaggronden in stuifzand dikker dan 180 cm (opgestoven of overstoven);
- vaaggronden in stuifzand op zand met podzolprofiel [...p] (overstoven);
- vaaggronden in stuifzand op zand zonder podzolprofiel [...z] (opgestoven op afgestoven);
- vaaggronden in zand zonder podzolprofiel [afgestoven].

Naar het organische-stofgehalte zijn twee groepen onderscheiden:

- a-stuifzand, bestaande uit uiterst en zeer humusarm zand;
- b-stuifzand, bestaande uit zeer en matig humusarm zand.

*aZ51 Vaaggronden, opgestoven of overstoven, uiterst en zeer humusarm [a], matig fijn [5], leemarm [1] zand*

Vaaggronden met meer dan 200 cm stuifzand komen voor in hoog gelegen ruggen en koppen. Van 22 steekproefpunten zijn profielbeschrijvingen gemaakt. Het stuifzand is enigszins gelaagd met afwisselend meer en minder humeuze bandjes. Het humusgehalte varieert hierin van 0 tot 1,5%. In de eerste 3 cm bedraagt het humusgehalte 2 à 3%. In het stuifzand heeft zich een micropodzol ontwikkeld. De zandgrofheid bedraagt ca. 165  $\mu$ m. Het leemgehalte bedraagt ca. 6%. De gronden

hebben grondwatertrap VIIIId.

*bZ51p Vaaggronden, overstoven, in zeer en matig humusarm [b], leemarm [1], matig fijn [5] zand op zand met podzolprofiel [p]*

Vaaggronden, bestaande uit een stuifzanddek op zand, waarin een podzolprofiel voorkomt, bevinden zich op een aantal plaatsen verspreid in het bosreservaat. Van 16 steekproefpunten is een profielbeschrijving gemaakt. De dikte van het stuifzanddek varieert van 50-190 cm, waarbij de meest voorkomende dikte 100 tot 150 cm bedraagt. Het stuifzanddek is gelaagd met humeuze bandjes, waarin het humusgehalte varieert van 0,5-2,5%. In de laag van 0-5 cm - mv. en op de overgang naar het podzolprofiel is het humusgehalte wat hoger met percentages tot 4%. In de bovenste 10-40 cm komt een micropodzolprofiel voor. De zandgrofheid varieert van 140-180 m. Het leemgehalte bedraagt 6-8%. De ondergrond bestaat enerzijds uit dekzand met daarin een humuspodzol (noordelijke deel), anderzijds uit gestuwd preglaciaal met daarin een moderpodzol (zuidelijke deel). De zandgrofheid ervan is beschreven bij de bodemeenheden Y76 en Hd52. De gronden komen voor met grondwatertrap VIIIId.

*aZ51z Vaaggronden, opgestoven op afgestoven, in uiterst en zeer humusarm[a], leemarm[1], matig fijn[5] zand*

*bZ51z Vaaggronden, opgestoven op afgestoven, in zeer en matig humusarm[b], leemarm[1], matig fijn[5] zand*

Vaaggronden, bestaande uit een stuifzanddek op zand zonder een podzolprofiel, komen verspreid door het bosreservaat voor. Van 16 steekproefpunten is een profielbeschrijving gemaakt. De dikte van het stuifzanddek varieert van 60-195 cm, waarbij de gemiddelde dikte 100 cm bedraagt. Het stuifzanddek is gelaagd met humeuze bandjes, waarin het humusgehalte van het stuifzandek bij bodemeenheid aZ51z varieert van 0-1,5% en bij bodemeenheid bZ51z van 0,75-2,5%. In de laag van 0-5 cm - mv. is het humusgehalte wat hoger met percentages tot 3%. In de bovenste 10-40 cm komt een micropodzolprofiel voor. De zandgrofheid varieert van 155-165 m. Het leemgehalte bedraagt ca 6%. De ondergrond bestaat uit fluvioperiglaciaal zand en plaatselijk uit dekzand. In het vlak waarin ook de kernvlakte ligt is het vrij moeilijk vast te stellen op welke diepte het uiterst humusarme stuifzand overgaat in het eveneens vrij los gepakte onderliggende substraat. De textuur van het fluvioperiglaciale zand is zeer uiteenlopend. Veelal komt direct onder het stuifzand een sterk tot zeer sterk lemige zandlaag voor. Het zand is matig fijn tot matig grof met plaatselijk grind. Het dekzand bestaat uit matig fijn leemarm en zwak lemig zand. De gronden komen voor met grondwatertrap VIIIId.

