

32/11.6.98.10/2FA

NN 31127.98.19
BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland

Deel 19 Bosreservaat 'Tongerense Hei'

P. Mekkink

Rapport 98.19

DLO-Staring Centrum, Wageningen 1996

17 SEP. 1996

+ 2 lrt.

Lsn 559939

REFERAAT

Mekkink P., 1996. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 19, bosreservaat 'Tongerense Hei'*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 98.19. 48 blz.; 4 fig.; 4 tab.; 2 aanh.; 2 kaarten

In bosreservaat Tongerense Hei komen geologische afzettingen voor die behoren tot de Formatie van Harderwijk en Enschede, Formatie van Urk en Formatie van Twente. Het betreft zandgronden (podzolgronden) met grondwatertrap sVIo en VIII d. De verbreiding van de geologische afzettingen is weergegeven op de geologische kaart, die van de bodemeenheden en grondwatertrappen op de bodem- en grondwatertrappenkaart. Er hebben zich, mede onder invloed van het opstandstype en het gevoerde beheer, humusprofielen ontwikkeld die bestaan uit een ecto-organisch deel en een endo-organisch deel. De profielopbouw en de opbouw van de strooisellaag zijn beschreven en op tape vastgelegd.

Trefwoorden: bodemkunde, geologie, grondwaterfluctuatie, humusprofiel

ISSN 0927-4499

©1996 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)
Postbus 125, 6700 AC Wageningen.
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.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 DLO-Staring Centrum.

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.

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	14
3 Methode	17
3.1 Bodemgeografisch onderzoek	17
3.2 Beschrijving van het humusprofiel	18
3.3 Indeling van de gronden	19
3.4 Indeling van het grondwaterstandsverloop	19
3.5 Opzet van de legenda	20
3.6 Opslag bodemkundige gegevens in digitale boorbesteden	20
4 Resultaten	23
4.1 Geologische opbouw	23
4.2 Bodemgesteldheid	24
4.2.1 Het humusprofiel	24
4.2.2 De zandgronden	25
4.2.2.1 Moderpodzolgronden, holtpodzolgronden [Y]	25
4.2.2.2 Humuspodzolgronden, haarpodzolgronden [Hd]	26
4.2.3 Oude kleigronden	27
4.3 Grondwatertrappen	27
4.4 Toevoegingen op de bodem en grondwatertrappenkaart	28
4.5 Overige onderscheidingen op de bodem en grondwatertrappenkaart	28
5 Conclusies	31
Literatuur	33
Tabellen	
1 Gemiddelde dikte en spreiding ecto-organische horizonten	24
2 Indeling van lutumarme gronden naar het organische-stofgehalte	42
3 Indeling niet-eolische afzettingen* naar het lutumgehalte	43
4 Indeling eolische afzettingen* naar het leemgehalte	43
5 Indeling eolische van de zandfractie naar de M50	44

Figuren

1 Ligging van het bosreservaat 'Tongerense Hei'	15
2 Stratigrafie van de beschreven afzettingen	22
3 Schematische voorstelling van de kalkverlopen in verband met het verloop van het koolzure kalkgehalte	39
4 Indeling en benaming naar het gehalte aan organische stof bij verschillende lutumgehalten	42

Aanhangsels

1 Woordenlijst	35
2 Rapporten over de bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland	47

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 Kennis Centrum-Natuurbeheer (IKC-Natuurbeheer) te Wageningen de bodemgesteldheid van het bosreservaat 'Tongerense Hei' in de gemeente Epe in kaart gebracht. Het bodemgeografisch onderzoek hiervoor is in juni 1995 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 22 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 'Tongerense Hei' in de gemeente Epe in de provincie Gelderland is in juni 1995 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 40 ha grote bosreservaat 'Tongerense Hei' ligt in het gelijknamige gebied Tongerense Hei bij het landgoed Welna en is eigendom van Het Gelders Landschap. De belangrijkste boomsoort is grove den.

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 bij 54 steekproefpunten profielbeschrijvingen gemaakt.

In het gebied komen afzettingen van pleistocene ouderdom voor. De oudste geologische formatie binnen 2,00 m - mv. bestaat uit gestuwde afzettingen, die behoren tot de Formatie van Urk en de Formatie van Harderwijk en Enschede. De overige afzettingen behoren tot de Formatie van Drente en tot de Formatie van Twente. In figuur 2 en op de geologische kaart (kaart 1) zijn de verschillende geologische formaties aangegeven.

De bodem bestaat uit zandgronden. Hierin komen humuspodzolgronden en op enkele plaatsen moderpodzolgronden voor. Het humusprofiel is opgebouwd uit een ecto-organische en een endo-organische horizont. De gemiddelde dikte van de ecto-organische horizont bedraagt 8,9 cm. De gemiddelde dikte van de endo-organische horizont bedraagt 15,2 cm. In het reservaat komen de grondwatertrappen VIo en VIIIId voor. Op de bodem en grondwatertrappenkaart (kaart 2) zijn de verbreiding van de bodemeenheden en de grondwatertrappen weergegeven.

1 Inleiding

Het doel van het bodemgeografisch onderzoek in het bosreservaat 'Tongerense Hei' in de gemeente Epe is:

1. Het in kaart (schaal 1 : 5000) brengen van:
 - de geologische afzettingen;
 - de bodemgesteldheid.
2. Het beschrijven van:
 - humusprofielkenmerken
 - bodemprofielkenmerken

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 (Broekmeyer, 1995).

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 (bodemprofiel), inclusief de grondwaterhuishouding, de dikte en opbouw van de strooisellaag (humusprofiel) en de bewerkingsdiepte.

Bij het veldbodemkundig onderzoek zijn hiervoor gegevens verzameld. Hiertoe worden bij de steekproefpunten 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 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 'Tongerense Hei', 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 'Tongerense Hei' ligt in de boswachterij Vierhouten in de provincie Gelderland (fig. 1). Het gebied is eigendom van Het Gelders Landschap. De oppervlakte van het bosreservaat bedraagt 40 ha. De topografie staat afgebeeld op blad 27C van de Topografische kaart van Nederland, schaal 1 : 25 000. De begroeiing bestaat uit grove den met in de korte vegetatie veel rode en blauwe bosbes en enkele plekken pijpestrootje. Het bosreservaat is karakteristiek voor een droog Berken-Zomereikenbos en wordt als floristisch karakteristiek beschouwd.

