

32/uu6(382)25 ex

BIBLIOTHEEK
STARRINGGEBOUW

**Bodemfysische schematisatie van het Fochteloërveen en
omliggende landbouwgronden**

**Jannes Stolte
Harm Rosing
Ab Veldhuizen**

Rapport 382

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1995



28 JUNI 1995

150 907.144 *

REFERAAT

J. Stolte, H. Rosing en A. Veldhuizen, 1994. *Bodemfysische schematisatie van het Fochteloërveen en omliggende landbouwgronden*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 382 56 blz.; 6 fig.; 2 tab.; 29 ref.; 5 aanh.

Voor het natuurgebied Fochteloërveen en omliggende landbouwgronden is een bodemfysische schematisering gemaakt om bodemfysische gegevens beschikbaar te krijgen voor modelinvoer. Voor de omliggende landbouwgronden zijn bestaande bodemkaarten op verschillende schalen gebruikt. Voor het natuurgebied is een detailkartering uitgevoerd. Voor de onderscheiden horizonten zijn Staringreeks-bouwstenen geselecteerd. Dit was voor sommige horizonten niet mogelijk. Voor deze horizonten zijn nieuwe bouwstenen samengesteld op basis van metingen uit vergelijkbare gebieden. Door bestaande gegevenssets te gebruiken kan een fysische schematisering worden uitgevoerd. Een gevoeligheidsanalyse zal aantonen of de basisgegevens nauwkeurig genoeg zijn en of de gekozen schaal volstaat.

Trefwoorden: hoogveenregeneratie, modelinvoer, waterdoorlatendheid, waterretentie

ISSN 0927-4499

©1995 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)
Postbus 125, 6700 AC Wageningen. Tel.: 08370-74200; telefax: 08370-24812.

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

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

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

Inhoud

	blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Geologische en bodemkundige opbouw van het onderzoeksgebied	13
2.1 Ligging en grootte	13
2.2 Geologie	13
2.2.1 Het Midden-Pleistoceen	14
2.2.2 Het Laat-Pleistoceen	17
2.2.3 Het Holoceen	18
2.3 Veenvorming en veensoorten	20
2.4 Bodemgesteldheid	21
2.4.1 De veengronden	21
2.4.2 De moerige gronden	23
2.4.3 De podzolgronden	24
3 Bodemfysische schematisatie	27
3.1 Niet aangrenzend landbouwgebied	27
3.2 Aangrenzend landbouwgebied	27
3.3 Natuurgebied	28
4 Resultaat	29
4.1 Niet aangrenzend landbouwgebied	29
4.2 Aangrenzend landbouwgebied	29
4.3 Natuurgebied	29
5 Discussie en conclusie	31
 Tabellen	
1 Tijdsindeling, lithostratigrafie en genese van het Kwartair	14
2 Legenda eenheid van de Bodemkaart van Nederland 1 : 250 000 met bijbehorende bodemfysische eenheid van de niet aangrenzende landbouwgebieden van het Fochteloërveen	29
 Figuren	
1 Ligging van het natuurgebied 'Fochteloërveen' en omliggend landbouwgebied	13
2 De verbreiding van de potklei in de ondergrond (naar Bosch, 1990)	15
3 Strekking van de keileemruggen en ligging van de erosiedalen ontstaan tijdens en na de vergletsjeringsfasen in Noordoost-Nederland (naar Rappol, 1984)	16
4 Globaal overzicht van de verbreiding van ondiepe keileem en potklei	17

5 Geschematiseerde weergave van de opbouw van veenprofielen in de stroomdalen en van hoogveenprofielen, ingedeeld naar hydrologische situatie en de rijkdom van het milieu tijdens veenvorming	19
6 Bodemkaart van het natuurgebied 'Fochteloërveen'	22

Aanhangsels

1 Mualem-Van Genuchten parameter sets van bodemfysische bouwstenen uit de Staringreeks	37
2 Opbouw van de bodemfysische eenheden van de Bodemkaart van Nederland 1 : 250 000 t.b.v. de bodemfysische schematisering van de niet aangrenzende landbouwgronden van het Fochteloërveen	39
3 Omzetting van de referentieprofielen van de bodemkaart 1 : 50 000 naar bodemfysische bouwstenen t.b.v van de bodemfysische schematisering van de aangrenzende landbouwgronden van het Fochteloërveen	41
4 Bodemfysische opbouw van de bodemprofielen van het natuurgebied Fochteloërveen, voorzover niet beschreven in aanhangsel 3	53
5 Aangevulde en toegevoegde bouwstenen, weergegeven door middel van Mualem-Van Genuchten parameters	55

Woord vooraf

In het kader van het Natuurbeleidsplan is de vraag aan de orde hoe in hydrologische zin het Fochteloërveen en omgeving zodanig kan worden ingericht en beheerd dat regeneratie van hoogveen(vegetaties) kan worden bevorderd. Hiertoe is onder andere de 'Modelstudie Waterhuishouding Fochteloërveen' gestart in 1992 in opdracht van de Directeur Natuur, Bos, Landschap en Fauna van het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Het doel van die studie is het leveren van een onderbouwing van het waterhuishoudkundig beleid voor het Fochteloërveen, dat gericht is op het scheppen van condities die regeneratie van hoogveenvegetaties mogelijk maken met inachtneming van de in het gebied aanwezige andere belangen, met name landbouw. In dit kader is deze studie, beschreven in dit rapport, uitgevoerd.