*Z64 Vaaggronden, afgestoven, in zwak en sterk lemig [4] matig fijn en matig grof[6] zand*

Vaaggronden, afgestoven, komen voor in het oostelijke deel van het bosreservaat in fluvioperiglaciale afzettingen. Niet uitgesloten is dat een deel van de oorspronkelijke bovengrond is verspoeld in plaats van afgestoven. Er zijn van 3

steekproefpunten profielbeschrijvingen gemaakt. In het hele profiel komt grind voor (toev. g...; ...g). Plaatselijk komt in de bovengrond een zwakke inspoelingshorizont voor, overgebleven van het oorspronkelijke podzolprofiel. Er heeft zich inmiddels weer een nieuw (micro)podzol ontwikkeld. De zandgrofheid en het leemgehalte wisselen van plaats tot plaats en lopen uiteen van matig fijn zand tot matig grof zand met plaatselijk zeer grofzandige lagen. De bovengrond is over het algemeen sterk lemig (18-28% leem), plaatselijk is de bovengrond zeer sterk lemig (40% leem). De diepere ondergrond is leemarm en zwak lemig (6-16% leem).

### 4.3 Toevoegingen

#### *s... stuifzanddek dunner dan 40 cm*

Op de overgang van het stuifzandgebied met daarin vaaggronden en het dekzand met daarin haarpodzolgronden komt op het dekzand een dun (<40 cm) stuifzanddekje voor. Hierin heeft zich een micropodzolprofiel ontwikkeld. De zandgrofheid bedraagt ca 160  $\mu$ m en het leemgehalte varieert van 6-14%. Het stuifzand bevat 1-2% organische stof.

#### *g... grind ondieper dan 40 cm*

Op plaatsen waar ijssmeltwaterafzettingen en sneeuwsmeltwaterafzettingen aan de oppervlakte liggen komt vrij veel grind in de bovengrond voor. Met een toevoeging op de Bodem- en grondwatertrappenkaart zijn de plaatsen aangegeven waar grind in de bovengrond is aangetroffen.

#### *...g grind dieper dan 40 cm*

Deze toevoeging is gebruikt op plaatsen waar ijs- en sneeuwsmeltwaterafzettingen of gestuwd preglaciale zanden in de ondergrond voorkomen die veel grind bevatten. Bij een deel van de gronden komt het grind in het hele profiel voor, deels zijn de grindhoudende lagen bedekt met jongere afzettingen, waarin geen grind voorkomt.

#### *l... sterk tot zeer sterk lemige laag in de ondergrond*

Plaatsen waar een sterk tot zeer sterk lemige laag met 30-40% leem voorkomt zijn op de kaart met een toevoeging aangegeven. Bij de volgende steekproefpunten is eveneens een sterk lemige laag aangetroffen: C2, E2, G14, J15, R6.



## 5 Conclusies

De profielbeschrijvingen zijn de eigenlijke resultaten van het onderzoek. De interpretatie van de profielbeschrijvingen bepaalt, samen met visuele veldkenmerken als topografie, hoogteligging en vegetatie, de ligging en de verbreiding van de bodemeenheden op de Bodem- en grondwatertrappenkaart (Kaart 2). Deze kaart wordt beschouwd als de conclusie van het onderzoek naar het voorkomen en de verbreiding van de verschillende bodemeenheden.

Op de Bodem- en grondwatertrappenkaart van het bosreservaat 'Zwarte Bulten' komen overwegend (duin)vaaggronden voor al of niet met een podzolprofiel in de ondergrond. Een klein deel bestaat uit haarpodzolgronden en holtpodzolgronden. De grondwatertrap is VIII d.

Met behulp van de profielbeschrijvingen en de verbreiding van de eenheden op de Bodem- en grondwatertrappenkaart wordt de geologische opbouw van het gebied weergegeven op de Geologische kaart (Kaart 1). De bodem bestaat uit gestuwd preglaciaal zand van de Formatie van Urk, fluvioglaciaal zand van de Formatie van Drente, fluvioperiglaciaal zand en dekzand van de Formatie van Twente en stuifzand van de Formatie van Kootwijk.

Uit het humusprofielonderzoek komt naar voren dat in het ecto-organische deel alle voorkomende horizonten aanwezig zijn, zodat er sprake is van gedeeltelijke omzetting van de organische stof. Ondanks deze omzetting vindt er ophoping plaats doordat er vrijwel geen menging plaatsvindt met de minerale ondergrond.