2.2 Bodemvorming

De bodem bestaat uit verschillende soorten moedermateriaal. In het bosreservaat 'Tongerense Hei' komen gestuwd preglaciale afzettingen en hellingafzettingen 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. Sommige bodemvormende processen zijn fysisch, andere zijn chemisch van aard. Bodemvormende processen zijn omzettingsprocessen als humusvorming, ontkalking en silicaatverwerking. Podzolering, gleyvorming 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 zijn vooral humusvorming en podzolering van belang. Een van de meest universele bodemvormende processen is de omzetting van organische stof tot humus (humificatie) en de ophoping hiervan op de bovengrond. Bij maagdelijke, arme gronden (meestal kalkloze zandgronden) is deze omzetting gering en ontstaat er een ophoping op de bovengrond, en ontstaat een ecto-organische humuslaag. In de grond wordt de gevormde humus gemengd met de minerale bestanddelen (vorming van een endo-organische 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), en als disperse humus uitspoelt en op enige diepte weer neerslaat op de zandkorrels.

Amorfe humus komt het meest voor bij zandgronden als gemakkelijk verweerbare mineralen ontbreken, door verwerking verdwenen zijn of niet meer voldoende basen

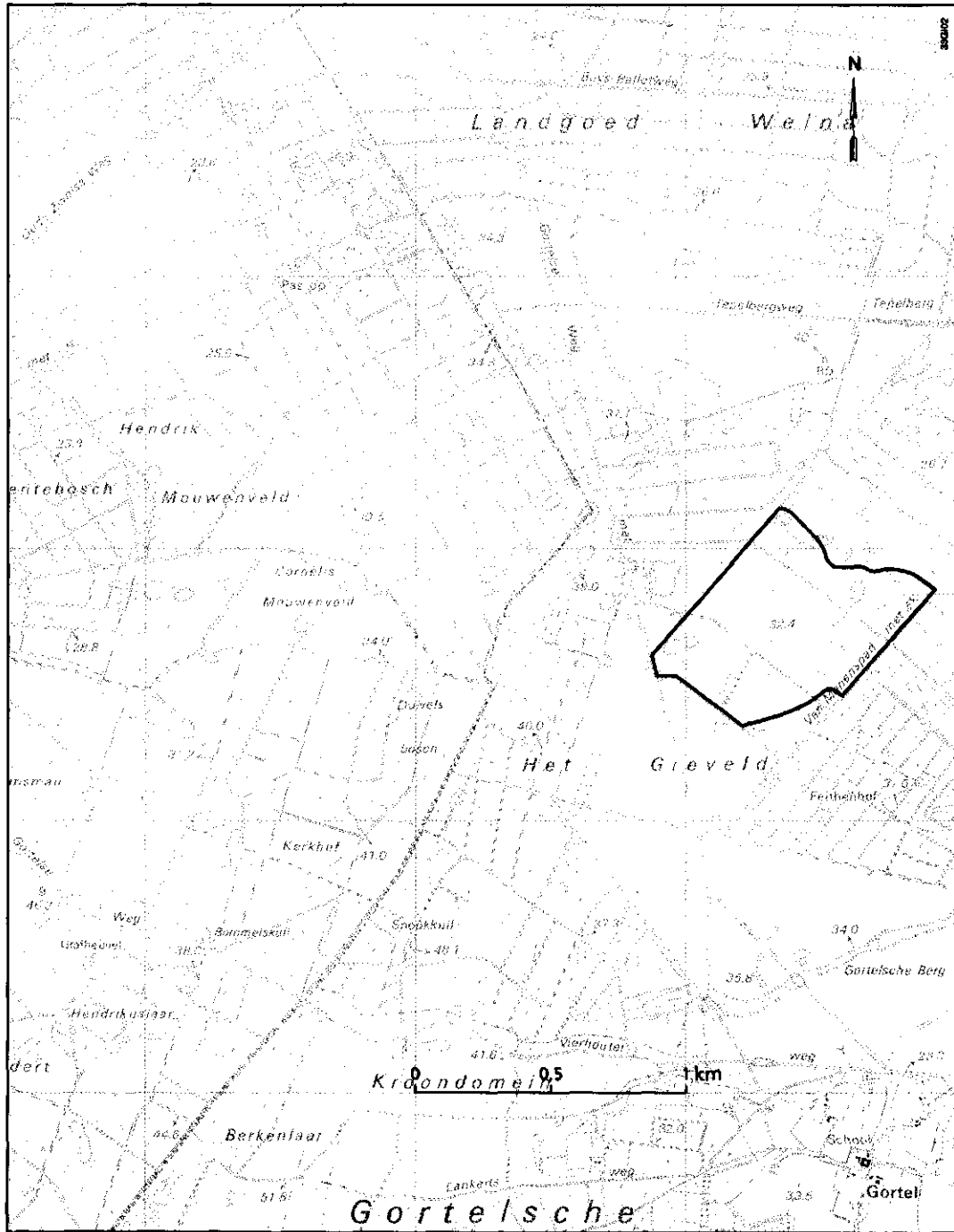
naleveren. De uitgespoelde humuszuren (fulvo- en huminezuren) hopen zich op, samen met Fe en/of Al.

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. Zo zijn er in het bosreservaat Tongerense Hei haarpodzolgronden en moderpodzolgronden ontstaan.

In moedermateriaal met meer dan enige procenten lutum, of meer dan enige tientallen procenten leem, of dat mineralogisch rijk is, tredt geen podzolering op en ontstaan bruine gronden (o.a. vorstvaaggronden en wellicht ook moderpodzolgronden). In dit geval wordt de moderpodzol-B-horizont niet meer als een inspoelingshorizont gezien en zouden de moderpodzolgronden niet meer tot de orde van de podzolgronden behoren. Dit is het geval bij rijke gestuwde afzettingen en waar in de gestuwde afzettingen leemlagen aan de oppervlakte komen.

2.3 Waterhuishouding

Het bosreservaat ligt in het oostelijke deel van de Veluwe op ca. 30 m + NAP buiten de invloedssfeer van fluctuerend grondwater. Grondwater komt op enkele plaatsen binnen 200 cm - mv. als gevolg van stagnatie op een leemlaag. In het grootste deel van het bosreservaat komt grondwater niet binnen 200 cm - mv. voor. In dit gebied is de vegetatie geheel afhankelijk van het in de bodem opgeslagen regenwater (hangwaterprofiel).



Blad 27 C, Top. kaart, schaal 1 : 25 000

Fig. 1 Ligging van het bosreservaat "Tongerense Hei"

3 Methode

3.1 Bodemgeografisch onderzoek

Het bodemgeografisch onderzoek van het bosreservaat 'Tongerense Hei' is uitgevoerd in juni 1995.