Samenvatting

Modellen gebruikt in studies naar waterstroming vereisen invoer van bodemfysische karakteristieken, met name de waterretentie- en doorlatendheidskarakteristiek. In deze studie is gebruik gemaakt van reeds elders gemeten karakteristieken om het Fochteloërveen en omliggende landbouwgronden bodemfysisch te schematiseren. Hierbij zijn de omliggende landbouwgronden onderverdeeld in aangrenzend en niet aangrenzend. Het doel is het beschikbaar krijgen van bodemfysisch gegevens van genoemde gebieden in een dusdanige vorm dat deze geschikt zijn voor modelinvoer.

Het Fochteloërveen ligt op de grens van Friesland en Drenthe, in de driehoek Norg, Oosterwolde en Smilde. De geologische afzettingen die aan of nabij het oppervlak worden aangetroffen zijn gevormd in het Holoceen en het Laat- en Midden-Pleistoceen. Zij vormen het zgn. moedermateriaal waarin bodemvorming is opgetreden. In het Midden-Pleistoceen zijn in eerste instantie grove rivierzanden afgezet, waarna ontstane erosiegeulen werden opgevuld met fijne sedimenten, behorende tot de Formatie van Peelo (potklei en fijne zanden). Tijdens het Saalien werden eerst fijne zanden afgezet, waarna door het landijs keileem gevormd werd. In het Laat-Pleistoceen heerste in het gebied periglaciale omstandigheden. In deze periode zijn pingo's ontstaan, waarvan het Esmeer in het studiegebied een overblijfsel is. Tijdens het Holoceen trad veengroei op. Hierbij hebben zich in het studiegebied verschillende soorten veen ontwikkeld.

De bodemgesteldheid van de niet aangrenzende landbouwgronden wordt beschreven aan de hand van de Bodemkaart van Nederland 1 : 250 000 en van de aangrenzende landbouwgronden aan de hand van de Bodemkaart van Nederland 1 : 50 000. Voor het natuurgebied is een meer gedetailleerde bodemkartering schaal 1 : 50 000 uitgevoerd. Daarbij zijn veengronden, moerige gronden en podzolgronden onderscheiden.

Voor de bodemfysische schematisatie van de drie gebieden is de Staringreeks gebruikt met de verschillende bodemkaarten als basis. Voor het aangrenzend landbouwgebied en het natuurgebied bleek het nodig bouwstenen uit de Staringreeks te gebruiken waar nog geen gemiddelde karakteristiek van gepresenteerd is en nieuwe bouwstenen toe te voegen op basis van metingen uit overeenkomstige gebieden.

Door gebruik te maken van bestaande bodemfysische karakteristieken is het mogelijk een bodemfysische schematisatie van het Fochteloërveen en omliggende landbouwgebied uit te voeren. Een gevoeligheidsanalyse zal moeten aantonen of de basisgegevens nauwkeurig genoeg zijn en of de gekozen schaal volstaat.

1 Inleiding

Modellen gebruikt in studies naar waterstroming vereisen invoergegevens van bodemfysische karakteristieken. Belangrijke fysische eigenschappen daarbij zijn de waterretentie- en doorlatenheidskarakteristieken. Deze bodemfysische karakteristieken kunnen rechtstreeks worden gemeten door gebruik te maken van laboratoriummethoden (Stolte et al., 1992). Dit is tijdrovend, maar resulteert in gebiedseigen kenmerken op een gedetailleerde schaal. Ook kunnen bodemfysische gegevens worden afgeleid van andere, simpeler te achterhalen grootheden zoals textuur en organische stof gehalte (o.a. Wösten et al., 1995). Dit resulteert in zogenaamde **vertaalfuncties**. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in klasse-vertaalfuncties en continu-vertaalfuncties. De laatsten gaan uit van vertaling van gekarteerde kenmerken als textuur en organische stof in fysische karakteristieken, gebruikmakend van regressie analyse. Dit resulteert in schijnbare gebiedseigen kenmerken. De betrouwbaarheid van de functie is afhankelijk van de hoeveelheid data die ten grondslag ligt aan de regressie analyse. Bij de klasse-vertaalfuncties worden de beschikbare meetgegevens ingedeeld in textuurklassen. Per textuurklasse wordt een gemiddelde karakteristiek vastgesteld. Deze gegevens geven een globale indruk van de fysische eigenschappen van een textuurklasse. Een voorbeeld hiervan is de Staringreeks (Wösten et al., 1994). Voor beide methoden is een uitvoerige inventarisatie van de bodemopbouw van het betreffende gebied noodzakelijk.

In deze studie wordt het natuurgebied 'Het Fochteloërveen' en omliggend landbouwgebied bodemfysisch geschematiseerd. Het doel van deze studie is het beschikbaar krijgen van bodemfysische gegevens van genoemd studiegebied in een dusdanige vorm dat deze geschikt zijn voor modelinvoer. Voor het natuurgebied en het direct aangrenzende landbouwgebied (eerste schil, ongeveer 5 km vanaf rand van het natuurgebied) moeten de gegevens relatief gedetailleerd zijn. Voor het niet direct aangrenzende landbouwgebied (tweede schil, 5 tot 8 km vanaf rand van het natuurgebied) kan met globalere gegevens worden volstaan.

Het volgende hoofdstuk geeft een geologische en bodemkundige beschrijving van het proefgebied. Van het natuurgebied wordt een gedetailleerde bodemopbouw gegeven. Het derde hoofdstuk beschrijft de manier van bodemfysische schematisatie en bronnen waaruit geput is. De resultaten worden in het vierde hoofdstuk gepresenteerd, waarna in het vijfde hoofdstuk een aantal kanttekeningen en conclusies volgen.