De gemiddelde dikte van het ecto-organische deel van het humusprofiel verschilt niet zoveel onder opstanden van grove den en grove den met berk, resp. 9,3 en 9,6 cm. Onder grove den met bijmenging van eik en berk is de strooisellaag 8,4 cm dik, waarbij ook de verhouding tussen de dikte van de OF- en OH-horizont duidelijk verschilt met die van de beide andere boomsoortsamenstellingen. De geringere dikte van het ecto-organische deel veronderstelt een snellere omzetting en betere menging met de minerale ondergrond. Vergelijken we de dikte van het ecto-organische deel en de afzonderlijke horizonten hierin met de geologische formatie dan valt op dat de dikte afneemt in de volgorde van gestuwd preglaciaal zand (10,8 cm), dekzand (9,5 cm) en stuifzand (8,9 cm). Dit geldt eveneens voor de dikte van de Oh-horizont (resp. 4,5 cm, 3,7 cm en 2,6 cm). De conclusie, dat een geringere dikte een snellere omzetting betekent is met de vergelijking naar de mineralogische samenstelling van het moedermateriaal niet juist, omdat juist in het mineralogisch rijkere gestuwd preglaciaal zand een dikkere ecto-organische horizont voorkomt dan in het mineralogisch armere stuifzand. Mogelijk speelt de ouderdom van het bos hierbij een rol, waarbij het gestuwd preglaciaal zand en het dekzand met daarin holtpodzolgronden en humuspodzolgronden langer onder bos liggen dan het stuifzand. De aanvoer van organisch materiaal in de vorm van naalden, blad, takken en zaden is groter dan de snelheid waarmee dit materiaal afgebroken en omgezet wordt, zodat er sprake is van ophoping van organisch materiaal.

## Literatuur

BAKKER, H. DE en J. SCHELLING, 1989. *Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hoger niveaus*. Wageningen, PUDOC. 2<sup>e</sup> herziene druk.

BODEMKAART, 1975. *Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; toelichting bij kaartbladen 40 West en 40 Oost, Arnhem*. Wageningen, STIBOKA.

BROEKMEYER, M.E.A. en P. HILGEN, 1992. *Basisrapport Bosreservaten*. Utrecht, Directie Bos- en Landschapsbouw; Wageningen, De Dorschkamp. Rapport nr. 1991-03.

HEESEN, H.C. VAN en G.J.W. WESTERVELD 1966. 'Karakterisering van het grondwaterstandsverloop op de bodemkaart'. In: *Cultuurtechnisch Tijdschrift* 3-3: 116-123.

KLINKA, K., R.N. GREEN, R.L. TROWBRIDGE and L.E. LOWE, 1981. *Taxonomic Classification of Humus Forms in Ecosystems of British Columbia*. First Approximation 54 pages. Editor: Province of British Columbia, Ministry of Forest.

MEKINK, P., G.W. DE LANGE, G.H.P. DIRKX, M.W. VAN DEN BERG, 1986. *Een geomorfologische, een bodemkundige en vegetatiekundige kartering van het Speulder- en Sprielderbos*. Wageningen, Stiboka. Rapport 1835.

SLUIS, P., VAN DER , en H.C. VAN HEESEN 1989. 'Veranderingen in de berekening van de GHG en de GLG'. In: *Landinrichting* 29 nr. 1: 18-21.

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.

## Aanhangsel 1 Woordenlijst

Rapport en kaarten bevatten termen die wellicht enige toelichting behoeven. In deze lijst, die een alfabetische volgorde heeft, vindt u de gebruikte termen verklaard of gedefinieerd (zie De Bakker en Schelling 1989).

### **Afwatering:**

Afvoer van water door een stelsel van open waterlopen naar een lozingspunt van het afwateringsgebied.

**A-horizont** (minerale eerdlaag of endo-organische deel), onderverdeeld in:

#### *A-horizont*

Horizont ontstaan aan of nabij het bodemoppervlak door accumulatie van organische stof, anders dan door inspoeling van organische stof in oplossing of suspensie. Het betreft voornamelijk organische stof ontstaan door afbraak van wortels en organische stof, afkomstig van de litter, welke door homogenisatie in het minerale deel van het bodemprofiel terecht is gekomen. Verder onderscheid in organische horizonten is gebaseerd op de mate waarin organische stof is geaccumuleerd.

#### *Ah-horizont*

A-horizont met een relatief sterke accumulatie, blijkend uit de donkere kleur ten opzichte van de diepere horizonten en de duidelijke aanwezigheid van organische stof. Vaak is de Ah-horizont op te delen in een tweetal horizonten, duidelijk verschillend in kleur en organische-stofgehalte, waarbij de aanduiding Ah1 en Ah2 wordt gebruikt.

#### *Ae-horizont*

A-horizont met geringe accumulatie van organische stof en een bleke kleur, bepaald door de kleur van de minerale delen (meestal zand), als gevolg van uitspoeling van ijzer (zoals in podzolen).

### **BC-horizont:**

Zeer geleidelijke overgang van een Bh- naar een C-horizont; typerend voor vele hydroadzolgen.

### **Bewortelbare diepte:**

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

### **Bh-horizont:**

Bovenste deel van een B-horizont, dat zeer sterk met humus verrijkt is.

### **Bhs-horizont:**

Inspoelingshorizont; een horizont waaraan door inspoeling uit een hoger liggende horizont stoffen (humus, humus + sesquioxiden, lutum of lutum + sesquioxiden)

zijn toegevoegd.

**Bodemprofiel (kortweg profiel):**

Verticale doorsnede van de bodem, die de opeenvolging van de horizonten laat zien; in de praktijk van DLO-Staring Centrum meestal tot 120, 150 en in boswachterijen tot 180 cm beneden maaiveld.