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 uitgedrukt in grondwatertrappen (Gt's);
- 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 1982 verschenen Bodemkaart, schaal 1 : 50 000, 27 West en 26 Oost met bijbehorende toelichting.

Het bodemgeografisch onderzoek van het bosreservaat 'Tongerense Hei' is uitgevoerd met een door IKC-Natuurbeheer verstrekte en IBN-DLO bijgewerkte basiskaart, schaal 1 : 2500. Op deze kaart is een ruitennet van 50 m x 50 m aangebracht, dat aangeeft waar in het terrein de snijpunten liggen om de boringen te verrichten. Op 54 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 54 '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 op de bodem aanwezige strooisellaag 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, waarbij de chemische en fysische eigenschappen van de organische stof veranderen. 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 verschillen in afbraaksnelheid ontstaat een verticale differentiatie in (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 als gevolg van een actieve bodemfauna een humeuze bovengrond is ontstaan.

Binnen het ecto-organische deel kunnen een OL-, een OF-, een OH- en een OO-horizont worden onderscheiden. De OL (litter)-horizont bestaat uit relatief verse dode plantedelen. De OF (fermentatie)-horizont bestaat uit min of meer 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-terrestische milieus kan een organic-horizont (= OO-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. Dit is een door sterke accumulatie van organische stof, donker gekleurde minerale horizont.

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

In 1981 heeft Klinka (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 morhumus, moderhumus en mullhumus. 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. 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. 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 'Tongerense Hei' hebben ertoe geleid dat op bepaalde punten van de landelijke indeling is afgeweken of de onderverdeling is verfijnd. Binnen de zandgronden is op een lager niveau de indeling naar textuur aangepast. Er komen 2 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 'Tongerense Hei' zijn naar de aard van de bodemvorming moderpodzolgronden [Y] en humuspodzolgronden [H] onderscheiden.

De zandgronden in het bosreservaat bestaan naar de textuur van de bovengrond uit matig grof en zeer grof zand [8...] en leemarm en zwak lemig zand [...2].

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 (minimaal 8 jaar) van de hoogste/laagste drie grondwaterstanden per hydrologisch jaar (1 april-31 maart) van buizen die op of omstreeks de 14e en 28e 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 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 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 en 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.

Overige onderscheidingen omvatten delen van een gebied die buiten het bodemgeografisch onderzoek zijn gehouden, zoals bebouwing, water, dijken, wegen en sterk opgehoogde terreinen.

3.6 Opslag bodemkundige gegevens in digitale boorbesteden

De veldbodemkundige gegevens worden geregistreerd met behulp van een veldcomputer (HUSKY). Deze data kunnen als boorbesteden worden uitgedraaid of digitaal worden opgeslagen. De profielkenmerken zijn per bodemlaag of horizont uitgebreid beschreven en vastgelegd, waarmee deze gegevens gebruikt kunnen worden voor onderzoek in het

basisprogramma. 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 'Tongerense Hei' blijft in beheer bij DLO-Staring Centrum. Daarnaast zijn de gegevens in een aantal ORACLE-deelbestanden overgedragen aan IBN-DLO te Wageningen. De toelichting op de codes in het digitale boorstatenbestand is verkrijgbaar bij DLO-Staring Centrum: Afdeling Bodem, Bos, Natuur.

Tijdvak	Chronostratigrafie		C14-jaren	Lithostratigrafie en genese					
HOLOCEEN			Subatlanticum	2 900	Formatie van Kootwijk	Formatie van Singraven	Betuwe-Formatie		
			Subboreaal	5 000					
			Atlanticum	8 000					
			Boreaal	9 000					
			Præboreaal	10 000					
PLEISTOCEN	LAAT	WEICHELIIEN	LAAT (Laat-glaciaal)	Late Dryas Stadiaal	11 000	Formatie van Twente	Jong Dekzand II		
				Allerød Interstadiaal	11 800			Laag van Usselo	
				Vroege Dryas Stadiaal	12 000				Jong Dekzand I
				Bølling Interstadiaal	13 000				
		MIDDEN (Pleniglaciaal)	Laat		29 000				
			Midden		50 000				
		VROEG (Vroeg-glaciaal)	Vroeg		ca. 58 000				
					ca. 90 000				
		EEMIEN			ca. 130 000		hellingperiglaciale afzettingen		
		MIDDEN	SAALIEN		ca. 200 000		gestuwde afzettingen en fluvioglaciale afzettingen		
	HOLSTEINIEN		ca. 300 000		Formatie van Urk, fluviatiele afzettingen				
	ELSTERIEN								
	'CROMERIEN'- COMPLEX								
	VROEG				Formatie van Enschede				
			Formatie van Harderwijk						

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 (fig. 2). Op de geologische kaart (kaart 1) is de verbreiding aangegeven.

Formatie van Harderwijk en Enschede: gestuwde afzettingen

In de periode voor het Saalien tot in het vroeg-Saalien zijn door de grote rivieren grote hoeveelheden grindhoudend, grof zand afgezet. In het bosreservaat zijn het vooral de 'witte' zanden afkomstig uit het gebied van de Elbe en de Weser die tot de Formatie van Harderwijk en Enschede gerekend worden. Deze witte zanden zijn mineralogisch armer dan de zgn. 'bruine zanden' die door de Rijn en de Maas afgezet zijn, die tot de Formatie van Urk gerekend worden, en hier op enkele plaatsen zijn aangetroffen. Gedurende het Saalien drong het landijs vanuit het noorden de rivierdalen binnen en perste de rivierzanden op tot hoge stuwwallen. De oorspronkelijk vlak afgezette rivierzanden zijn in deze ruggen schuin of soms zelfs verticaal omhoog geperst. Op enkele plaatsen komt een restant keileem voor. Keileem bleef over als een grondmoreneafzetting, nadat het ijs zich had teruggetrokken.

Formatie van Urk: gestuwde afzettingen

De oorspronkelijk door de Rijn en de Maas afgezette 'bruine' zanden, die eveneens zijn opgestuwd, worden tot de Formatie van Urk gerekend. Op een aantal plaatsen komen deze afzettingen aan de oppervlakte. Het bosreservaat ligt namelijk in een overgangsgebied waarin afwisselend 'witte' en 'bruine' zanden dagzomen. De zuidgrens wordt ongeveer gevormd door de lijn Vierhouten-Gortel-Ernst (Eilander, 1982).