2 Geologische en bodemkundige opbouw van het onderzoeksgebied

2.1 Ligging en grootte

Het Fochteloërveen ligt op de grens van Friesland en Drenthe, in de driehoek Norg, Oosterwolde, Smilde (fig. 1). Het natuurgebied omvat ca. 1 500 ha. Voor de studie is onderscheid gemaakt in aangrenzend en niet aangrenzend landbouwgebied. Het aangrenzende landbouwgebied omvat het gebied waar de hydrologische interactie tussen het natuurgebied en landbouwgebied van belang zou kunnen zijn. Dit gebied beslaat ca. 17 000 ha. Het niet aangrenzende landbouwgebied (ca. 20 000 ha) is vrijwel niet van belang vanwege de hydrologische interactie (behalve wat betreft diepe winningen) maar wordt ook gemodelleerd om randeffecten bij de berekeningen te vermijden.

2.2 Geologie

Voor een goed begrip van de bodemgesteldheid van een gebied is enig inzicht in de geologische opbouw van wezenlijk belang. In het studiegebied zijn de afzettingen die aan of nabij het oppervlak worden aangetroffen, gevormd in het Holocene en het Laat- en Midden-Pleistoceen. Zij vormen het zgn. moedermateriaal waarin bodemvorming is opgetreden. Ook de hydrologische omstandigheden en de morfologie van het gebied zijn nauw verbonden met de aard van de geologische afzettingen. Tabel 1 geeft een overzicht van de tijdsindeling, de lithostratigrafie en de genese van het Kwartair.

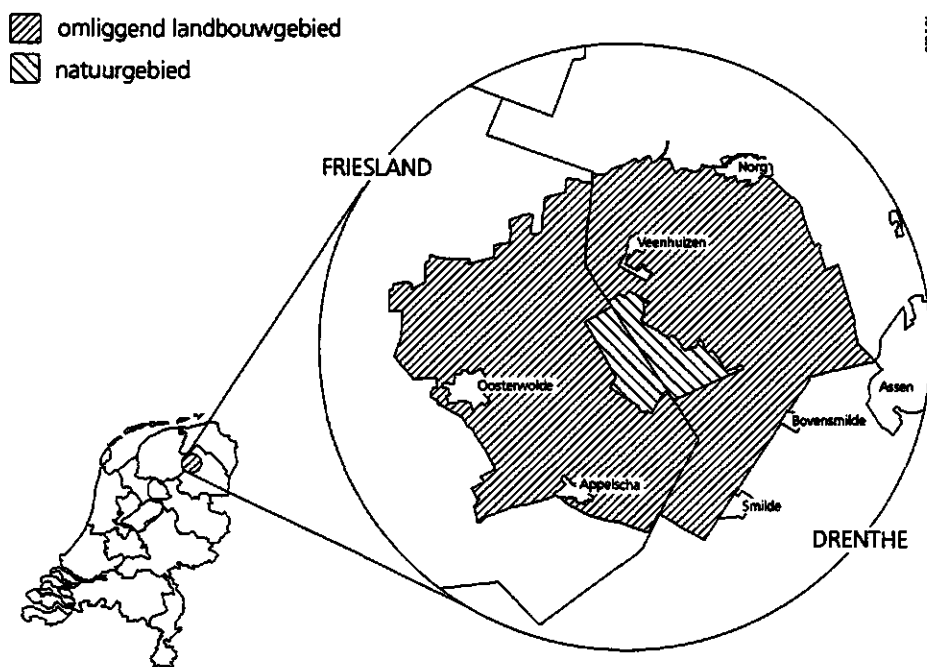


Fig. 1 Ligging van het natuurgebied 'Fochteloërveen' en omliggend landbouwgebied

Tabel 1 Tijdsindeling, lithostratigrafie en genese van het Kwartair

Tijdsindeling				C14-jaren	Lithostratigrafie								
K W A R T A I R	HOLOCEEN	Subatlanticum			2 900	Form. van Kootwijk (stuifzand)	Form. van Griendtsveen (veen)	Form. van Singraven (beekafz., veen)					
		Subboreaal								5 000			
		Atlanticum											
		Boreaal											
		Praeboreaal											
	PLEISTOCEEN	Laat Weichselien*	Laat-Glaciaal	Late Dryas ¹⁾ Stadiaal	10 000	Formatie van Twente	jong dekzand II			Hypnaceeënveen			
				Allerød Interstadiaal	11 000		laag van Usselo						
				Vroege Dryas ¹⁾ Stadiaal	11 800		jong dekzand I						
				Bølling Interstadiaal	12 000								
					13 000								
			Pleniglaciaal ¹⁾	Boven Midden Onder	56 000		oud dekzand II laag van Beuningen oud dekzand I fluvioperiglaciale afzettingen en Hypnaceeënveen						
				Vroeg-Glaciaal	70 000								
			Midden	Eemien			100 000	Formatie van Asten (veen)					
				Saalien*			500 000	Form. van Drente (keileem en fluvioglaciale zanden)					
				Holsteinien				Form. van Eindhoven (fijne zanden)			Form. van Urk (grove en fijne zanden)		
					Veen								
		Elsterien*			Form. van Peelo (grove en fijn zanden)								
		Vroeg	"Cromerien" complex**										
							Form. van Enschede (grove zanden) Form. van Harderwijk (grove zanden)						

¹⁾ relatief koude tijden (stadialen)
 * koude tijden (glacialen)
 ** afwisselend koud en minder koud

Voor uitgebreidere informatie wordt verwezen naar literatuur van o.a. Pannekoek (1956), Zagwijn en Van Staaldunen (1975) en Bosch (1990).

