

De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland

Deel 2 Bosreservaat Imboschberg

P. Mekkink

Alterra-rapport 60.2

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2001

REFERAAT

P. Mekkink, 2001. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 2, bosreservaat Imboschberg*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 60-2.46 blz. 5 fig.; 4 tab.; 14 ref.

In het bosreservaat Imboschberg komen pleistocene afzettingen uit de Formatie van Twente aan de oppervlakte voor. Het zijn zandgronden met daarin enkeerdgronden, looppodzolgronden, holtpodzolgronden, haarpodzolgronden en vorstvaaggronden. De gronden hebben grondwatertrap VIIIId. Mede onder invloed van het opstandstype en het gevoerde beheer hebben zich humusprofielen ontwikkeld bestaande uit een ectorganisch en een endorganisch deel. De profielopbouw en de opbouw van de strooisellaag zijn beschreven en op tape vastgelegd.

Trefwoorden: bodemkunde, geologie, grondwater, humusprofiel

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door NLG 31,20 (€ 13,-)over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 60-2. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

Foto's: Bas van Delft (Alterra)

© 2001 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

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 Alterra.

Alterra 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 is ingegaan op 1 januari 2000.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Fysiografie	13
2.1 Ligging en oppervlakte	13
2.2 Bodemvorming	14
2.3 Waterhuishouding	14
3 Methode	17
3.1 Veldbodemkundig onderzoek	17
3.2 Beschrijving van het humusprofiel	18
3.3 Indeling van de gronden	19
3.4 Indeling van het grondwaterstandsverloop	20
3.5 Opslag van bodemkundige gegevens en digitale boorbestanden	21
4 Resultaten	23
4.1 Geologische opbouw	23
4.2 Bodemgesteldheid	24
4.3 Het humusprofiel	24
4.3.1 Zandgronden	25
4.3.1.1 Eerdgronden: enkeerdgronden	25
4.3.1.2 Moderpodzolgronden: looppodzolgronden, holtpodzolgronden	25
4.3.1.3 Humuspodzolgronden: haarpodzolgronden	26
4.3.1.4 Vaagggronden; vorstvaagggronden	28
4.4 Grondwatertrappen	28
5 Conclusies	29
Literatuur	31
Aanhangsels	
1 Woordenlijst	33
2 Rapporten over bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland	45

Woord vooraf

In het kader van het onderzoekprogramma 'Bosreservaten' heeft Alterra de bodemgesteldheid van het bosreservaat Imboschberg in de gemeenten Rheden en Rozendaal in kaart gebracht. Het bodemgeografisch onderzoek hiervoor is in 2000 uitgevoerd.

Het project werd uitgevoerd door P. Mekking, de projectleiding van het project was in handen van ing. A. F. M. van Hees.

In de serie 'Bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland' zijn tot nu toe 42 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 het Staring Centrum in samenwerking met het Bosbureau Wageningen B.V. Rapport 98.6 is het eerste rapport in de serie die is uitgegeven door SC-DLO in onderlinge samenwerking met het Ingenieursbureau Eelerwoude. Rapport 98.9 t/m 98.37 zijn uitgegeven door SC-DLO. Rapport 60.1 en de daarop volgende rapporten worden uitgegeven door Alterra.

Samenvatting

In het bosreservaat Imboschberg in de gemeenten Rheden en Rozendaal is in juni t/m december 2000 een bodemgeografisch onderzoek uitgevoerd. Het doel van het onderzoek is het vaststellen van de geologische opbouw en de bodemgesteldheid en de aard en samenstelling van het humusprofiel bij de steekproefpunten. De onderzoeksgegevens zijn beschreven in een rapport en in digitale vorm vastgelegd. Het bosreservaat Imboschberg heeft een oppervlakte van 350 ha en ligt in de provincie Gelderland. Het bestaat voor 60% van de oppervlakte uit een voormalig productiebos met als meest voorkomende boomsoorten Grove den en Eik. In het bosreservaat bevinden zich enkele lanen met beuken. Het overige deel bestaat uit heide. 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. Bij het onderzoek zijn in het bosreservaat Imboschberg van 72 steekproefpunten profielbeschrijvingen gemaakt.

In het gebied komen gestuwd preglaciale afzettingen, fluvioglaciale afzettingen en dekzanden voor uit het Pleistoceen. Het zijn zandgronden behorende tot de Formatie van Urk, de Formatie van Twente met lokaal in de ondergrond keileem behorende tot de Formatie van Drente.

De bodem bestaat geheel uit zandgronden. Hierin komen enkeerdgronden, looppodzolgronden, holtpodzolgronden, haarpodzolgronden en vorstvaaggronden voor. Het humusprofiel bestaat uit een ectorganische horizont en een endorganische horizont. De gemiddelde dikte van de ectorganische horizont bedraagt in het bosreservaat Imboschberg onder loofhout 6,4 cm, onder naaldhout 7,7 cm en in heide 3,6 cm en bestaat onder loof- en naaldhout uit een litterhorizont, een fermentatiehorizont en een humushorizont en in heide uit een litterhorizont en een wortelmat. De endorganische horizont bestaat uit een minerale eerdlaag. In het bosreservaat komt grondwatertrap VIIIId voor.

1 Inleiding

Het doel van het bodemkundig onderzoek in het bosreservaat Imboschberg in de gemeenten Rheden en Rozendaal is het beschrijven van humusprofielkenmerken en bodemprofielkenmerken. Om de uitgangssituatie in de bosreservaten 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 (bodemprofiel), inclusief de grondwaterhuishouding, de dikte en opbouw van de strooisellaag (humusprofiel) en de bewerkingdiepte. Het bestuderen en vastleggen van de bodemgesteldheid maakt deel uit van het startprogramma in het bosreservatenonderzoek (Broekmeyer en Hilgen, 1991; Broekmeyer 1995). Het toekomstig verloop van de hydrologische en bodemvormende processen in relatie tot de bosontwikkeling zal in het basis-onderzoekprogramma worden gevolgd.

Bij het veldbodemkundig onderzoek zijn hiervoor gegevens verzameld. Bij vaste steekproefpunten wordt de profielopbouw van de gronden vastgesteld tot 2,00 m - mv., 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. Doordat het onderzoek zich heeft beperkt tot de 72 steekproefpunten is van het bosreservaat geen bodemkaart en geen geologische kaart vervaardigd.

Methode, resultaten en conclusies van dit onderzoek zijn beschreven en weergegeven in het rapport.

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 bodemkundig onderzoek, het humusprofielonderzoek, de indeling van de gronden en het grondwaterstandsverloop. Tenslotte wordt de verwerking van de profielbeschrijvingen toegelicht. Hoofdstuk 4 bevat de resultaten van het onderzoek en beschrijft de geologische opbouw van de bosreservaten, de bodemgesteldheid en het humusprofiel. In hoofdstuk 5 staan de conclusies van het onderzoek weergegeven.

In Aanhangsel 1 worden de termen en begrippen die in het rapport of bij de profielbeschrijvingen 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 de bosreservaat Imboschberg, waarin de gegevens over de profielopbouw zijn opgeslagen blijven in beheer bij Alterra.

2 Fysiografie

2.1 Ligging en oppervlakte

Het bosreservaat Imboschberg ligt in het Nationale Park Veluwezoom in de provincie Gelderland. Het bosreservaat heeft een oppervlakte van 350 ha en is eigendom van Natuurmonumenten (fig. 1). De topografie staat afgebeeld op blad 33D van de Topografische kaart van Nederland, schaal 1: 25 000. De begroeiing bestaat hoofdzakelijk uit grove den, berk en eik. Er komen enkele lanen met beuken voor. Het bosreservaat ligt in het door Schotse Hooglanders begraaide deel van de Imbosch. Daarnaast bevinden zich in het gebied reeën, herten, dassen en wilde zwijnen. Het bosreservaat is karakteristiek voor een droog wintereiken-beukenbos (Van der Werf, 1991) en wordt als niet floristisch karakteristiek aangemerkt.