Formatie van Drente: fluvioglaciale afzettingen

In het bosreservaat komen een aantal kleine heuvels voor. Vermoedelijk zijn dit smeltwaterheuvels. Bekend is namelijk dat er op de oostelijke stuwwal tussen Vaassen en Wezep verspreide smeltwaterafzettingen in de vorm van ronde heuvels (kames) voorkomen, behorende tot de Formatie van Drente (Eilander, 1982). Eveneens tot de Formatie van Drente behoren fluvioglaciale kleilagen, bestaande uit gelaagde zware klei, die afgewisseld worden door zandlaagjes. Deze zijn ontstaan in smeltwatermeren. Bij boorpunten naast een voormalige groeve is keileem of fluvioglaciale klei aangetroffen, wat doet vermoeden dat in de groeve klei is gewonnen.

Formatie van Twente; fluvioperiglaciale afzettingen, solifluctie

In het Weichselien volgden koude (stadialen) en warme (interstadialen) klimaatsfasen elkaar op. Tijdens een koude fase in het Vroeg en Midden Weichselien was de begroeiing schaars en viel er weinig neerslag. Het klimaat was zodanig, dat slechts de bovenlaag van de diep bevroren ondergrond ontdooide in de zomer. De met water

verzadigde grondmassa gleeed over de helling als een modderbrij naar beneden. In het bosreservaat ligt dit materiaal als een dun solifluctiedekje aan het oppervlak. Deze fluvioperiglaciale afzettingen behoren tot de Formatie van Twente. Het leemgehalte ervan is veelal hoger dan van de onderliggende gestuwde afzettingen.

4.2 Bodemgesteldheid

De interpretatie van de resultaten van het onderzoek is ruimtelijk 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. Een OL_v-horizont, een samenstelling van naalden, denneappels, grasresten, bosbesbladresten en wat mos, is overal aanwezig. De OF_a-horizont bevat hoofdzakelijk dierlijke uitwerpselen (droppings). Dit is een aanwijzing van afbraak door microfauna, maar er zijn ook schimmels in aangetroffen (OF_{aq}-horizont). In het bosreservaat 'Tongerense Hei' is de gemiddelde dikte van het ecto-organische deel 8,9 cm. De endo-organische horizont bestaat uit een ongestoorde Ah-horizont. In onverwerkte toestand is de gemiddelde dikte van de Ah-horizont 15 cm.

Tabel 1 Gemiddelde dikte en spreiding ecto-organische horizonten

Boomsort	OF-horizont dikte in cm (spreiding)	OH-horizont dikte in cm (spreiding)	Ecto-organische horizont (OL+OF+OH) dikte in cm
grove den n = 54	6,3 (2-6,5) n = 54	1,7 (2-9) n = 46	8,85 n = 54

De OF-horizont is verder onder te verdelen in een OF_{a1}- en OF_{a2}-horizont. De OF_{a2} verschilt in bepaalde opzichten van de OF_{a1}. De OF_{a1} bevat verspreid voorkomende dunne wortels en heeft een losse structuur. Behalve een intensievere fermentatie is de OF_{a2} compacter van structuur en bevat veel horizontaal voorkomende, tot 2 mm dikke, rood gekleurde bosbeswortels. Op plaatsen waar pijpestrootje voorkomt bevat de OF veel verticaal groeiende wortels van pijpestrootje. De OH-horizont is niet overal goed ontwikkeld. De gemiddelde dikte is 1,7 cm. Bij 8 steekproefpunten komt geen OH-horizont voor. Gezien de leeftijd van de bosopstand en de aard van het moedermateriaal zou deze horizont, in vergelijking met bijvoorbeeld de bosreservaten Zwarte Bulten (2,8 cm), Pijpebrandje (2,1 cm) en Nieuw Milligen (2,0 cm) verder ontwikkeld moeten zijn. Naar de aard van het moedermateriaal (mineralogisch arm, lage pH) is de strooiselafbraak door het ontbreken van intensief bodemleven gering en vindt ophoping plaats in de ecto-organische horizonten. Horizontaal groeiende bosbeswortels komen

ook in de OH-horizont regelmatig voor, evenals fijne verspreid voorkomende (bosbes)wortels. Deze OH-horizont vertoont kenmerken van een OFa2-horizont, heeft een compacte structuur en is nog enigszins bruin van kleur. Een OH-horizont, waarin geen herkenbare delen meer aanwezig zijn, heeft in de regel een massieve structuur en is zwart van kleur.

4.2.2 De zandgronden

Het bosreservaat 'Tongerense Hei' bestaat vrijwel geheel uit zandgronden die tot de gestuwd preglaciale zanden en fluvioperiglaciale zanden behoren. Een uitzondering hierop vormt steekproefpunt D4, waar in een voormalige afgraving keileem aan de oppervlakte voorkomt. In de zandgronden hebben zich podzolgronden ontwikkeld. 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].

4.2.2.1 Moderpodzolgronden, holtpodzolgronden [Y]

Moderpodzolgronden hebben in dit gebied 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 geleidelijk in het onveranderde moedermateriaal (Cy-horizont) over. Moderpodzolgronden komen voor in relatief rijk moedermateriaal. Naar de dikte van de humushoudende bovengrond (< 35 cm) zijn holtpodzolgronden onderscheiden.

Y64 Holtpodzolgronden, matig fijn en matig grof [6], zwak en sterk lemig [4] zand
Een klein deel van de gronden in het bosreservaat bestaat uit holtpodzolgronden. Door de geringe oppervlakte zijn de gronden per punt op de bodemkaart weergegeven. Van de steekproefpunten P6 en Q9 zijn profielbeschrijvingen gemaakt. P6 is tot 50 cm bewerkt, Q9 is onbewerkt. Bij P6 bestaat de bovengrond uit een verwerkt micropodzol waarin loodzand voorkomt. Het organische-stofgehalte van de Ah-horizont varieert van 2-7%. Onder het micropodzol bevindt zich een Bws-horizont die doorgaat tot 80-90 cm - mv. Deze horizont bevat < 0,5% organische stof. Door de losse pakking van het zand komen er matig veel wortels in voor. De Bws-horizont gaat geleidelijk over in een Cu-horizont. De zandgrofheid van de bovengrond varieert van 190-300 µm en het leemgehalte bedraagt 15-18%. In de ondergrond komen grote verschillen in textuur voor. Bij P6 bestaat de ondergrond uit leemarm en zwak lemig zeer grof zand. Bij Q9 bestaat de ondergrond uit zwak lemig matig fijn zand. De bewortelingsdiepte varieert van 80-150 cm.