2.2.1 Het Midden-Pleistoceen

Sinds het begin van het Pleistoceen werden in dit gebied merendeels grove rivierzanden afgezet. Deze afzettingen worden tot de Formatie van Harderwijk, de Formatie van Enschede en de Formatie van Urk gerekend. Ze komen op grote diepte voor en ontbreken soms geheel door erosie tijdens het Elsterien (Bosch, 1990). Het pakket grove rivierzanden en ook de erosiegeulen werden daarna opgevuld met fijne sedimenten die tot de Formatie van Peelo behoren. Hierin kunnen enkele lithologische eenheden worden onderscheiden, nl. potklei en fijne zanden. Potklei is afkomstig uit tertiair materiaal dat door het landijs is opgenomen en bij afsmelting in geul- en komvormige depressies is bezonken. Figuur 2 geeft de verbreiding en de dikte van de potkleilagen in de ondergrond weer. De klei is meestal donkergrijze van kleur en heeft een hoog lutum-

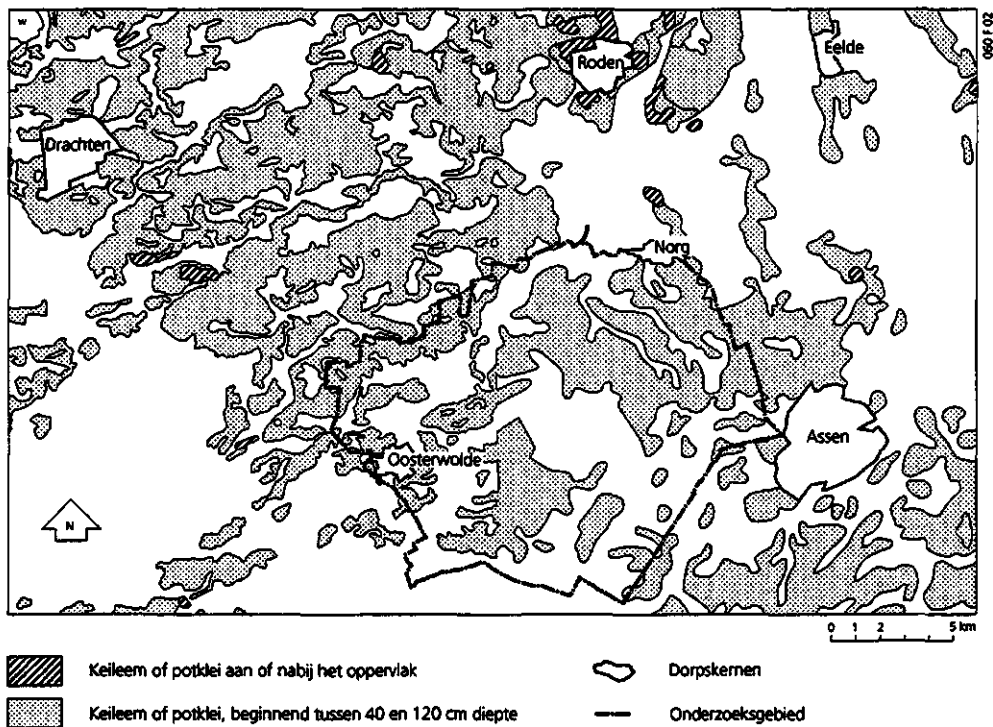


Fig. 2 De verbreiding van de potklei in de ondergrond (naar Bosch, 1990)

gehalte (ca. 30 - 80%). In vochtige toestand is het materiaal plastisch en taai en daardoor slecht doorlatend.

De fijne zanden uit het Elsterien bestaan uit lichtgrijs, lemig, uiterst fijn tot zeer fijn zand dat vaak enigszins glimmerhoudend is. Deze smeltwaterafzettingen worden ook wel aangeduid als proglaciale of premorenale zanden. Tijdens het Holsteinien was het klimaat warmer en kon plaatselijk veen tot ontwikkeling komen. Duidelijke aanwijzingen hiervoor zijn in dit gebied echter niet gevonden. Een belangrijke periode treedt in met het Saalien. In het begin, voordat het landijs dit gebied bereikte, was er weinig vegetatie. Door de wind zijn toen fijne zanden van de Formatie van Peelo en oudere formatie opnieuw verstoven en weer afgezet. Deze vaak leemarme zanden worden tot de Formatie van Eindhoven gerekend. Ze lijken erg veel op de fijne zanden van de Formatie van Peelo en daarom worden ze samen ook wel aangeduid als premorenale zanden. De landijsbedekking heeft in het Saalien in verschillende fasen plaatsgehad. Rappol (1985) onderscheidt twee ijsbewegingsrichtingen met elk een eigen herkomstgebied. Tijdens de oudere fasen werden lage keileemruggen gevormd met een noordoost-zuidwest gerichte strekking. De jongere vergletsjeringsfase vormde in het oostelijk deel van Drenthe een ca. 15 km brede en 70 km lange zone met noordnoordwest-zuidzuidoost gerichte plooiingen, het Hondsrugcomplex (fig. 3).