**Bodemvorming:**

Verandering van moedermateriaal onder invloed van uitwendige factoren, waarbij horizonten ontstaan.

**Bovengrond:**

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

**C-horizont:**

Minerale of moerige horizont die weinig of niet is veranderd door bodemvorming. Doorgaans zijn de bovenliggende horizonten uit soortgelijk materiaal ontstaan.

**Cbm- of Abm-horizont:**

Micropodzol-B-horizont.

**Ce-horizont:**

Minerale horizont zonder ijzerhuidjes, roestvlekken en kenmerken van volledige reductie.

**Cem- of Aem-horizont:**

Micropodzol-E-horizont.

**Cg-horizont:**

Minerale horizont met roestvlekken.

**Cgr-horizont:**

Geleidelijke overgang van een Cg- naar een Cr-horizont.

**Chm- of Ahm-horizont:**

micropodzol-A-horizont;

**2C-horizont:**

Minerale of moerige horizont die weinig of niet veranderd is door bodemvorming en waarbij de bovenliggende horizonten uit ander materiaal zijn ontstaan.

**Duidelijke humuspodzol-B-horizont:**

Duidelijke podzol-B-horizont, waarin beneden 20 cm diepte een Bh-horizont voorkomt, of waarvan de bovenste 5-10 cm (of meer) amorfe humus bevat, die als disperse humus is verplaatst.

**Duidelijke podzol B-horizont:**

Horizont met een podzol-B die krachtig ontwikkeld is, d.w.z. dat:

- een bijna zwarte laag voorkomt van ten minste 3 cm dikte (Bh), of:
- de Bh voldoende kleurcontrast heeft met de C-horizont. Naarmate de Bh-horizont dikker is, mag het kleurcontrast minder zijn, of:
- een duidelijk te herkennen B-horizont tot dieper dan 120 cm - mv. doorgaat, of:
- een vergraven grond brokken B-materiaal bevat, waarvan de kleur goed contrasteert met die van de C-horizont.

**Dunne Ah-horizont:**

Niet-vergraven Ah-horizont die dunner is dan 30 cm, of een vergraven bovengrond ongeacht de dikte.

**E-horizont:**

Uitspoelingshorizont; minerale horizont die lichter van kleur en meestal ook lager in lutum- of humusgehalte is dan de boven- en/of onderliggende horizont. Verarmd door verticale (soms laterale) uitspoeling (62).

**Eolisch:**

Door de wind gevormd, afgezet.

**Fluctuatie:**

Zie grondwaterstandsfluctuatie.

**GHG (gemiddeld hoogste wintergrondwaterstand):**

Het gemiddelde van de HG3 over ongeveer acht jaar. Komt overeen met de waarde voor de grondwaterstand, afgelezen bij de top van de gemiddelde grondwaterstandscurve.

**Gleyverschijnselen:**

Zie: hydromorfe verschijnselen.

**GLG (gemiddeld laagste zomergrondwaterstand):**

Het gemiddelde van de LG3 over ongeveer acht jaar. Komt overeen met de waarde voor de grondwaterstand, afgelezen bij het dal van de gemiddelde grondwaterstandscurve.

**Grind, grindfractie:**

Minerale delen groter dan 2 mm.

**Grondwater:**

Water dat zich beneden de grondwaterspiegel bevindt en alle holten en poriën in de grond vult.

**Grondwaterspiegel (= freatisch vlak):**

Denkbeeldig vlak waarop de druk in het grondwater gelijk is aan de atmosferische druk, en waar beneden de druk in het grondwater neerwaarts toeneemt. De 'bovenkant' van het grondwater.

**Grondwaterstand (= freatisch niveau):**

Diepte waarop zich de grondwaterspiegel bevindt, uitgedrukt in m of cm beneden maaiveld (of een ander vergelijkingsvlak, bijv. NAP).

**Grondwaterstandscurve:**

Grafische voorstelling van grondwaterstanden die op geregelde tijden op een bepaald punt zijn gemeten.

**Grondwaterstandsfluctuatie:**

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

**Grondwaterstandsverloop:**

Verandering van de grondwaterstand in de tijd.

**Grondwatertrap (Gt):**

Klasse gedefinieerd door een zeker GHG- en/of GLG-traject.

**Grondwaterverschijnselen:**

Zie: hydromorfe verschijnselen.

**HG3:** het gemiddelde van de hoogste drie grondwaterstanden die in een winterperiode (1 oktober-1 april) zijn gemeten.

**Horizont:**

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

**Humus, -gehalte, -klasse:**

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

**Hydromorfe kenmerken:**

(1) Voor de podzolgronden: (a) een moerige bovengrond of: (b) een moerige tussenlaag en/of: (c) geen ijzerhuidjes op de zandkorrels onmiddellijk onder de B2. (2). Voor de eerdgronden en de vaaggronden: (a) een Cr-horizont binnen 80 cm diepte beginnend en/of: (b) een niet-gerijpte ondergrond en/of: (c) een moerige bovengrond en/of: (d) een moerige laag binnen 80 cm diepte beginnend; (e) bij zandgronden met een Ah dunner dan 50 cm: geen ijzerhuidjes op de zandkorrels onder de A-horizont; (f) bij kleigronden met een Ah dunner dan 50 cm: roest- of reductievlekken beginnend binnen 50 cm diepte.