4.2.2.2 Humuspodzolgronden, haarpodzolgronden [Hd]

Humuspodzolgronden hebben een duidelijke humuspodzol-B-horizont, waarin beneden 20 cm diepte een ophoping van ingespoelde organische stof voorkomt, of waarvan de bovenste 5 cm (of meer) amorfe humus bevat, die als disperse humus is verplaatst (inspoelingshorizont). Binnen de humuspodzolgronden zijn als gevolg van het ontbreken van hydromorfe kenmerken haarpodzolgronden [Hd] onderscheiden. Op een tweetal plaatsen zijn door het voorkomen van hydromorfe kenmerken veldpodzolgronden [Hn] onderscheiden.

Hd82 Haarpodzolgronden, matig grof en zeer grof [8], leemarm en zwak lemig [2] zand

Haarpodzolgronden komen voor in het grootste deel van het bosreservaat. Er zijn van 46 steekproefpunten profielbeschrijvingen gemaakt. Doordat veel gronden onverwerkt zijn, is op basis van bodemvorming (micropodzol) en organische-stofgehalte de Ah-horizont onderverdeeld in subhorizonten. Het organische-stofgehalte van de 8-35 cm dikke Ah-horizont loopt uiteen van 3-30%, waarbij de laagste gehalten voorkomen in de uitspoelingshorizont van het micropodzol (Aem-horizont). Gehalten van 8-12% organische stof komen regelmatig voor. Bij de haarpodzolgronden bevindt zich onder de Ah-horizont een 8-35 cm dikke AEU-horizont met 1-2% organische stof. Bij steekproefpunt K6 komt een loodzandlaag, de Eu-horizont, voor ter dikte van 125 cm.

De inspoelingshorizont bestaat uit een Bhs-horizont, die onderverdeeld kan zijn in een Bhs1- en een Bhs2-horizont. De inspoelingshorizonten treffen we veelal aan in het solifluctiedek. De Bhs1 bevat ingespoelde organische stof tot 15% en is zwart van kleur. De Bhs2- of de Bhs-horizont is donkerbruin van kleur en loopt door tot 40-70 cm - mv., soms tot 120 cm - mv. Onder de Bhs-horizont komt op veel plaatsen een BC-horizont voor. Bij een aantal steekproefpunten komt onder de Bhs-horizont een Bw-horizont voor (steekproefpunt E5, M9, K12). Daaronder volgt de onveranderde Cu of Cy-horizont.

Binnen 200 cm - mv. komt bij meer dan helft van de steekproefpunten een Cg-horizont voor met roestvlekken. Deels is dit fossiele roest, wat duidt op een in het verleden voorgekomen hogere grondwaterstand. Bij een deel duidt dit op een actuele grondwaterinvloed. Hierbij is sprake van stagnatie op een dieper dan 200 cm voorkomende leemlaag (H4, H6, D6) of een plotselinge textuursprong (J9, R8). Bij F6 is er duidelijk sprake van stagnatie op een leemlaag. Door de aanwezigheid van hydromorfe kenmerken in de bovengrond zijn bij de steekproefpunten K2 en F6 veldpodzolgronden (Hn) onderscheiden.

De bovengrond is matig grof tot zeer grof en varieert van 220-900 μm . Bij 7 steekproefpunten bestaat de bovengrond uit leemarm en zwak lemig matig fijn zand (K14, L3, E5, M9, D8, H10, K14). De zandgrofheid bedraagt 185-200 μm . Het leemgehalte varieert van 5-16%.

Onder het solifluctiedek bevinden zich gestuwde afzettingen met een zandgrofheid van 200-900 μm (matig fijn tot zeer grof) en een leemgehalte van 4-16% (leemarm tot zwak

lemig). Op wisselende diepten komt grindbijmenging voor (toevoeging g... en ...g). Bij de steekproefpunten G7 en E9 komt in een smalle strook een ondiepe begreppeling voor. De bewortelingsdiepte varieert van 60-200 cm.

Op enkele plaatsen is de bovengrond ondiep bewerkt en bestaat uit een 25-50 cm dikke homogene Ap-horizont. Gronden met een homogeen cultuurdek van > 50 cm behoren tot de enkeerdgronden, code zEZ (steekproefpunt G7, F4). Gronden met een homogene minerale eerdlaag van 35-50 cm behoren tot de laarpodzolgronden, code cHn (steekproefpunt L3). De uitspoelingshorizont (Eu-horizont), bestaande uit loodzand, is door homogenisatie in de bovengrond opgenomen. Door de geringe oppervlakte van de enkeerdgronden en de laarpodzolgronden zijn deze als puntinformatie op de bodemkaart weergegeven.

4.2.3 Oude kleigronden

Steekproefpunt D4 is gelegen in een oude zand- en kleiuit. De bodem bestaat ter plaatse uit gelaagd zandige leem en keileem, afgewisseld met sterk en zeer sterk lemig zeer fijn zand. Deze gronden zijn tot de als oude kleigronden gerekend. Door de geringe oppervlakte zijn de Oude kleigronden niet als vlak, maar als punt op de bodemkaart weergegeven.

4.3 Grondwatertrappen

In vrijwel het hele bosreservaat komt binnen 2,00 m - mv. geen grondwater voor. De haarpodzolgronden en de holtpodzolgronden komen voor met grondwatertrap VIII_d. Verondersteld mag worden dat het eigenlijke grondwater zich dieper dan 2,00 m beneden maaiveld bevindt en is dan ook niet van invloed op de vochtvoorziening van het bos. Voor de vochtvoorziening is het bos geheel afhankelijk van het in de winter opgeslagen regenwater in de bodem. Door het lage leemgehalte van de gronden wordt er niet voldoende regenwater in het profiel opgeslagen om daarmee het bos in de zomer van voldoende vocht te voorzien. In droge zomers zal er sprake zijn van vochttekort.

De plekken met pijpestrootje in de korte vegetatie zijn over het algemeen wat vochtiger. Het zijn gronden met een gehomogeniseerde minerale eerdlaag van enkele dm's dik met een iets hoger organische-stofgehalte, gronden met een zeer sterk lemige tussenlaag of gronden die geheel bestaan uit zwak lemig matig fijn zand.

Door stagnatie op een leemlaag komt bij steekproefpunt F6 grondwatertrap VI_o voor. Het grondwater, in de vorm van een schijngrondwaterspiegel heeft een gemiddeld hoogste stand van 40-80 cm - mv. In de onderzoeksperiode (juni '95) was de grondwaterstand 170 cm - mv.

4.4 Toevoegingen op de bodem- en grondwatertrappenkaart

per vlak

g... grind ondieper dan 40 cm - mv.