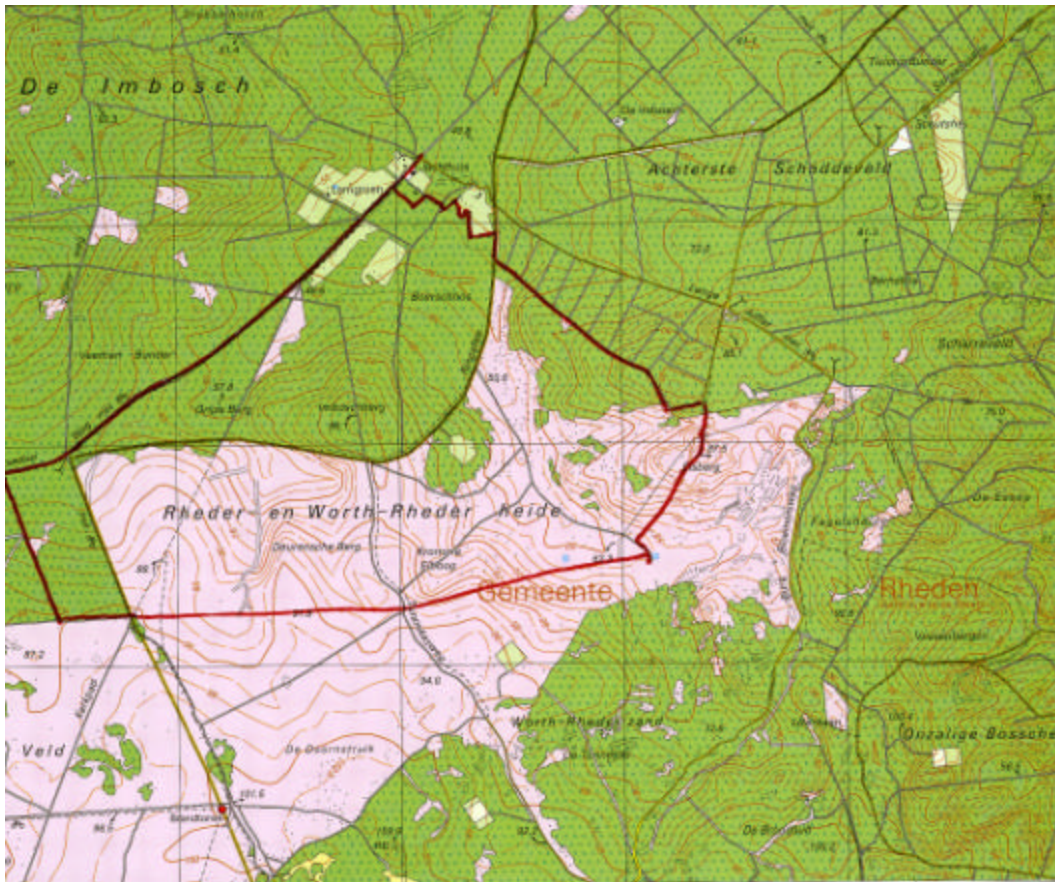


Fig. 1 Ligging van het bosreservaat Imboschberg

2.2 Bodemvorming

De bodem in het bosreservaat Imboschberg bestaat uit zandgronden. 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. Sommige bodemvormende processen zijn fysisch, andere zijn chemisch van aard. Bodemvormende processen zijn omzettingsprocessen als humusvorming, ontkalking, silicaatverwerking, rijping. Podzolering, gleyvorming, kleiverplaatsing en homogenisatie zijn verplaatsingsprocessen. 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). In dit gebied heeft in het verleden podzolering en in het recente verleden humusvorming plaatsgevonden.

Een van de meest universele bodemvormende processen is de omzetting van organische stof tot humus (humificatie) en de ophoping hiervan op en in de bovengrond. Bij maagdelijke, arme gronden (meestal kalkloze zandgronden) is deze omzetting gering en ontstaat er een ophoping op de bovengrond in de vorm van een ectorganische humuslaag. In de grond wordt de gevormde humus gemengd met de minerale bestanddelen (vorming van een endorganische horizont). In mineralogisch rijke gronden wordt de organische stof vrijwel geheel in humus omgezet en is de menging inniger. De menging is het werk van bodemdieren, vooral regenwormen. De bron van de organische stof is de vegetatie (en in mindere mate de fauna).

Het proces van podzolering ontstaat doordat de humus in de bovengrond van arme, zure gronden gemakkelijk uiteen valt (dispergeert), daarna als disperse humus uitspoelt en op enige diepte weer neerslaat op de zandkorrels.

Amorfe humus komt het meest voor bij zandgronden waar gemakkelijk verweerbare mineralen ontbreken, door verwerking verdwenen zijn of niet meer voldoende basen naleveren. De uitgespoelde humuszuren (fulvo- en huminezuren) hopen zich op, samen met Fe en/of Al. Dit proces van uitspoeling en inspoeling (precipitatie) van humus, Al en Fe wordt podzolering genoemd. Het is al een oude term, vermoedelijk een praktijkterm die door de Rus Dokuchaiev in de vorige eeuw voor deze zonale bodem is ingevoerd (Russ. pod = gelijkend op, en zola = as, naar de lichtgrijze kleur die de uitspoelingshorizont, de E-horizont, kan hebben). Het is een bodemvormend proces dat uiteraard alleen in een klimaat kan voorkomen waarin neerslag de verdamping overtreft.

2.3 Waterhuishouding

Het bosreservaat ligt op 50 - 80m + NAP. Het grondwater bevindt zich overal dieper dan 200 cm – mv. In het noordelijke deel van het bosreservaat liggen enkele deels uitgegraven watergangen. In het verleden verzamelde er zich regelmatig water na natte perioden en onder invloed van kwel. In de directe omgeving ervan komt

keileem in de ondergrond voor. De situering van enkele landbouwenclaves en woningen zijn eveneens een aanwijzing dat hier beschikbaar grondwater aanwezig was.

3 Methode

3.1 Veldbodemkundig onderzoek

Het veldbodemkundig onderzoek van het bosreservaat Imboschberg is uitgevoerd in de tweede helft van 2000.

Veldbodemkundig onderzoek betreft 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 veldbodemkundig onderzoek van het bosreservaat Imboschberg is uitgevoerd met behulp van een door Alterra bijgewerkte basiskaart, schaal 1: 5000. Op deze kaart is een ruitennet van 100 m x 100 m aangebracht, dat aangeeft waar in het terrein de snijpunten liggen om de boringen te verrichten. Bij 72 steekproefpunten zijn met een grondboor bodemprofielmonsters genomen tot een diepte van 2,00 m - mv. (fig. 2). 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 72 langs een aantal raaien gekozen boorpunten zijn de resultaten van het onderzoek aan deze bodemprofielmonsters opgenomen met een veldcomputer en vastgelegd op de situatiekaart. De boringen in het ruitennet worden uitgevoerd op 0,5 m ten noorden van de markeringspunten in het veld.

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 (GLG) grondwaterstand de grondwatertrap (Gt) afgeleid.