**Hydromorfe verschijnselen:**

Door periodieke verzadiging van de grond met water veroorzaakte verschijnselen. In het profiel waarneembaar in de vorm van blekings- en gleyverschijnselen, roest- en 'reductie'vlekken en een totaal 'gereduceerde' zone. In ijzerhoudende gronden meestal gley of gleyverschijnselen genoemd.

### Hydropodzol- en -vaaggronden:

Podzolgronden en vaaggronden, ontstaan binnen de invloedssfeer van grondwater, waarneembaar door hydromorfe verschijnselen.

### Kalkarm, -loos, -rijk:

Bij het veldbodembkundig onderzoek wordt het koolzure kalkgehalte van grond geschat aan de mate van opbruisen met verdund zoutzuur (10% HCl). Er zijn drie kalkklassen:  
1 kalkloos materiaal; geen opbruising; overeenkomend met minder dan ca. 0,5%  $\text{CaCO}_3$ , analytisch bepaald, d.w.z. de geanalyseerde hoeveelheid  $\text{CO}_2$ , omgerekend in procenten  $\text{CaCO}_3$  (op de grond);

2 kalkarm materiaal: hoorbare opbruising; overeenkomend met ca. 0,5-12%  $\text{CaCO}_3$ ;

3 kalkrijk materiaal: zichtbare opbruising; overeenkomend met meer dan ca. 12%  $\text{CaCO}_3$ .

### Kalkverloop:

Het verloop van het kalkgehalte in het bodemprofiel.

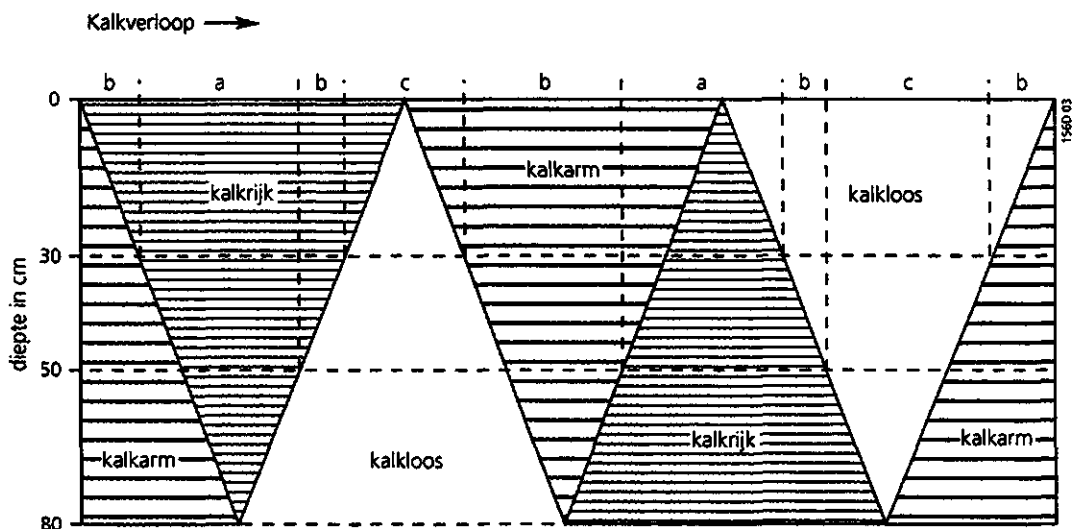


Fig. 3 Schematische voorstelling van de kalkverlopen in verband met het verloop van het koolzure kalkgehalte

### Klei:

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

### LG3:

Het gemiddelde van de drie laagste grondwaterstanden die in een zomerperiode (1 april - 1 oktober) zijn gemeten.

### Leem:

- (1) Mineraal materiaal dat ten minste 50% leemfractie bevat;
- (2) Kortweg gebruikt voor leemfractie.

### Leemfractie:

Minerale delen kleiner dan 50  $\mu\text{m}$ . Wordt in de praktijk vrijwel uitsluitend gebezigd

bij lutumarm materiaal. Zie ook: textuurklasse.

**Licht(er):**

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

**Lutum:**

Kortweg gebruikt voor lutumfractie.

**Lutumfractie:**

Minerale delen kleiner dan 2  $\mu$ m. Zie ook: textuurklasse.

**Mineraal:**

Grond met een organische-stofgehalte van minder dan 15% (bij 0% lutum). Zie: organische-stofklasse.