Op veel plaatsen komt in de bovengrond grind voor. Grind komt zowel voor in het solifluctiedek als in het dagzomende gestuwd preglaciale zand.

...g grind dieper dan 40 cm - mv.

In de ondergrond komt grind voor in gestuwd preglaciaal zand. Van plaats tot plaats komen verschillen voor in begindiepte.

Per punt

Zandige leemlaag of kleilaag in de ondergrond. Bij één steekproefpunt is in de ondergrond een klei- of leemlaag aangetroffen. Gewoonlijk komen in gestuwd preglaciale gronden leem of kleilagen voor op wisselende diepte.

Holtpodzolgronden. Zie 4.2.2.1.

Veldpodzolgrond. Volgens de classificatie behoort dit profiel tot de veldpodzolgronden. Vanwege de geringe oppervlakte niet in kaart gebracht.

Laarpodzolgrond. Volgens de classificatie behoort dit profiel tot de laarpodzolgronden. Vanwege de geringe oppervlakte niet in kaart gebracht.

Enkeerdgrond. Volgens de classificatie behoort dit profiel tot de enkeleerdgronden. Vanwege de geringe oppervlakte niet in kaart gebracht.

Oude kleigrond. Zie 4.2.3

4.5 Overige onderscheidingen op de bodem- en grondwatertrappenkaart

Enkele, door de mens uitgevoerde vergravingen worden op de bodemkaart en de geologische kaart vermeld als overige onderscheidingen.

I

∩/ zand- en leemgroeve

In het zuiden van het bosreservaat komen een tweetal zand- en leemgroeven voor. Boringen naast deze groeven duiden op een zand, grind, klei of leemwinning.

III greppels

Ter hoogte van de steekproefpunten G7, F8 en F9 komt een vrij intensieve begreppeling voor. Deze begreppeling loopt van zuidoost naar noordwest. De greppels zijn niet allemaal even diep en lopen niet overal parallel. Onduidelijk is waarom hier greppels zijn aangelegd. Ten zuiden van de begreppelingszone komt in de ondergrond een

kleilaag voor. Dit doet vermoeden dat hier sprake is geweest van stagnerend grondwater. De samenstelling van de bovenlaag in de stroken tussen de greppels duidt er niet direct op dat dit gedeelte langdurig in gebruik geweest is voor de landbouw. Alleen bij G7 komt een dikke humeuze bovengrond voor. Met een raster is op de kaart aangegeven waar de greppels voorkomen.

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 'Tongerense Hei' komen overwegend haarpodzolgronden en enkele punten met holtpodzolgronden, veldpodzolgronden, laarpodzolgronden, enkeerdgronden en een oude kleigrond voor. De grondwatertrappen zijn VIo en 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 per vlak weergegeven op de geologische kaart (kaart 1). De bodem bestaat uit gestuwd preglaciaal zand behorende tot de Formatie van Harderwijk en Enschede en uit de Formatie van Urk, fluvioglaciale zanden en kleien behorende tot de Formatie van Drente en fluvioperiglaciaal zand behorende tot de Formatie van Twente (solifluctiedek).

Uit de humusprofielbeschrijvingen komt naar voren dat de ecto-organische horizont is opgebouwd uit een OL-, OFa1-, OFa2- en een OH-horizont. De OL bestaat uit een dunne laag verse 'litter'. De OFa1 is losgepakt en bevat nog weinig wortels. De OFa2 is vast gepakt en bevat veel horizontaal verlopende bosbeswortels. De OH-horizont bevat fijnere wortels, is bruin van kleur en vormt daardoor een overgang met de OFa2. De gemiddelde dikte van het ecto-organische deel van het humusprofiel bedraagt voor het hele bosreservaat 8,9 cm. De endo-organische horizont (Ah-horizont) is in ongestoorde toestand 15 cm dik.

Literatuur

- Bakker, H. de en J. Schelling, 1989. *Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hoger niveaus*. 2^e herziene druk. Wageningen, Pudoc.
- Broekmeyer, M.E.A en P. Hilgen, 1991. *Basisrapport bosreservaten*. Utrecht, Directie Bos- en Landschapsbouw; Wageningen, De Dorschkamp. Rapport nr. 1991-03.
- Broekmeyer, M.E.A, 1995. *Bosreservaten in Nederland*. Wageningen, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. IBN-rapport 133.
- Cate, ten J.A.M, A.F. van Holst, H. Kleijer, J. Stolp, 1995. *Handleiding bodemgeografisch onderzoek. Deel D: Interpretatie van bodemkundige gegevens voor diverse vormen van bodemgebruik*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Technisch document 19D.
- Eilander, D.A. en J.L. Kloosterhuis, 1982. *Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; toelichting bij de kaartbladen 26 Oost Harderwijk en 27 West, Heerde*. Wageningen, Stiboka.
- 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.
- Heesen, H.C. van en G.J.W. Westerveld, 1966. 'Karakterisering van het grondwaterstandsverloop op de bodemkaart'. *Cultuurtechnisch Tijdschrift* 3-3: 116-123.
- Heesen, H.C. van, 1971. 'De weergave van het grondwaterstandsverloop op de bodemkaart'. *Boor en Spade* 17: 127-149.
- 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.

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).

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).

Bewortelbare diepte:

Bodemkundige maat voor de diepte waarop de plantewortels kunnen doordringen in de grond. Limiterend zijn: de pH, aëratie en de indringingsweerstand (Ten Cate et al., 1995).

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 (Ten Cate et al., 1995)

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.

BC-horizont:

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

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.

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 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.

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 (mv.) (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 14e en 28e 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, kalkloos, kalkrijk:

Bij het veldbodkundig onderzoek wordt het koolzure kalkgehalte van grond geschat aan de mate van opbruisen met verdund zoutzuur (10% HCl). Er zijn drie kalkklassen:

- kalkloos materiaal; geen opbruising; overeenkomend met minder dan ca. 0,5% CaCO_3 , analytisch bepaald, d.w.z. de geanalyseerde hoeveelheid CO_2 , omgerekend in procenten CaCO_3 (op de grond);
- kalkarm materiaal: hoorbare opbruising; overeenkomend met ca. 0,5-2% CaCO_3 ;
- kalkrijk materiaal: zichtbare opbruising; overeenkomend met meer dan ca. 1-2% CaCO_3 .

Kalkverloop:

Het verloop van het kalkgehalte in het bodemprofiel.