De resultaten van het onderzoek naar de bodemgesteldheid (inclusief de hydrologische situatie) zijn digitaal opgeslagen in een database.

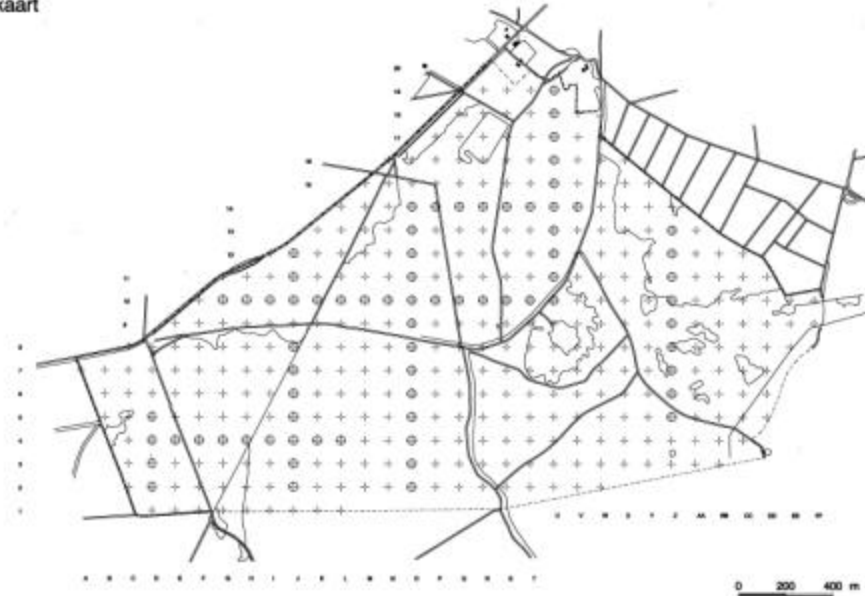


Fig. 2 Situatiekaart met steekproefpunten

3.2 Beschrijving van het humusprofiel

Met het humusprofiel wordt dat deel van het bodemprofiel bedoeld dat uit dode organische stof bestaat. De op de bodem aanwezige strooisellaag wordt gevormd door afstervende plantenresten, 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 plaatsvindt 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 (Emmer, 1995).

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 ectorganisch deel en een endorganisch deel. Het ectorganische deel, de O-laag, bestaat uit de strooisellaag, waarbij nog vrijwel geen menging heeft plaatsgevonden met de onderliggende minerale bodem. Het endorganische deel, de A-horizont, bestaat uit het minerale deel van de bodem, waarbij door intensieve menging een humeuze bovengrond is ontstaan.

Binnen het ectorganische deel kunnen een OL-, een OF-, een OH-, een OM- en een OO-horizont worden onderscheiden. De OL(litter)-horizont bestaat uit relatief verse dode plantendelen. De OF(fermentatie)-horizont bestaat uit meer of minder

afgebroken litter, waarbij echter macroscopisch herkenbare resten van plantenweefsels domineren. De OH(humus)-horizont bestaat uit fijn verdeelde organische stof, waarin ten hoogste nog macroscopisch herkenbare resten van wortels, hout en schors kunnen voorkomen. De OM(mat)-horizont bestaat uit een wortelmat, met daarin weinig verteerd (OMf-), gedeeltelijk afgebroken (OMm-) of vrijwel gehumificeerd materiaal (OMh-). In semi-terrestische milieus kan een OO(organic)-horizont voorkomen, bestaande uit organisch materiaal, geaccumuleerd als gevolg van een, door een zeer slechte drainage veroorzaakte, geremde afbraak. De OA-horizont vormt een overgang van het ectorganische deel naar het endorganische deel van het humusprofiel. Het bestaat uit moerig materiaal, ontstaan door oxidatie van veen.

Binnen het endorganische deel onderscheiden we een Ah-horizont. Dit is een door sterke accumulatie van organische stof, donker gekleurde minerale horizont.

De AhM-horizont is een overgangshorizont tussen een Ah- en een OM-horizont. De dikte van het humusprofiel in het algemeen, en van de afzonderlijke horizonten in het ectorganische deel in het bijzonder, en 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, waaronder invloed van begrazing, een grote rol.

In 1981 hebben Klinka et al. (1981) een systeem ontwikkeld om de verschillende humusvormen te classificeren. In 1993 is dit systeem door Green et al. (1993) aangepast. Bij deze indeling wordt globaal onderscheid gemaakt tussen humusprofielen van het mor-, moder- en multtype. Het al dan niet voorkomen van de te onderscheiden horizonten, de dikte ervan en de aan- of afwezigheid van flora en fauna (schimmels, wormen, etc.), die de afbraak beïnvloeden, bevorderen of verzorgen, 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 (Kemmers en de Waal, 1999; Kemmers en Mekink, 1999; van Delft, 2000). Wij volstaan daarom binnen het startprogramma bosreservaten ermee 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. Het gebied bestaat geheel uit zandgronden.

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

Imboschberg zijn naar de aard van de bodemvorming eerdgronden, podzolgronden en vaaggronden onderscheiden. Binnen de eerdgronden komen enkeerdgronden voor, binnen de podzolgronden komen moderpodzolgronden en humuspodzolgronden voor. Binnen de moderpodzolgronden zijn looppodzolgronden en holtpodzolgronden onderscheiden. Binnen de humuspodzolgronden zijn haarpodzolgronden onderscheiden.

3.4 Indeling van het grondwaterstandsverloop

De grondwaterstand heeft gedurende het jaar een golfvormig verloop met in de winter de hoogste en in de zomer de laagste standen. De verdamping die in het voorjaar de neerslag gaat overtreffen, en de afvoer veroorzaken een daling van de grondwaterstand. Deze daling duurt tot de nazomer of de herfst. Het neerslagtekort gaat dan over in een neerslagoverschot wat resulteert in een stijging van de grondwaterstand. De hoeveelheid neerslag en verdamping en hun verdeling over het jaar zijn elk jaar verschillend. Dit werkt door naar de grondwaterstand waardoor de fluctuatie van de grondwaterstand elk jaar een ander verloop heeft. Bovendien verschillen daardoor de tijdstippen waarop de hoogste en de laagste grondwaterstand voorkomen.

Naast meteorologische factoren bepalen ook de hydrologische situatie (afwatering, ontwatering, kwel, wegzijging) en de bodemgesteldheid (doorlatendheid, bergingsvermogen) de grootte van de grondwatersstandsfluctuatie. Deze kan worden gekarakteriseerd met de hoogste en de laagste grondwaterstand. Met de hoogste grondwaterstand wordt de wintergrondwaterstand gekarakteriseerd en met de laagste grondwaterstand de grondwaterstand die aan het einde van het groeiseizoen mag worden verwacht. De van jaar tot jaar verschillende fluctuaties moeten daartoe tot een gemiddelde fluctuatie worden herleid. Wanneer hiervoor uitgegaan wordt van grondwaterstanden gemeten op een vaste datum in de winter, en in de zomer, wordt een te geringe fluctuatie gevonden. De hoogste standen zullen immers niet elk jaar op hetzelfde tijdstip vallen, evenmin de laagste standen.

Een beeld van de fluctuatie dat voor veel toepassingen geschikt is, ontstaat door hoogste standen en ook laagste standen over elk hydrologisch jaar (april tot en met maart) te middelen. Door deze waarden weer te middelen kan de gemiddeld hoogste (GHG) en de gemiddeld laagste (GLG) grondwaterstand berekend worden.