**Minerale delen:**

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

**Minerale eerdlaag:**

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

**Minerale gronden:**

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

**Moerig materiaal:**

Grond met een organische stofgehalte van meer dan 15% (bij 0% lutum) tot 30% (bij 70% lutum). Zie: organische-stofklasse.

**M50 (eigenlijk M50-2000):**

Mediaan van de zandfractie. Het getal dat die korrelgrootte aangeeft waarboven en waar beneden de helft van de massa van de zandfractie ligt. Zie ook: textuurklasse.

**O-Horizont** (strooisellaag of ecto-organische deel) onderverdeeld in:

*OL (litter): litterhorizont*

Een horizont die bestaat uit relatief verse, dode plantedelen. Deze horizont kan verkleurd zijn, maar bevat geen of vrijwel geen uitwerpselen van bodemfauna en geen wortels, en is niet of slechts in lichte mate gefragmenteerd. Verder onderscheid, indien mogelijk, tussen:



- OLo (original): L-horizont, waarbij de plantedelen nog een losse stapeling vertonen en niet of nauwelijks verkleurd zijn.
- OLv (variative): L-horizont, waarbij de plantedele enigszins gefragmenteerd zijn en sterk verkleurd.

*OF (fermented): fermentatiehorizont*

Een horizont bestaande uit meer of minder afgebroken litter, waarbij echter macroscopisch herkenbare resten van plantenweefsels domineren. Fijn verdeelde organische stof, bestaande uit bodemfauna-excrementen, is vrijwel altijd aanwezig, maar is qua hoeveelheid ondergeschikt aan de macroscopisch herkenbare resten. De horizont is veelal doorworteld en bevat eventueel schimmels. Verder onderscheid, indien mogelijk, tussen:

- OFq-horizont: Een F-horizont, waarin weinig of geen excrementen voorkomen, maar die gekenmerkt wordt door een sterk gelaagde, compacte structuur en het voorkomen van grote hoeveelheden schimmels.
- OFa (animal)-horizont: Een F-horizont, waarin de afbraak vooral door bodemfauna wordt veroorzaakt, blijkend uit het voorkomen van veel bodemfauna excrementen en een losse structuur. Schimmels zijn geheel afwezig of schaars.
- OFaq-horizont: Een F-horizont, intermediair tussen Fa en Fq, blijkend uit het voorkomen van zowel excrementen als schimmels. Veelal neemt de hoeveelheid uitwerpselen met de diepte toe.

*OH (humus) = humushorizont*

Een horizont die dominant bestaat uit fijn verdeelde organische stof. Macroscopisch herkenbare plantedelen kunnen aanwezig zijn, maar komen voor in ondergeschikte hoeveelheden, en de horizont kan minerale delen bevatten (echter minder dan 70 gewichts %). Verder onderscheid, indien mogelijk, tussen:

- OHr (residues)-horizont: H-horizont, waarin macroscopisch herkenbare resten van wortels, hout en schors duidelijk voorkomen. Veelal een gele, bruine of rode kleur. Relatief losse structuur en niet sterk versmerend.
- OHd (decomposed)-horizont: H-horizont, waarin macroscopisch herkenbare resten vrijwel of geheel ontbreken. Veelal donker grijsbruin tot zwart gekleurd en met een massieve structuur. Deze horizont is, indien vochtig, veelal sterk versmerend.

*OO (organic) = organische, niet-terrestrische horizont*

Een horizont, die bestaat uit organisch materiaal, geaccumuleerd als gevolg van een, door zeer slechte drainage veroorzaakte, geremde afbraak van litter.

**Ondergrond:**

Horizont(en) onder de bovengrond.

**Ontwatering:**

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

**Organische stof:**

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

omgezette produkt is humus.

**Organische-stofklasse:**

Berust op een indeling naar de massafracties organische stof en lutum, beide uitgedrukt in procenten van de bij 105 °C gedroogde en over de 2 mm zeef gezeefde grond. Tabel 2 en figuur 4 geven weer hoe gronden naar het organische-stofgehalte worden ingedeeld.