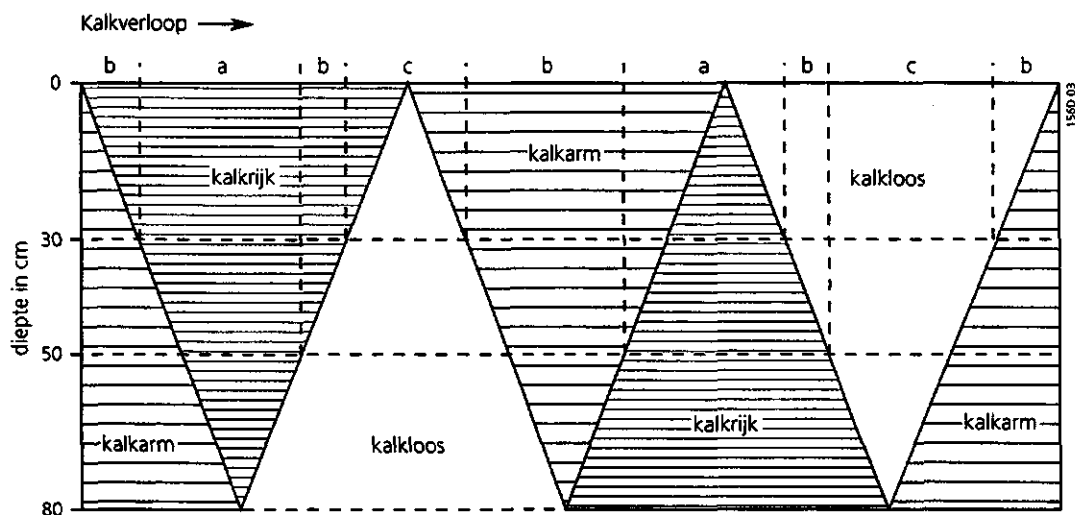


Fig. 3 Schematische voorstelling van de kalkverlopen in verband met het verloop van het koolzure kalkgehalte

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. Hierbij wordt uitgegaan van metingen op of omstreeks de 14e

en 28e van elke maand in geperforeerde buizen van 2-3m 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.

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 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 plantendele 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- of OFm (mycogenous)-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)- of OFz (zoogenous)-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- of OFa (amphi)-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.

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 - 0,75	uiterst humusarm zand	humusarm
0,75 - 1,5	zeer humusarm zand	mineraal
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	

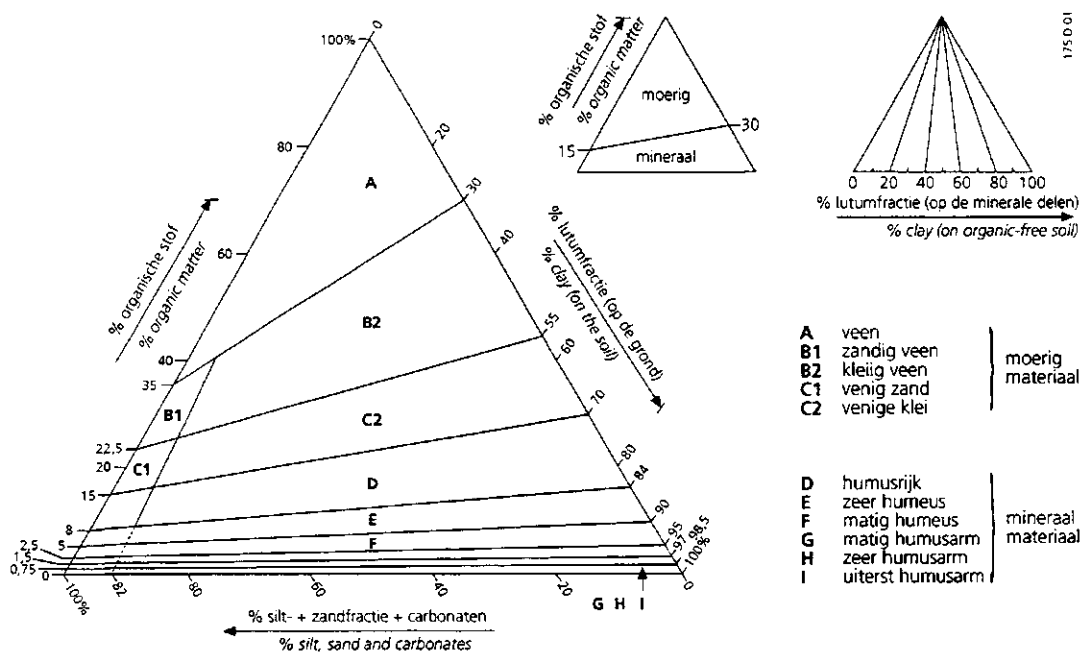


Fig. 4 Indeling en benaming naar het gehalte aan organische stof bij verschillende lutumgehalten

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.

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.

Siltfractie:

'Tussenfractie' tussen de lutum- en de zandfractie; de minerale delen zijn groter dan 2 en kleiner dan 50 µm.

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 eolische 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 dikke 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 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. Mekking, 1991. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 6 bosreservaat 'Vechlanden'* Wageningen/ Rijssen. DLO-Staring Centrum/Ingenieursbureau Eelerwoude. Rapport 98.6.

Werff, M.M. van der en P. Mekking, 1991. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 7 bosreservaat 't Quin'* Wageningen/Rijssen. DLO-Staring Centrum/Ingenieursbureau Eelerwoude. Rapport 98.7.

Werff, M.M. van der en P. Mekking, 1991. *De bodemgesteldheid van bosreservaten*

in Nederland; deel 8 bosreservaat 't Sang' Wageningen/Rijssen. DLO-Staring Centrum/Ingenieursbureau Eelerwoude. Rapport 98.8.

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

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

Mekkink, P., 1993. De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 11 bosreservaat 'Oostersch' Wageningen. DLO-Staring Centrum. Rapport 98.11.

Mekkink, P., 1993. De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 12 bosreservaat 'Zwarte Bulten' Wageningen. DLO-Staring Centrum. Rapport 98.12.

Mekkink, P., 1993. De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 13 bosreservaat 'De Schone Grub' Wageningen. DLO-Staring Centrum. Rapport 98.13.

Mekkink, P., 1994. De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 14 bosreservaat 'Keizersdijk' Wageningen. DLO-Staring Centrum. Rapport 98.14.

Mekkink, P., 1995. De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 15 bosreservaat 'Dieverzand' Wageningen. DLO-Staring Centrum. Rapport 98.15.

Mekkink, P., 1995. De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 16 bosreservaat 'Leenderbos' Wageningen. DLO-Staring Centrum. Rapport 98.16.

Mekkink, P., 1995. De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 17 bosreservaat 'Galgenberg' Wageningen. DLO-Staring Centrum. Rapport 98.17.