Voor de GHG (GLG) geldt onderstaande definitie:

De GHG (GLG) is gedefinieerd als een statische verwachtingswaarde van de HG3's (LG3's) gegeven het grondwaterregime en het klimaat. De precieze waarde hiervan zal in de praktijk uiteraard onbekend blijven, maar deze waarde kan geschat worden uit halfmaandelijke waarnemingen over een aantal jaren, waarin het grondwaterregime niet door ingrepen is gewijzigd.

Omdat het weer van jaar tot jaar sterk wisselt, wordt in de praktijk de GHG (GLG) over een periode van ten minste 8 jaar berekend.

Aanvankelijk werd de GHG en GLG grafisch bepaald door een 'gemiddelde' lijn te trekken door de toppen en de dalen van de tijd-stijghoogtelijn. Het niveau van de gemiddelde toppen en dalen kwam ongeveer overeen met de gemiddelde waarden van de HG3's en LG3's. De keuze van een gemiddelde van drie standen is arbitrair. De keuze van het hydrologische jaar (april t/m maart) in plaats van een kalenderjaar heeft als achtergrond dat het begin hiervan ongeveer samenvalt met het tijdstip waarop neerslag en verdamping met elkaar in evenwicht zijn. De hoge grondwaterstanden vallen daardoor veelal voor het begin van een nieuwe berekeningsperiode.

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 (De Vries en Van Wallenburg, 1990). Elk van deze klassen, de grondwatertrap (Gt), is door een GHG- en/of GLG-traject gedefinieerd (bijvoorbeeld GHG = 20-40 cm - mv. en GLG >120 cm - mv. is Gt Vb). Met de lettertoevoeging voor de code is aanvullende informatie gegeven over de GHG, achter de code is aanvullende informatie gegeven over de GLG.

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 ten gevolge 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 Opslag van bodemkundige gegevens en digitale boorbestanden

De veldbodemkundige gegevens worden ingevoerd met behulp van een veldcomputer (HUSKY). Deze data kunnen als boorbestand worden uitgedraaid of digitaal worden opgeslagen. De profielkenmerken zijn 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, kleur, enz.

De digitale informatie van het bosreservaat Imboschberg blijft in beheer bij Alterra. De toelichting op de codes in het digitale boorstatenbestand is verkrijgbaar bij Alterra: sectie Bodem, Water, Natuur.

Tijd		Procesbepalende factor	Geologische afzetting	Terreinvorm	Bodemtype	
HOLOCEEN		wind	stuifzand	landduinen	Formatie van Kootwijk vaaggronden	
PLEISTOCEN	Laat	Laat Weichselien	wind	dekzand	lintvormige ruggen (pseudo-dars) landduinen lage dekzandruggen lage dekzandwellingen Formatie van Twente	humus-podzolgronden
		Midden Weichselien	solifluctie	sneeuwmeltwaterafzettingen *fluvio-periglaciaal zand* *verspoeld dekzand*		solifluctiehellings (stuwwal- en kame-hellingen) cryoplanate terrassen droge dalen
		Vroeg Weichselien	?	?	?	?
		Eemien	?	?	?	?
	Midden	Saalien	afsmeltend landijs	ijssmeltwaterafzettingen *fluvio-glaciaal zand*	abrazieterassen in gestuwde afzettingen landslide-nissen kame accumulatie-abrazieterassen in ijssmeltwaterafzettingen (kameterassen)	humuspodzolgronden Formatie van Drente
		landijs	gestuwde afzettingen *gestuwd preglaciaal zand*	stuwwal stuwwal-glooiingen	moderpodzolgronden Formatie van Urk	
		rivieren	bruine zanden witte zanden *preglaciaal zand*			
	Vroeg					

Fig. 3 Stratigrafie van de beschreven afzettingen

4 Resultaten

4.1 Geologische opbouw

De geologische informatie is voor een groot deel ontleend aan de toelichting bij de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, kaartblad 40 West en 40 Oost, Arnhem.

Formatie van Urk

In de periode voor het Saalien tot in het vroeg-Saalien zijn door de grote rivieren grote hoeveelheden grindhoudend, grof zand afgezet. Darin 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.

Tijdens het Saalien werd ons land gedeeltelijk bedekt met een ijskap. De loop van de Rijn verplaatste zich naar het westen. De oorspronkelijk horizontaal gelaagde rivierzanden zijn door het ijs opgestuwd en schuim omhoog geperst. Zo ontstonden de stuwwallen. Het bosreservaat ligt even ten noorden van de stuwwal van Arnhem en op het westelijke deel van de stuwwal die loopt van Rheden in noordelijke richting westelijk van Apeldoorn naar Epe. Door de stuwing werden dieper liggende 'witte zanden' opgestuwd en aan de oppervlakte gebracht.

Formatie van Drente; grondmorene, fluvioglaciaal zand

Onder het ijs werd een grondmorene afgezet, bestaande uit materiaal dat door het ijs in het gebied van oorsprong (Scandinavië) en onderweg uit de ondergrond werd opgenomen en deels werd fijngewreven: keileem. De keileem wordt gerekend tot de Formatie van Drente. Bij het afsmelten van de ijskappen aan het einde van het Saalien zijn de stuwwallen gedeeltelijk geërodeerd. Daardoor kwam de in de stuwwallen achtergebleven keileem aan of dicht aan de oppervlakte. Een groot deel van de grondmorene is door erosie verdwenen. Grote hoeveelheden zand werden achter de stuwwallen afgezet en vormden een smeltwatervlakte, ook wel sandr genoemd. Deze scherpe zanden, die tot de Formatie van Drente gerekend worden, zijn overwegend matig fijn en matig grof, leemarm tot zwak lemig en zijn mineralogisch armer. Ze bevatten veel grind. Een deel van het bosreservaat bestaat uit deze fluvioglaciaal zanden. Het zijn smeltwaterafvoergeulen en smeltwaterdalen.

Formatie van Twente; helling periglaciaal zand, sneeuwsmeltwaterafzetting en dekzand

In het Weichselein heerste er in onze streken een toendraklimat, 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 noordoost naar zuidwest, even ten zuiden van de Eerbeekse weg, de noordelijke begrenzing van het gebied. Bij het ontdooien van de bovengrond in de zomer kwam veel fijn en grof materiaal op de helling in beweging, en vermengde zich. Hierdoor zijn de meeste gestuwde afzettingen afgedekt met een laag solifluctiemateriaal. De hoogst gelegen delen dagzomen gestuwde afzettingen. Ze bestaan veelal uit de meest grove grindrijke afzettingen.

Tijdens koude fasen in het Weichselien was de begroeiing schaars en traden er op grote schaal zandverstuivingen op. Hierdoor ontstonden de zogenaamde dekzanden, eolische afzettingen met een afgeronde korrelvorm, die als een deken de aanwezige sedimenten bedekten. Het dekzand in bosreservaat Imboschberg bestaat uit Oud en Jong dekzand uit het Laat Weichselien. Jong dekzand is in vergelijking met het Oud Dekzand vaak duidelijk grover, de gelaagdheid ontbreekt en de ligging is in de vorm van ruggen. Het dekzand is aangetroffen in het gedeelte van het bosreservaat dat deel uitmaakt van de Rheder- en Wordt-Rheder heide.

4.2 Bodemgesteldheid

In deze paragraaf worden de resultaten van het onderzoek naar de bodemgesteldheid beschreven. Een verklaring of definiëring van de gebruikte terminologie is te vinden in aanhangsel 1, de woordenlijst.