*Tabel 2 Indeling van lutumarme gronden naar het organische-stofgehalte*

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

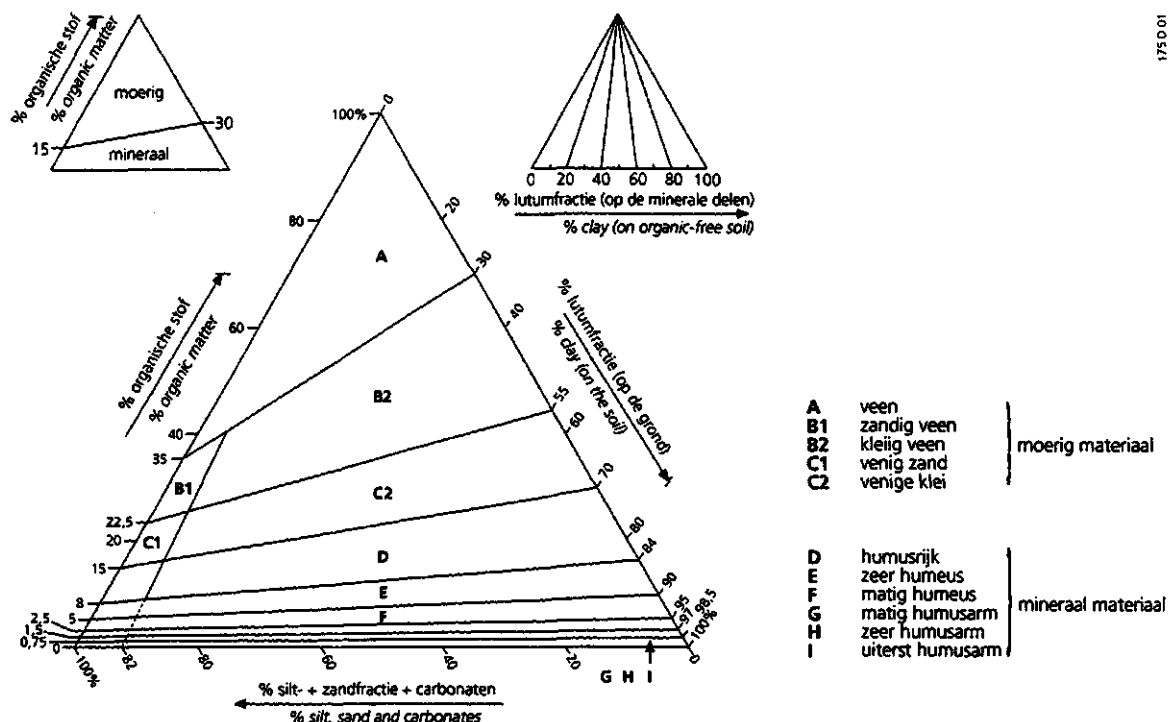


Fig. 4 Indeling en benaming naar het gehalte aan organische stof bij verschillende lutumgehalten

**p-horizont:**

Door de mens bewerkte horizont, zoals de bouwvoor of Ap (p = ploegen). Diep bewerkte gronden leveren meestal een menging van verschillende horizonten op, aangeduid bijv. als Ah/B/Cp.

**Podzol-B:**

B-horizont in minerale gronden, waarvan het ingespoelde deel vrijwel uitsluitend uit amorfe humus, of uit amorfe humus en sesquioxiden bestaat, of uit sesquioxiden tezamen met niet-amorfe humus.

**Podzolgronden:**

Minerale gronden met een duidelijke podzol-B-horizont en een Ah dunner dan 50 cm.

**Reductie-vlekken:**

Door de aanwezigheid van tweewaardig ijzer neutraal grijs gekleurde, in gereduceerde toestand verkerende vlekken.

**Roestvlekken:**

Door de aanwezigheid van bepaalde ijzerverbindingen bruin tot rood gekleurde vlekken.

**Textuur:**

Korrelgroottesamenstelling van de grondsoorten; zie ook: textuurklasse.

**Textuurklasse:**

Berust op een indeling van grondsoorten naar hun korrelgroottesamenstelling in massaprocenten van de minerale delen. Niet eolische en eolische afzettingen (zowel zand als zwaarder materiaal) worden naar het lutum- of leemgehalte ingedeeld, en de zandfractie naar de M50 als in de tabellen 3, 4 en 5.

*Tabel 3 Indeling niet-eolische afzettingen\* naar het lutumgehalte*

Lutum (%)	Naam	Samenvattende naam	
0 - 5	kleiarm zand	zand	lutumarm
5 - 8	kleiig zand		
8 - 12	zeer lichte zavel	lichte zavel	lutumrijk
12 - 17,5	matig lichte zavel	zavel	
17,5 - 25	zware zavel		
25 - 35	lichte klei		klei
35 - 50	matig zware klei		zware klei
50 - 100	zeer zware klei		

\* Zowel zand als zwaarder materiaal

*Tabel 4 Indeling eolische afzettingen\* naar het leemgehalte*

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

\* Zowel zand als zwaarder materiaal

\*\* Tevens minder dan 8% lutum

**Tabel 5 Indeling van de zandfractie naar de M50**

M50 $\mu\text{m}$	Naam	Samenvattende naam
50 - 105	uiterst fijn zand	fijn zand
105 - 150	zeer fijn zand	
150 - 210	matig fijn zand	
210 - 420	matig grof zand	grof zand
420 - 2000	zeer grof zand	

**Totaal 'gereduceerde' zone:**

Zie: Cr-horizont.

**Vaaggronden:**

Minerale gronden zonder duidelijke podzol-B-horizont, zonder briklaag en zonder minerale eerdlaag.