Mekkink, P., 1995. De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 18 bosreservaat 'Drieduin 1, 2, 3' Wageningen. DLO-Staring Centrum. Rapport 98.18.

BOSRESERVAAT "Tongerense Hei" (nr.31)

BODEM- EN GRONDWATERTRAPPENKAART

SCHAAL 1 : 5000



LEGENDA

ZANDGRONDEN

Podzolgronden - Humuspodzolgronden [H]

Hd82 haarpodzolgronden in leemarm en zwak lemig [2], matig en zeer grof zand [8]

● veldpodzolgronden

○ laarpodzolgronden

Podzolgronden - Moderpodzolgronden

■ holtpodzolgronden

Eerdgronden

□ enkeerdgronden

Oude kleigronden

▲ vaaggronden

TOEVOEGINGEN

per vlak

g... grind ondieper dan 40 cm - mv.

...g grind dieper dan 40 cm - mv.

per punt

★ zandige leem- of kleilaag in de ondergrond

OVERIGE ONDERSCHIEDINGEN

▨ ondiepe begreppeling

↓ afgegraven

↑ opgehoogd

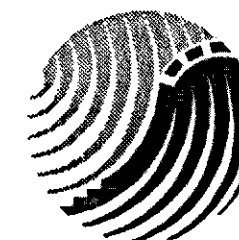
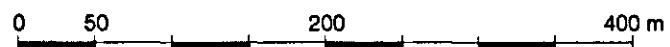
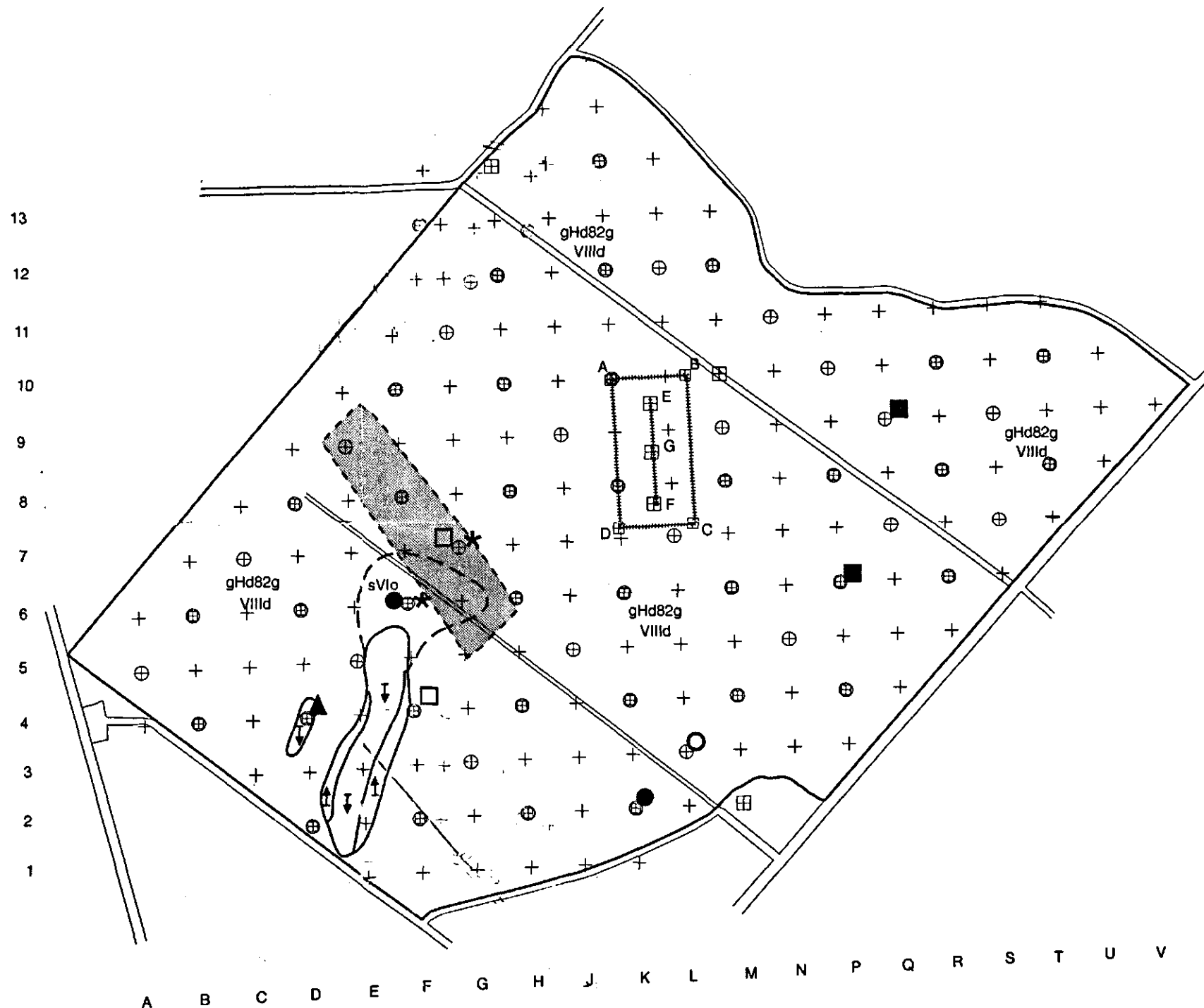
GRONDWATERTRAPPENINDELING

Vlo Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) tussen 40 en 80 cm - mv.
 Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) tussen 120 en 180 cm - mv.

VIIId Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) dieper 140 cm - mv.
 Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) dieper dan 180 cm - mv.

TOEVOEGING

s = tijdelijke stagnatie op leemlaag



DLO-STARING CENTRUM WAGENINGEN
 Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied

Opdrachtgever: IKC-Natuurbeheer Wageningen

Opname: P. Mekink 1995

Topografie: IBN-DLO projectnr.: 9600022-3365

Kartografie: H.A. Gijsbertse

© 1996 DLO-Staring Centrum Wageningen

BOSRESERVAAT "Tongerense Hei" (nr.31) GEOLOGISCHE KAART

SCHAAL 1 : 5000



LEGENDA

- 1 Formatie van Twente op Formatie van Harderwijk en Enschede
- Formatie van Twente op Formatie van Harderwijk en Urk
- 2 Formatie van Drente-fluvioglaciale afzettingen-smeltwaterheuveld
- 3 Formatie van Drente, fluvioglaciale kleilagen

OVERIGE ONDERSCHIEDINGEN

- ondiepe begreppeling
- ↓ afgegraven
- ↑ opgehoogd