4.3 Het humusprofiel

Het ectorganische deel van het humusprofiel bestaat onder loof- en naaldbos uit een OL-, OF- en OH-horizont. In het bosreservaat is de gemiddelde dikte van het ectorganische deel onder loofhout 6,4 cm (n = 16) en onder naaldhout 7,7 cm (N=30). In het heideterrein bestaat het ectorganische deel van het humusprofiel uit een OL-horizont en een OM-horizont. De gemiddelde dikte bedraagt 4,2 cm (N=24).

Bij elk steekproefpunt komen ectorganische horizonten voor. De strooiselafbraak is hier duidelijk geremd. Ophoping en stapeling van meer of minder afgebroken litter is kenmerkend voor kalkloze zandgronden met een lage pH onder langdurig bos. De OF-horizont ontbreekt onder loofhout bij ca. 8 van de 16 steekproefpunten. De gemiddelde dikte van de OF-horizont is onder loofhout 1,9 cm (N=8). De gemiddelde dikte van de OHd-horizont bedraagt 4,8 cm (N=16).

Bij de steekproefpunten onder naaldhout is de gemiddelde dikte van de OF-horizont 2,9 cm (N=26) en van de OH-horizont 4,4 cm (N=27). Binnen de OH-horizont komen zowel een OHR- (N=15) als een OHd-horizont voor (N=22).

Bij de steekproefpunten in het heideterrein bestaat de OL-horizont uit resten van de dichte pijpestrootjebegroeiing. De dikte bedraagt gemiddeld 1,3 cm. De OM-horizont bestaat uit een wortelmat met gedeeltelijk afgestorven wortels (OMf-

horizont) of vrijwel geheel afgestorven wortels (OMh). De gemiddelde dikte is 3,6 cm(N=22).

4.3.1 Zandgronden

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 Imboschberg zijn naar de aard van de bodenvorming eerdgronden, moderpodzolgronden, humuspodzolgronden en vaaggronden onderscheiden. Binnen de eerdgronden komen enkeerdgronden voor, binnen de moderpodzolgronden komen looppodzolgronden en holtpodzolgronden voor, binnen de humuspodzolgronden komen haarpodzolgronden en binnen de vaaggronden komen vorstvaaggronden voor.

4.3.1.1 Eerdgronden: enkeerdgronden

Gronden met een humushoudende minerale bovengrond van 50 cm dikte of meer behoren tot de dikke eerdgronden. De horizont ontstaat door menselijke activiteit, in veel gevallen door ophoging met van elders aangevoerd materiaal, soms gepaard gaand met diepe grondbewerking.

zEZ30 Enkeerdgrond in leemarm en zwak lemig[0], matig grof zand[3].

Enkeerdgronden komen voor bij steekproefpunt L04 en in een graslandperceel in het noorden van het bosreservaat. Voormalig agrarisch grondgebruik heeft ertoe geleid dat er een dikke humeuze minerale eerdlaag is ontstaan. Bij steekproefpunt L04 kan het ontstaan van de dikke humeuze bovengrond een gevolg zijn van diepe bodembewerking of vermengd zijn door erosie. Het organische stofgehalte bedraagt ca 7%. De zandgrofheid bedraagt 250 µm en het leemgehalte 14%. Onder de humeuze bovengrond komt matig grof leemarm zand voor met daarin een humuspodzolprofiel. Vanaf 80 cm – mv bestaat de ondergrond uit gestuwd preglaciaal zand.

4.3.1.2 Moderpodzolgronden: looppodzolgronden, holtpodzolgronden

Moderpodzolgronden zijn gronden met een zwarte humeuze bovengrond (Ah), die geleidelijk overgaat in 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 over in onveranderd moeder materiaal (Cy-horizont). Moderpodzolgronden komen voor in relatief rijk moeder materiaal. Naar de dikte van de humushoudende bovengrond komen looppodzolgronden en holtpodzolgronden voor.

cY30g Loopodzolgrond in zwak en sterk lemig[0], matig grof zand[3]

Loopodzolgronden komen voor bij steekproefpunt U14. De humushoudende minerale bovengrond is 30 cm dik en bevat 8% organische stof. De zandgrofheid bedraagt ca 300 µm en het leemgehalte is 20%. Onder de minerale eerdlaag komt een matig grof, zwak en sterk lemig solifluctiedek voor met daarin een moderpodzol-B. Het solifluctiedek bevat grind. Vanaf 140 cm – mv. bestaat de ondergrond uit gestuwd preglaciaal matig fijn zand met leembandjes.

gY30g Holtpodzolgrond in zwak en sterk lemig[0], matig grof zand[3]

Holtpodzolgrond in zwak en sterk lemig, matig grof zand komen verspreid in het bosreservaat voor. Er zijn van 21 steekproefpunten profielbeschrijvingen gemaakt.

De humushoudende minerale bovengrond is 15 cm dik en bevat 2-8% organische stof. Bij ca 10 steekproefpunten komt veel loodzand voor (AE-horizont), al dan niet verwerkt of in de vorm van een micropodzol. Bij een klein deel van de steekproefpunten is de bovengrond tot 40 cm verwerkt of verstoord. De zandgrofheid van het solifluctiedek varieert van 220 tot 350 µm en het leemgehalte van 12 tot 20%. In het solifluctiedek komt bij 16 steekproefpunten grind voor. Onder het solifluctiedek komt overwegend matig grof leemarm en zwak lemig gestuwd preglaciaal zand voor. Hierin is duidelijk minder grind aangetroffen. Vanaf 120 cm – mv. bestaat de ondergrond uit gestuwd preglaciaal zand, matig fijn tot zeer grof, overwegend leemarm. Plaatselijk komen grindbanken (Q10, R14, T14) voor. Bij de steekproefpunt U19 komt in de ondergrond op 130 cm – mv. keileem voor.

Het humusprofiel bestaat onder bos (N=15) uit een OL- OF-, en OH-horizont met een dikte uiteenlopend van 3-10 cm. Op de hei bestaat het humusprofiel uit een wortelmat (OMf-horizont) van 2-4 cm dikte (N=5). De dikte van de daaronder voorkomende AhM-of OAM- horizont bedraagt 3-20 cm.

Y21 Holtpodzolgrond in zwak lemig[1], matig fijn zand[2]

Holtpodzolgronden in zwak lemig, matig fijn zand komen op enkele plaatsen verspreid in het bosreservaat voor. Er zijn van 4 steekproefpunten profielbeschrijvingen gemaakt (M10, O05, R10, Z13). De bovengrond bestaat uit gestuwd preglaciaal zand (M10, R10) of uit dekzand (O05, Z13). In de minerale eerdlaag komt 3-5% organische stof voor. De zandgrofheid is ca 165 µm en het leemgehalte bedraagt 14-16%. Er komt geen grind in voor. Vanaf 80 cm – mv. bestaat de ondergrond uit leemarm en zwak lemig matig fijn, gestuwd preglaciaal zand. Bij SPP O05 is de zandondergrond leemarm en matig grof. De bodem is bij de steekproefpunten M10 en R10 ondiep verwerkt of verstoord. Het humusprofiel is bij M10 en R10 eveneens verstoord. De dikte van het humusprofiel bedraagt bij SPP Z13 onder bos 8 cm en bij SPP O05 onder heide uit een wortelmat van 2 cm.