Met het landijs werden zowel grote rotsblokken als zand en kleideeltjes aangevoerd, die tijdens de lange weg door het ijs waren opgenomen. Het puin en het fijne materiaal is door de beweging van de gletsjer vermalen en vermengd tot een massa van keien

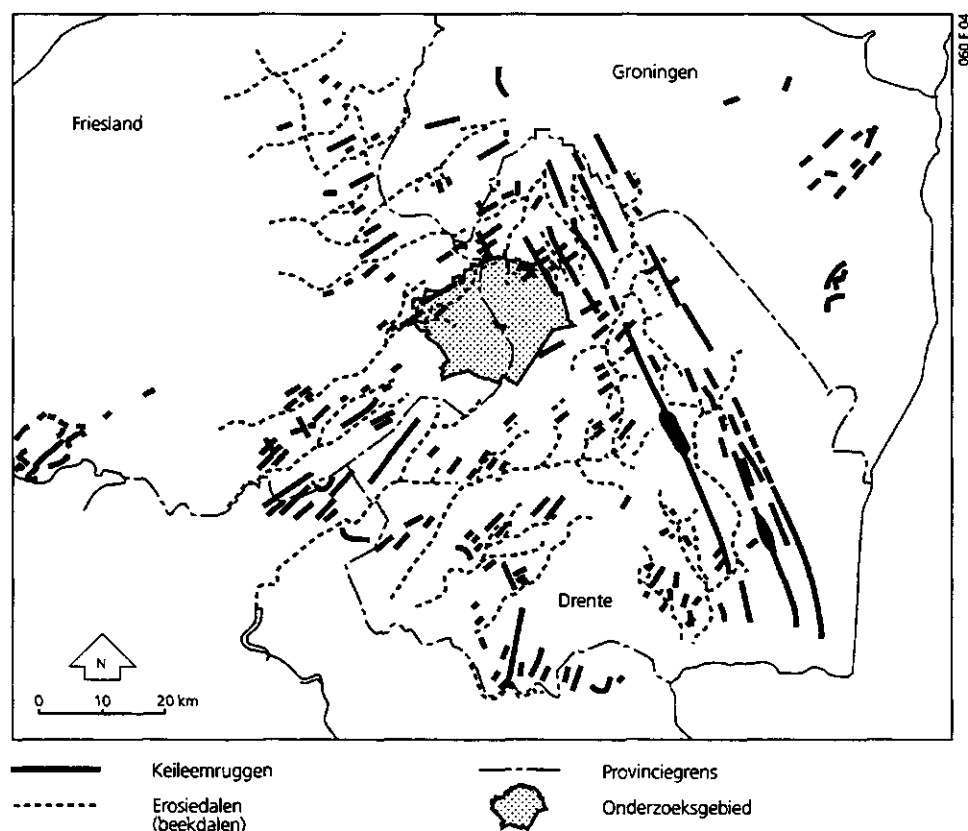


Fig. 3 Strekking van de keileemruggen en ligging van de erosiedalen ontstaan tijdens en na de vergletsjeringsfasen in Noordoost-Nederland (naar Rappol, 1984)

met zand en leem, de zgn. grondmorene die, te zamen met het materiaal dat bij het afsmelten vrijkwam van het gletsjeroppervlak en uit de ijsmassa (zgn. ablatiomorene) wordt aangeduid met de naam keileem. Het totaal aan afzettingen uit de verschillende vergletsjeringsfasen wordt tot de Formatie van Drenthe gerekend. Met het afsmelten van het landijs is veel keileem weer geërodeerd, waarbij diepe geulen zijn uitgeschuurd. De richting van de geulen is grotendeels bepaald door de strekkingsrichting van de keileemruggen. De smeltwater- of fluvioglaciale sedimenten zijn vooral afgezet in de benedenlopen van de door het smeltwater ontstane of reeds aanwezige stroomdalen, zoals de oerstroomdalen van de Vecht en de Hunze. Het keileempakket komt op verschillende plaatsen binnen 120 cm-mv. voor en kan soms nog enkele meters dik zijn (fig. 4).

Er komen vaak zandinschakelingen, zandaders en met zand opgevulde spleten in voor. Het materiaal is veelal dicht gepakt en daardoor is de doorlatendheid gering. In natte perioden kan hierdoor vooral bij een vlakke of komvormige ligging wateroverlast ontstaan.

Na het Saalien trad een duidelijke klimaatsverbetering op. In deze warmere periode, het Eemien, steeg de zeespiegel en drong de zee steeds dieper het achterland binnen. Dit gebied is echter buiten de invloedssfeer van de zee gebleven. Door de hogere temperaturen was er een vegetatie die de erosie zal hebben beperkt. Wel sneden de