**Veengronden:**

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

**Vergraven gronden:**

Gronden waarin een vergraven laag voorkomt, die tussen 0 en 40 cm diepte begint, tot grotere diepte dan 40 cm doorloopt en dikker is dan 20 cm. Aangegeven met kleine lettertoevoeging achter de hoofdhorizontcode.

p : volledig gehomogeniseerd;

pm: matig gehomogeniseerd (> 10 en < 50% herkenbare horizontfragmenten);

pz: zwak gehomogeniseerd (> 50% herkenbare horizontfragmenten).

**Waterstand:**

Zie: grondwaterstand.

**Zand:**

Mineraal materiaal dat minder dan 8% lutumfractie en minder dan 50% leemfractie bevat.

**Zanddek:**

Minerale bovengrond die minder dan 8% lutum- en minder dan 50% leemfractie bevat (ook na eventueel ploegen tot 20 cm) en die binnen 40 cm diepte ligt op moerig materiaal, op een podzolgrond of op een kleilaag die dikker is dan 40 cm.

**Zandfractie:**

Minerale delen met een korrelgrootte van 50 tot 2000  $\mu\text{m}$ . Zie ook: textuurklasse.

**Zandgronden:**

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

**Zavel:**

zie: textuurklasse.

**Zonder roest:**

- (a) geen roest;
- (b) roest dieper dan 35 cm beneden maaiveld beginnend;
- (c) roest ondieper dan 35 cm beneden maaiveld beginnend, maar over meer dan 30 cm onderbroken.

1

1

## **Aanhangsel 2 Rapporten over de bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland**

GROOT OBBINK, D.J., 1988. *Een bodemgeografisch onderzoek in het bosreservaat 'Tussen de Goren' binnen de boswachterij Chaam: resultaten van een bodemgeografisch onderzoek*. Wageningen. STIBOKA. Rapport 2018.

MAAS, G.J., 1989. *Bodemgesteldheid van het bosreservaat 'Zeesserveld' 1989 boswachterij Ommen*. Wageningen, STIBOKA/Bosbureau Wageningen B.V. Rapport 2057.

MAAS, G.J., 1989. *Bodemgesteldheid van het bosreservaat 'Meerdijk' 1989 boswachterij 'Spijk-Bremerberg' (provincie Flevoland)*. Wageningen, STIBOKA/Bosbureau Wageningen B.V. Rapport 2058.

MAAS, G.J., 1989. *Bodemgesteldheid van het bosreservaat 'Het Leesten' 1989 boswachterij 'Uchelen'*. Wageningen, STIBOKA/Bosbureau Wageningen B.V. Rapport 2059.

MAAS, G.J. en M.M. VAN DER WERFF, 1990. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 1 bosreservaat 'Lheebroek'*. Wageningen/Oosterbeek, Staring Centrum/Bosbureau Wageningen B.V. Rapport 98.1.

MAAS, G.J. en M.M. VAN DER WERFF, 1990. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 2 bosreservaat 'Vijlnerbos'*. Wageningen/Oosterbeek, Staring Centrum/Bosbureau Wageningen B.V. Rapport 98.2.

MAAS, G.J. en M.M. VAN DER WERFF, 1990. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 3 bosreservaat 'Nieuw Milligen'*. Wageningen/Oosterbeek. Staring Centrum/Bosbureau Wageningen B.V. Rapport 98.3.

MAAS, G.J. en M.M. VAN DER WERFF, 1990. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 4 bosreservaat 'Starnumansbos'*. Wageningen/Oosterbeek. Staring Centrum/Bosbureau Wageningen B.V. Rapport 98.4.

MAAS, G.J. en M.M. VAN DER WERFF, 1990. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 5 bosreservaat 'Pijpebrandje'*. Wageningen/Oosterbeek. Staring Centrum/Bosbureau Wageningen B.V. Rapport 98.5.

WERFF, M.M. VAN DER en P. MEKKINK, 1991. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 6 bosreservaat 'Vechtlanden'*. Wageningen/ Rijssen. DLO-Staring Centrum/Ingenieursbureau Eelerwoude. Rapport 98.6.

WERFF, M.M. VAN DER en P. MEKKINK, 1991. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 7 bosresevaat "t Quin"*. Wageningen/Rijssen. DLO-Staring Centrum/Ingenieursbureau Eelerwoude. Rapport 98.7.

WERFF, M.M. VAN DER en P. MEKKINK, 1991. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 8 bosresevaat 't Sang'*. Wageningen/Rijssen. DLO-Staring Centrum/Ingenieursbureau Eelerwoude. Rapport 98.8.

MEKKINK, P., 1992. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 9 bosresevaat 'Schoonloërveld'*. Wageningen. DLO-Staring Centrum. Rapport 98.9.

MEKKINK, P., 1992. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 10 bosresevaat 'Riemstruiken'*. Wageningen. DLO-Staring Centrum. Rapport 98.10.

MEKKINK, P., 1993. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 11 bosresevaat 'Oosteresch'*. Wageningen. DLO-Staring Centrum. Rapport 98.11.