4.3.1.3 Humuspodzolgronden: haarpodzolgronden

Humuspodzolgronden zijn ontstaan in arm moedermateriaal. De organische stof in de duidelijke humuspodzol-B-horizont is amorf en ligt als huidjes op de zandkorrels

en verbindt deze korrels door bruggetjes. Vaak zijn ook de poriën geheel of gedeeltelijk met amorfe humus gevuld. Humuspodzolgronden zijn onderverdeeld naar hydromorfe kenmerken. Humuspodzolgronden met ijzerhuidjes (Hd.) zijn onder droge omstandigheden bij diepe grondwaterstanden gevormd. In de bovente 5 à 10 cm van de B-horizont heeft meestal een sterke verrijking met amorfe humus plaatsgevonden, de zogenaamde Bhs-horizont. Daaronder treft men soms een zeer dun ijzerbandje aan. Het zand van de C-horizont heeft een geelblonde kleur, wat wijst op de aanwezigheid van ijzerhuidjes op de zandkorrels. Soms is het moedermateriaal ijzerarm, zoals in sommige 'witte' zanden. Vaak komt onder de A-horizont een grijze loodzandlaag (E-horizont) voor. Aan de onderkant van de B-horizont en in de C-horizont treft men dikwijls min of meer horizontaal verlopende bandjes van ingespoelde humus aan, de zogenaamde fibers. De horizonten van de humuspodzolgronden met ijzerhuidjes zijn vaak aan beide zijden scherp begrensd. Naar de dikte van de humushoudende bovengrond en de textuur zijn alleen haarpodzolgronden onderscheiden.

gHd30g Haarpodzolgrond [Hd] in leemarm en zwak lemig[0] matig grof zand[3].

Haarpodzolgronden in leemarm en zwak lemig, matig grof zand komen voor bij 36 steekproefpunten. De bovengrond bestaat uit gestuwd preglaciaal zand of uit een solifluctiedek. Het zand is matig grof en de mediaan loopt sterk uiteen van 220-400 µm en is bij een aantal steekproefpunten zeer grof met een zandgrofheid van 500 µm. Het leemgehalte varieert van 6-16%. Er komt veel grind in voor. In de laag van 0-25 cm – mv. komt een Ah-, Ae- of Eu-horizont voor, soms in de vorm van een micropodzol. Het organische stofgehalte loopt uiteen van 2% tot 14% waarbij het gehalte organische stof in de laag 0-5 cm veelal 5% hoger is dan de direct daaronder voorkomende horizont. Onder het solifluctiedek komt gestuwd preglaciaal matig grof en zeer grof zand voor met een mediaan van 220-1000 µm. Het zand is leemarm en zwak lemig.

De ondergrond bestaat uit leemarm en zwak lemig matig grof en zeer grof zand met veel grind. Grindbanken komen voor bij de steekproefpunten F04, G04, H04, H10, I10, J04, J05, J10, K04, K10, O08, O09, O10, O12, Z09. Bij de steekproefpunten T10, O07 en Z05 is een zeer sterk lemige zandlaag of leemlaag in de ondergrond aangetroffen.

Het humusprofiel bestaat onder bos uit een OL- OF-, en OH-horizont waarvan de dikte uiteen loopt van 3-13 cm. In heide komt een OL- en OM-horizont voor met een dikte van 2.5-6 cm. Onder de ectorganische horizont of onder de wortelmat komt een minerale eerdlaag voor met veel loodzand. Bij vijf steekproefpunten komt een ondiep verstoorde bovengrond voor, waarbij de strooisellaag is vermengd met het bovenste deel van de minerale horizont. Bij de steekproefpunten O12, O13, V14, is de bovengrond tot maximaal 40 cm verstoord of verwerkt.

Hd21 Haarpodzolgrond [Hd] in leemarm en zwak lemig [1] matig fijn zand[2].

Haarpodzolgronden in leemarm en zwak lemig matig fijn zand komen voor bij 6 steekproefpunten (O06, O08, O11, P10, U12, Z12). Ze bestaan uit gestuwd preglaciaal zand al dan niet met een solifluctiedek. Bij steekproefpunt O06 is dekzand aangetroffen. Het profiel bestaat tot ca. 120 cm – mv. uit matig fijn zand met een mediaan van 180 tot 200 µm. Het leemgehalte bedraagt 8-12%. Het organische stofgehalte van de bovengrond bedraagt 2-10%. In de ondergrond komt matig grof tot zeer grof zand voor. Bij de steekproefpunten O11 en O06 bestaat de ondergrond uit matig fijn, leemarm zand.

Het humusprofiel bestaat uit een OL-, OF- en OH-horizont met een dikte variërend van 5 – 13 cm. Bij de steekproefpunt O06 en O08 komt in heide een wortelmat voor van 8 cm.

4.3.1.4 Vaaggronden; vorstvaaggronden

Zb21 Vorstvaaggrond [Zd] in matig fijn[2] leemarm zand[1].

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. Dit is het geval bij de steekproefpunten L10 en H10. Het profiel bestaat uit een solifluctiedek op gestuwd preglaciaal zand. Bij L10 kan het ontbreken van een podzolprofiel een gevolg zijn van erosie. De zwak ontwikkelde B-horizont, die op 40 cm – mv. over gaat in de onveranderde C-horizont met daarin ijzerhuidjes, is kenmerkend voor een vorstvaaggrond. De bovengrond bestaat uit matig fijn leemarm zand met een mediaan van 180 µm en een leemgehalte van 5%. In de ondergrond komt matig grof leemarm zand voor met bij SPP H10 een grindlaag. Bij L10 ontbreekt het humusprofiel. Bij H10 is de ectorganische horizont 8 cm dik.

4.4 Grondwatertrappen

VIIIId: GHG > 140 cm - mv.; GLG > 180 cm - mv.

Grondwatertrap VIIIId komt voor in het gehele bosreservaat voor. De hoogste wintergrondwaterstand bevindt zich dieper dan 200 cm – mv.; ruim onder het beschreven bodemprofiel.

5 Conclusies

Het bosreservaat Imboschberg ligt in het Nationaal Park Veluwezoom en is eigendom van Natuurmonumenten. De bodem bestaat uit gestuwd preglaciaal zand al dan niet met een solifluctiedek en uit dekzand. Er komen erosiedalen voor met daarin fluvio-periglaciaal afzettingen. In deze afzettingen zijn door bodemvorming humuspodzolgronden, moderpodzolgronden, eerdgronden en vaaggronden ontstaan. Binnen de humuspodzolgronden komen haarpodzolgronden voor, binnen de moderpodzolgronden komen holtpodzolgronden en looppodzolgronden voor, binnen de eerdgronden komen enkeerdgronden voor en binnen de vaaggronden komen vorstvaaggronden voor. De voorkomende grondwatertrap is grondwatertrap VIIId. De profielbeschrijvingen zijn de eigenlijke resultaten van het onderzoek. In het bosreservaat is de gemiddelde dikte van het ectorganische deel van het humusprofiel onder loofhout 6,4 cm en onder naaldhout 7,7 cm. In het heideterrein bestaat het ectorganische deel van het humusprofiel uit een OL-horizont en een OM-horizont. De gemiddelde dikte bedraagt 3,6 cm.

Literatuur

Bakker, H. de en J. Schelling, 1989. *Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus*. Wageningen, Pudoc. 2^e herziene druk.

Bodemkaart, 1979. *Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; toelichting bij kaartbladen 33 West en 33 Oost Apeldoorn*. Wageningen, STIBOKA.

Broekmeyer, M.E.A, 1995. *Bosreservaten in Nederland*. Wageningen, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. IBN-rapport 133.

Broekmeyer, M.E.A., en P. Hilgen, 1991. *Basisrapport bosreservaten*. Utrecht, Directie Bos- en Landschapsbouw; Wageningen, De Dorschkamp. Rapport nr. 1991-03.

Delft, S. P. J., van, 2000. *Relatie tussen humusvormen en standplaatsfactoren in beekdalgraslanden. Casestudy ecologische bodemtypologie*. Wageningen, Alterra, Rapport 691.