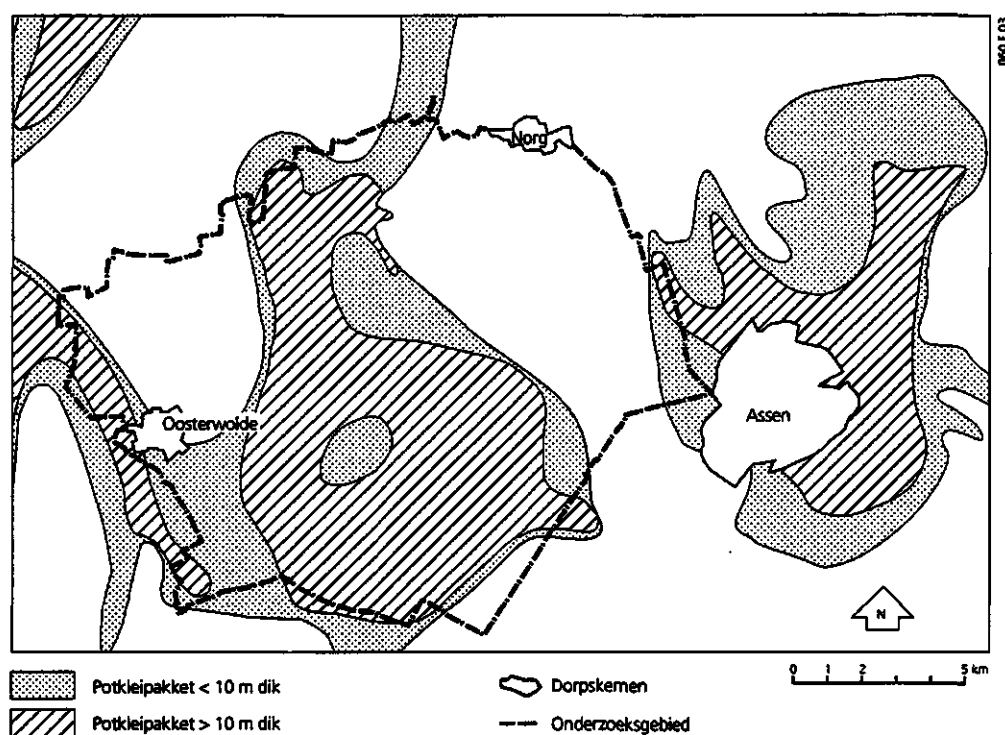


Fig. 4 Globaal overzicht van de verbreiding van ondiepe keileem en potklei

stroomdalen zich dieper in het landschap in en kon zich onder daarvoor gunstige omstandigheden veen vormen (Formatie van Asten). Het belangrijkste fenomeen in deze periode was het optreden van een diepe bodemvorming, waarbij de glaciale afzettingen sterk verweerden. Zo is de oorspronkelijk kalkrijke keileem diep ontkalkt (Ter Wee, 1966).

2.2.2 Het Laat-Pleistoceen

Met het Weichselien breekt weer een periode aan waarin het landijs zich over Noord-Europa uitbreidt. Hoewel het landijs Nederland toen niet heeft bereikt, was de ligging zo nabij dat hier periglaciale omstandigheden heersten. In het Midden- en Boven-Pleniglaciaal was het koud, maar nog betrekkelijk vochtig. Onder deze omstandigheden trad vooral in het begin veel erosie in de beekdalen op en werd de keileem sterk aangetast. De beekdalen werden vervolgens opgevuld met fluvioperiglaciale afzettingen. Dit zijn onder periglaciale omstandigheden door stromend water afgezette zandige sedimenten met keitjes en zeer fijnzandige lössachtige lemlagen.

In het Boven-Pleniglaciaal was het koudst en heerste hier een polair woestijnklimaat. De grond was permanent bevroren en de vegetatie daarom spaarzaam. Door uitspoeling en/of uitwaaiing van het verweerde en wellicht door bodemvorming aan klei verarmde, bovenste deel van de keileem bleef een minder lemig, matig fijnzandig materiaal met veel keitjes en stenen achter, het zgn. keizand. Plaatselijk werd toen het oud dekzand

I afgezet, dat bestaat uit dunne laagjes zandig materiaal afgewisseld met dunne leemlaagjes. Op plekken, waar kwelwater de discontinue permafrostzone binnendrong, kon een ijslens gaan groeien waardoor ijsheuvels (pingo's) ontstonden. Na het afsmelten van de ijslens in deze ijsheuvels ontstonden soms door een wal omgeven komvormige depressies, pingoruïnes of dobben genaamd (De Gans, 1983). Een fraai voorbeeld van een pingoruïne ligt in het Esmeer. Door winderosie is later een grotere depressie ontstaan en kreeg het meer zijn huidige vorm. Een deel van de dobben, vaak de minder diepe, is ontstaan door de wind. Het zijn uitblazingskommen, waarin reeds tijdens het Vroege Dryas Stadiaal op veel plaatsen hypnaceeënnen is ontstaan. Deze veengroei is doorgegaan tot na het Laat-Glaciaal, behalve op plaatsen waar zij door jongere dekzandafzettingen is afgebroken. Aan het einde van het Boven-Pleniglaciaal is lemig oud dekzand II afgezet, dat evenals het oud dekzand I duidelijk gelaagd, maar iets minder lemig is.

Het meeste dekzand is waarschijnlijk in het Laat-Glaciaal afgezet na het Bølling Interstadiaal toen er geen permafrost meer was. Vooral in het Vroege Dryas Stadiaal en mogelijk in mindere mate in het Late Dryas Stadiaal is veel jong dekzand (resp. I en II) afgezet. Het jong dekzand is minder lemig en minder gelaagd dan het oud dekzand. De verplaatsing van grote hoeveelheden zand heeft op veel plaatsen het bekensysteem verstoord, opgevuld en soms afgesnoerd. De herkomst van het dekzand is veelal van lokale oorsprong. De afzettingen, die toen aan het oppervlak lagen, hebben het materiaal voor het dekzand geleverd (Ter Wee, 1979). Aan het eind van het Pleistoceen was uiteindelijk een zwak golvend dekzandlandschap ontstaan.

2.2.3 Het Holoceen

Aan het eind van het Late Dryas Stadiaal trad een definitieve klimaatsverbetering op en begon het Holoceen. Het wordt onderverdeeld in vijf perioden (tabel 1), die samenhangen met kleine klimaatschommelingen. In de beginperiode, het Preboreaal, kwam waarschijnlijk nog wel enige verstuiwing voor, maar al snel heeft de vegetatie dit volledig beteugeld. Pas in het Subatlanticum is vooral door toedoen van de mens opnieuw verstuiwing opgetreden.