Emmer, I.M., 1995. *Humus form and soil development during a primary succession of monoculture Pinus sylvestris forests on poor sandy substrates*. The Netherlands Centre of Geo-Ecological Research (ICG); University of Amsterdam.

Green, R.N., R.L. Trowbridge en K. Klinka, 1993. *Towards a taxonomic classification of humus forms*. Forest Science. Monograph 29. Washington. A publication of the Society of American Foresters.

Kemmers, R.H. en P. Mekking, 1999. *Humusprofielen in de bosreservaten Lheebroek en Mattemburgh*. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Rapport nr. 686.

Kemmers, R. H. en R. W. de Waal, 1999. *Ecologische typering van bodems. Deel 1. Raamwerk en humusvormtypologie*. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Rapport nr. 667-1.

Klinka, K., R.N. Green, R.L. Trowbridge en L.E. Lowe, 1981. *Taxonomic classification of humus forms in ecosystems of British Columbia*. First Approximation. Editor: Province of British Columbia, Ministry of Forest. 54 p.

Sluis, P. van der en H.C. van Heesen, 1989. 'Veranderingen in de berekening van de GHG en de GLG'. *Landinrichting* 29 (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, Stichting voor Bodemkartering. Rapport 1967.

Vries, F. de en C. van Wallenburg, 1990. 'Met de nieuwe grondwatertrappenindeling meer zicht op het grondwater'. *Landinrichting* 30(1): 31-36.

Werf, S. van der, 1991. 'Bosgemeenschappen'. *Natuurbeheer in Nederland*; Deel 5. Pudoc, Wageningen.

Aanhangsel 1 Woordenlijst

Rapport, kaarten en profielbeschrijvingen bevatten termen en coderingen 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 endorganische 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 hydropodzolgronden.

Bewortelbare diepte:

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

Bewortelingsdiepte:

Diepte waarop een één of tweejarig volgroeid gewas nog juist voldoende wortels in een 10% droog jaar kan laten doordringen om het aanwezige vocht aan de grond te onttrekken. Ook wel 'effectieve bewortelingsdiepte' genoemd (Van Soesbergen et al., 1986)

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 + sesquioxyden, lutum of lutum + sesquioxyden) 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 bosreservaten tot 200 cm beneden maaiveld.

Bodemvorming:

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

Bovengrond:

Bovenste horizont van het bodemprofiel, die meestal een relatief hoog gehalte aan organische stof bevat. Komt bodemkundig in het algemeen overeen met de A-horizont, landbouwkundig met de bouwvoor. In bosreservaten met een grotere boordiepte wordt de eerste 40 cm van het profiel tot de bovengrond gerekend.

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;

Cr-horizont:

Gereduceerd materiaal.

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 kleurgoed contrasteert met die van de C-horizont.

Dunne A-horizont:

Niet-vergraven A-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.

e-horizont: aanduiding bij:

- B- en C-horizonten met kenmerken van ontijzering. Wordt gebruikt bij niet-volledig gereduceerde B- en C-horizonten in zand als deze geen ijzerhuidjes en geen roestvlekken bevatten.
- Bh-horizonten, als de BC- of C-horizont onder de Bh-horizont ook de lettertoevoeging e heeft (bij hydropodzolgronden);
- het bovenste deel van de Bh-horizont, wanneer in het onderste deel een sterke concentratie van ingespoeld ijzer zichtbaar is (bij haarpodzolgronden);
- moedermateriaal dat van nature ijzerarm is, waarin geen ontijzering heeft plaatsgevonden.

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.

...g-horizont:

Horizont met roestvlekken (g=gley).

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. Hierbij wordt uitgegaan van metingen op of omstreeks de 14^e en 28^e van elke maand in geperforeerde buizen van 2-3 m lengte.

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, humusgehalte, humusklasse:

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:

- Voor de podzolgronden: (a) een moerige bovengrond of: (b) een moerige tussenlaag en/of: (c) geen ijzerhuidjes op de zandkorrels onmiddellijk onder de B2.
- Voor de eerdgronden en de vaaggronden: (a) een Cn-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 A dunner dan 50 cm: geen ijzerhuidjes op de zandkorrels onder de A-horizont; (f) bij kleigronden met een A 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.

Kalkarm, -loos, -rijk:

Bij het veldbodemkundig 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% CaCO₃, analytisch bepaald, d.w.z. de geanalyseerde hoeveelheid CO₂, omgerekend in procenten CaCO₃ (op de grond);
- 2 kalkarm materiaal: hoorbare opbruising; overeenkomend met ca. 0,5-1 à 2% CaCO₃.
- 3 kalkrijk materiaal: zichtbare opbruising; overeenkomend met meer dan ca. 1 à 2% CaCO₃.

Kalkverloop:

Het verloop van het kalkgehalte in het bodemprofiel (fig. 4).

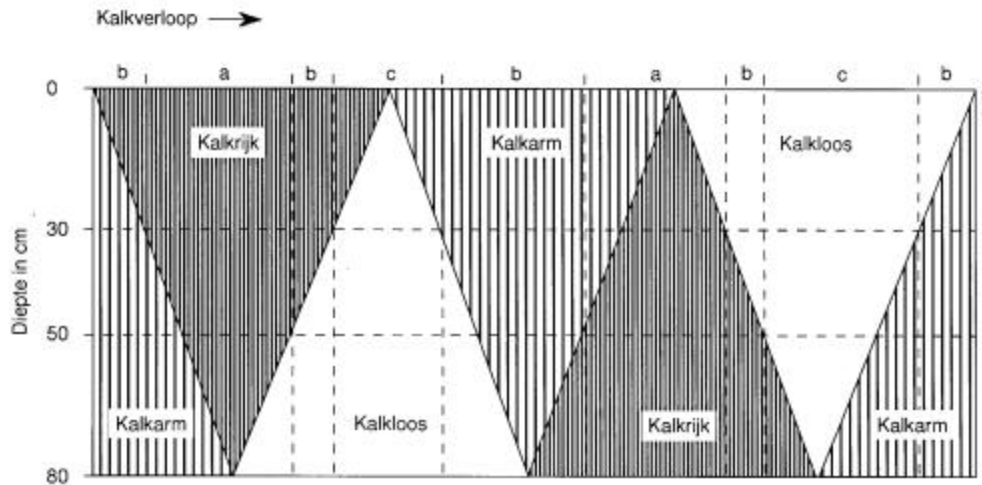


Fig. 4 Schematische voorstelling van de kalkverlopen in verband met het verloop van het koolzure-kalkgehalte

Klei:

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

Kleigronden:

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 klei bestaat. Indien een dikke A1 voorkomt, moet deze gemiddeld zwaarder zijn dan de textuurklasse zand.

LG3:

Het gemiddelde van de drie laagste grondwaterstanden die in een zomerperiode (1 april -1 oktober) zijn gemeten. Hierbij wordt uitgegaan van metingen op of omstreeks de 14e en 28e van elke maand in geperforeerde buizen van 2-3 m lengte.

Leem:

- Mineraal materiaal dat ten minste 50% leemfractie bevat.
- Kortweg gebruikt voor leemfractie.

Leemfractie:

Minerale delen kleiner dan 50 µm. Wordt in de praktijk vrijwel uitsluitend gebezigd bij lutumarm materiaal. Zie ook: textuurklasse.

Lutum:

Kortweg gebruikt voor lutumfractie.

Lutumfractie:

Minerale delen kleiner dan 2 µm. Zie ook: textuurklasse.