De veengroei die in de dobben reeds in het Laat-Glaciaal is begonnen, heeft zich in dit gebied vooral in het Atlanticum sterk uitgebreid. Dit veen dat zich buiten de beekdalen heeft ontwikkeld, wordt ook wel hoogveen genoemd en behoort tot de Formatie van Griendtsveen. De veengroei is begonnen in natte, afvoerloze laagten, waarin zich veelal eerst een meerbodem ontwikkelde. Deze bestaat uit fijn verdeeld organisch materiaal, vermengd met sterk lemig uiterst fijn tot zeer fijn zand. Daarna vormde zich eerst een laag mesotroof broekveen of zeggeveen. Langzamerhand trad een zekere verarming op: er ontstond een moerasbos met elzen en vooral veel berken. Het veen dat toen ontstond bevat veel resten van deze bomen en wordt moerasbosveen genoemd. In het warme en vochtige Atlanticum groeide het moerasbosveen zo snel dat de veenvormende planten spoedig het contact met het grondwater verloren. De vegetatie werd steeds meer afhankelijk van het voedselarme regenwater. Dit leidde tot de vorming

van het oligotrofe oude veenmosveen met daarin resten van heide, hout en wollegras. Dankzij de vrij goede doorluchting is dit veen vrij sterk verweerd en gehumificeerd. Het wordt ook wel zwartveen genoemd en is in het verleden veel voor de turfbereiding gebruikt. De overgang van het moerasbosveen naar het oude veenmosveen wordt soms gevormd door een laag met veel stobben. Vaker echter bestaat de overgangslaag uit waterlavendel (Scheuchzeriaveen of haverstro). Het veenmosveen groeide zowel in verticale als in horizontale richting en breidde zich vooral in het Subboreaal geleidelijk ook over de hogere terreingedeelten uit. De veenmossen vormden grote en kleine bulten met daartussen lage, natte slenken. Op de bulten komt veel wollegras voor, terwijl in de slenken een drijvend veenmosveen (*Sphagnum cuspidatum* of spalterveen) is gevormd. Dikwijls ontstond tussen de sterk gewelfde bulten, die zijdelings afwaterden, een waterplas of meerstal (fig. 5).

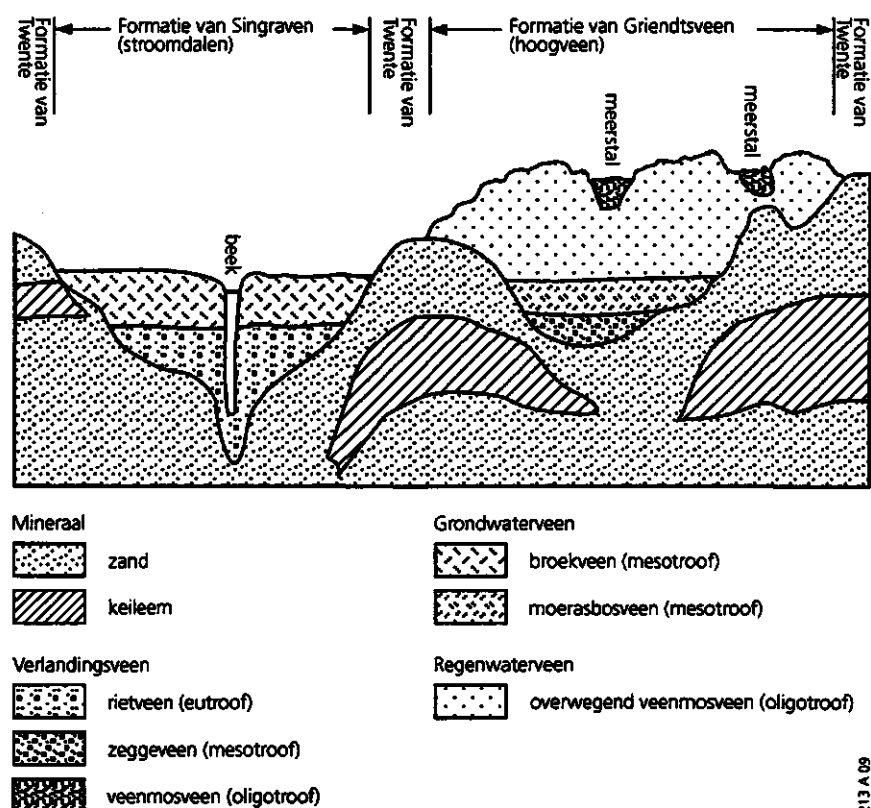


Fig. 5 Geschematiseerde weergave van de opbouw van veenprofielen in de stroomdalen en van hoogveenprofielen, ingedeeld naar hydrologische situatie en de rijkdom van het milieu tijdens veenvorming

Door erosie konden meerdere dicht bij elkaar gelegen meerstallen een veenstroompje vormen, waarbij het opmerkelijk is dat deze stroompjes soms gelegen waren boven de hogere zandruggen. De afvoer van voedingsstoffen werd door de veenstroompjes bevorderd, zodat het milieu nog armer werd. In het Subatlanticum kwam dan ook het jonge veenmosveen tot ontwikkeling. Dit veen staat bekend als bolster of witveen. De

ongestoorde veengroei heeft geleid tot veendiktes van meer dan 5 meter en eindigde pas toen men het gebied ging ontwateren voor het uitoefenen van de zgn. boekweit-brandcultuur. Nog weer later zijn grote delen van het oorspronkelijke hoogveengebied afgegraven voor de turfwinning of de turfstrooiselbereiding.