M-horizont:

Endorganische horizont, bestaande uit een wortelmat, onder te verdelen in:

- *Mf* wortelmat, bestaande uit weinig verteerd materiaal (fibric)
- *Mm* wortelmat, bestaande uit gedeeltelijk afgebroken materiaal, tussen *Mf* en *Mh* in (mesic)
- *Mh* wortelmat, bestaande uit vrijwel geheel gehumificeerd materiaal (humic).

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:

- A-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.
- Dikke A-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 ectorganische deel) onderverdeeld in:

OL (litter): litterhorizont

Een horizont die bestaat uit relatief verse, dode plantendelen. 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 plantendelen nog een losse stapeling vertonen en niet of nauwelijks verkleurd zijn.
- *OLv* (variative): L-horizont, waarbij de plantendelen 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 plantendelen 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 plantenresten in allerlei stadia van afbraak en omzetting. Het min of meer volledig omgezette product 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 1 en figuur 5 geven weer hoe gronden naar het organische-stofgehalte worden ingedeeld.

Tabel 1 Indeling van lutumarme gronden naar het organische-stofgehalte

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

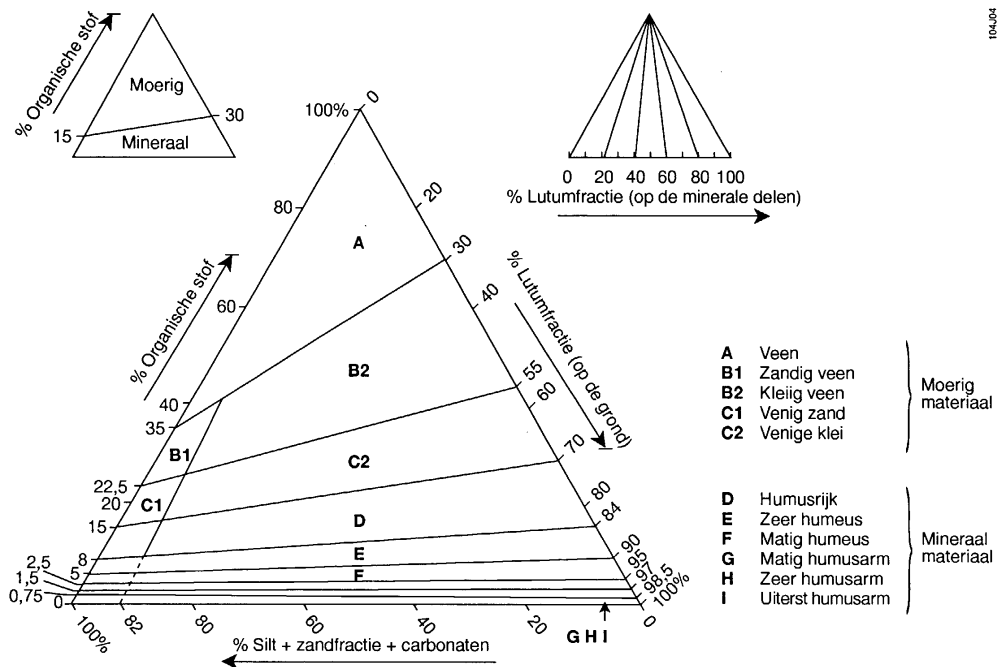


Fig. 5 Indeling en benaming naar het organische-stofgehalte bij verschillende lutumgehalten

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 te zamen met niet-amorfe humus.

Podzolgronden:

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

r-Horizont:

Minerale of moerige horizont die geheel of vrijwel geheel is 'gereduceerd' en na oxidatie aanzienlijk van kleur verandert. Moet ook aan de eisen voor een C-horizont voldoen.

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. Eolische afzettingen (zowel zand als zwaarder materiaal) worden naar het lutum- of leemgehalte ingedeeld, en de zandfractie naar de M50 als in de tabellen 2, 3 en 4.

Tabel 2 Indeling van niet-eolische afzettingen naar het lutumgehalte*

Lutum		Naam	Samenvattende naam	
0	-5	kleiarm zand	zand	lutumarm
5	-8	kleilig 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 3 Indeling van 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 4 Indeling van de zandfractie naar de M50

M50 µm	Naam	Samenvattende naam
50 -105	uiterst fijn zand	fijn zand
105 -150	zeer fijn zand	
150 -210	matig fijn zand	
210 -420	matig grof zand	grof zand
420 -2000	zeer grof zand	

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 µm. Zie ook: textuurklasse.

Zandgronden:

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

Zavel:

zie: textuurklasse.

Zonder roest:

- geen roest;
- roest dieper dan 35 cm beneden maaiveld beginnend;
- roest ondieper dan 35 cm beneden maaiveld beginnend, maar over meer dan 30 cm onderbroken.

Aanhangsel 2 Rapporten over 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.

De delen 98.1 t/m 98.5 van 'De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland' zijn uitgegeven door het Staring Centrum samen met Bosbureau Wageningen B.V. in Oosterbeek en 98.6 t/m 98.8 door DLO-Staring Centrum met Ingenieursbureau Eelerwoude te Rijssen.

Naam reservaat	Auteur(s)	Jaar	Rapportnummer
Lheebroek	G.J. Maas en M.M. van der Werff	1990	98.1
Vijlnerbos	G.J. Maas en M.M. van der Werff	1990	98.2
Nieuw Milligen	G.J. Maas en M.M. van der Werff	1990	98.3
Starnumansbos	G.J. Maas en M.M. van der Werff	1990	98.4
Pijpebrandje	G.J. Maas en M.M. van der Werff	1990	98.5
Vechtlanden	M.M. van der Werff en P. Mekking	1991	98.6
't Quin	M.M. van der Werff en P. Mekking	1991	98.7
't Sang	M.M. van der Werff en P. Mekking	1991	98.8
Schoonloërveld	P. Mekking	1992	98.9
Riemstruiken	P. Mekking	1992	98.10
Oosteresch	P. Mekking	1993	98.11
Zwarte Bulten	P. Mekking	1993	98.12
De Schone Grub	P. Mekking	1993	98.13
Keizersdijk	P. Mekking	1994	98.14
Dieverzand	P. Mekking	1995	98.15
Leenderbos	P. Mekking	1995	98.16
Galgenberg	P. Mekking	1995	98.17
Drieduin 1, 2, 3	P. Mekking	1995	98.18
Tongerense hei	P. Mekking	1996	98.19

Naam reservaat	Auteur(s)	Jaar	Rapportnummer
Roodaam	P. Mekkink	1996	98.20
Het Molenven	P. Mekkink	1996	98.21
Beerenplaat	P. Mekkink	1996	98.22
Wilgenreservaat	P. Mekkink	1996	98.23
Kloosterkooi	P. Mekkink	1997	98.24
Houtribbos	P. Mekkink	1997	98.25
Hollandse Hout	P. Mekkink	1997	98.26
Kijfhoek	P. Mekkink	1997	98.27
De Geelders	P. Mekkink	1997	98.28
Pilotenbos	P. Mekkink	1998	98.29
Mattemburgh	P. Mekkink	1998	98.30
Kampina	P. Mekkink	1998	98.31
Norgerholt	P. Mekkink	1999	98.32
Kremboong	P. Mekkink	1999	98.33
't Rot	P. Mekkink	1999	98.34
Smalbroeken	P. Mekkink	1999	98.35
Smoddebos			
/Duivelshof	P. Mekkink	2000	98.36
De Horsten	P. Mekkink	2000	98.37
De Heul	P. Mekkink	2000	60.1