De afsnoering van de erosiedalen in het Laat-Glaciaal door de jong dekzandafzettingen bemoeilijkte de afwatering van het gebied in het begin van het Holoceen. In de afgesnoerde stroompjes en meertjes vormde zich een gyttja of meerbodem, bestaande uit organisch slib, fijn stof en diatomeeën. In het Vroege Atlanticum ontwikkelde zich hierop eutroof rietveen of rietzeggeveen (zie fig. 5). In de tweede helft van het Atlanticum braken de afsnoeringen op veel plaatsen door en konden de stroomdalen opnieuw hun functie vervullen. Langs de waterlopen ontstond een broekbos met veel elzen, riet en zeggen. Deze vegetatie leidde tot de vorming van broekveen, waarmee de stroomdalen geleidelijk werden opgevuld. Naarmate de opvulling vorderde, ontstond op een gegeven moment een situatie waarin nieuwvorming en afbraak van het veen elkaar in evenwicht hielden. De veengroei is grotendeels beëindigd toen deze gronden vanaf ca. de 16^e eeuw als hooiland in gebruik werden genomen.

2.3 Veenvorming en veensoorten

Veenvorming vindt plaats indien door gebrek aan zuurstof en remming van de biologische activiteit het door planten gevormde organische materiaal niet of onvolledig wordt omgezet. Welke veensoort er ontstaat, is afhankelijk van het milieu en de daarbij behorende plantenassociaties. Het milieu kan voedselrijk (eutroof), weinig voedselrijk (mesotroof) of voedselarm (oligotroof) zijn. Bij elk milieu behoren karakteristieke veensoorten. In dit gebied zijn de volgende veensoorten onderscheiden:

Veenmosveen is ontstaan in een voedselarm milieu en bevat resten van veenmossen (*Sphagna*), wollegras (*Eriophorum vaginatum*), waterlavendel (*Scheuchzeria*) en heideplanten (*Calluna* en *Erica*). Vooral in het verteerde, donker gekleurde, oud veenmosveen zijn deze resten nog goed herkenbaar. Voor het jong veenmosveen zijn de roodbruine kleur en de sponsachtige samendrukbaarheid van de veenmossen karakteristiek. Tussen de veenmosbulten ontwikkelde zich in een natte situatie dikwijls een platerig veenmosveen, dat in hoofdzaak uit spitsbladige veenmossoorten (*Sphagnum cuspidatum*) bestond. Dit veen wordt ook wel spalterveen genoemd. Door ontwatering droogt het vooral in horizontale richting sterk in, waardoor scheurvorming optreedt.

Zeggeveen wordt gekenmerkt door het voorkomen van kleine, grijze zeggeworteltjes (*Carex*) en zaadjes van het waterdrieblad (*Menyanthes trifoliata*). Het is veelal ontstaan in een mesotroof milieu met kwel. Puur zeggeveen is weinig doorlatend. Deze neemt echter toe naarmate er meer rietresten en/of houtresten van o.a. elzen en berken voorkomen. Rietzeggeveen lijkt veel op het zeggeveen, maar bevat een duidelijke hoeveelheid rietresten (*Phragmites communis*).

Broekveen bestaat voornamelijk uit zeggeresten in een amorfe grondmassa met veel al dan niet vergaen hout, vooral van elzen en berken. De doorlatendheid is meestal vrij goed. In niet-geoxydeerde toestand is de kleur bruin. Na luchttoetreding wordt het spoedig bruinzwart door oxydatie van humusverbindingen.

Moerasbosveen is ook in een mesotroof milieu ontstaan, maar door een grotere aandeel

van het regenwater toch armer milieu dan het broekveen. In dit veen worden vrijwel altijd resten van els, berk en soms ook den aangetroffen.

Hypnaceëenveen is onder koude omstandigheden in het Midden- en Laat-Weichselien ontstaan uit resten van bladmossen van het geslacht *Hypnum*. Het wordt soms onder het hoogveenpakket in de ondergrond aangetroffen. Meestal is het hiervan gescheiden door een meerbodemiaag en/of een dunne zandlaag; soms komt het juist hierin voor.

2.4 Bodemgesteldheid

De bodemgesteldheid van het niet aangrenzende landbouwgebied is ontleend aan de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 250 000 (Steur et al., 1985). De bodemgesteldheid van het aangrenzend landbouwgebied is ontleend aan de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Dit betreft delen van de bladen 11 Oost, Heerenveen (Stichting voor Bodemkartering, 1971) en 12 West (Kuijer, 1991). Voor de beschrijving van de bodemgesteldheid wordt daarom verwezen naar de toelichtingen bij deze bodemkaarten. Het natuurgebied 'Het Fochteloërveen' staat op de bodemkaart van blad 12 West aangegeven als 'veen in ontginning' (eenheid AVo). Voor dit onderzoek was meer gedetailleerde informatie noodzakelijk, zodat aanvullende gegevens moesten worden verzameld. Van een groot deel van het gebied heeft de Vereniging van Natuurmonumenten een veendiktekaart beschikbaar gesteld, terwijl ook veel boorgegevens konden worden ontleend aan het onderzoek van Jansen (1974). Enig aanvullend veldwerk bleek echter toch nodig.

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de kaarteenheden van de bodemkaart zoals deze aan de hand van de geïnterpreteerde en nieuw verzamelde gegevens van het natuurgebied is samengesteld (fig. 6).

2.4.1 De veengronden

De veengronden in het natuurgebied behoren tot de zgn. rauwveengronden, d.w.z. dat ze een niet- of onvoldoende veraarde bovengrond hebben. De volgende eenheden zijn onderscheiden:

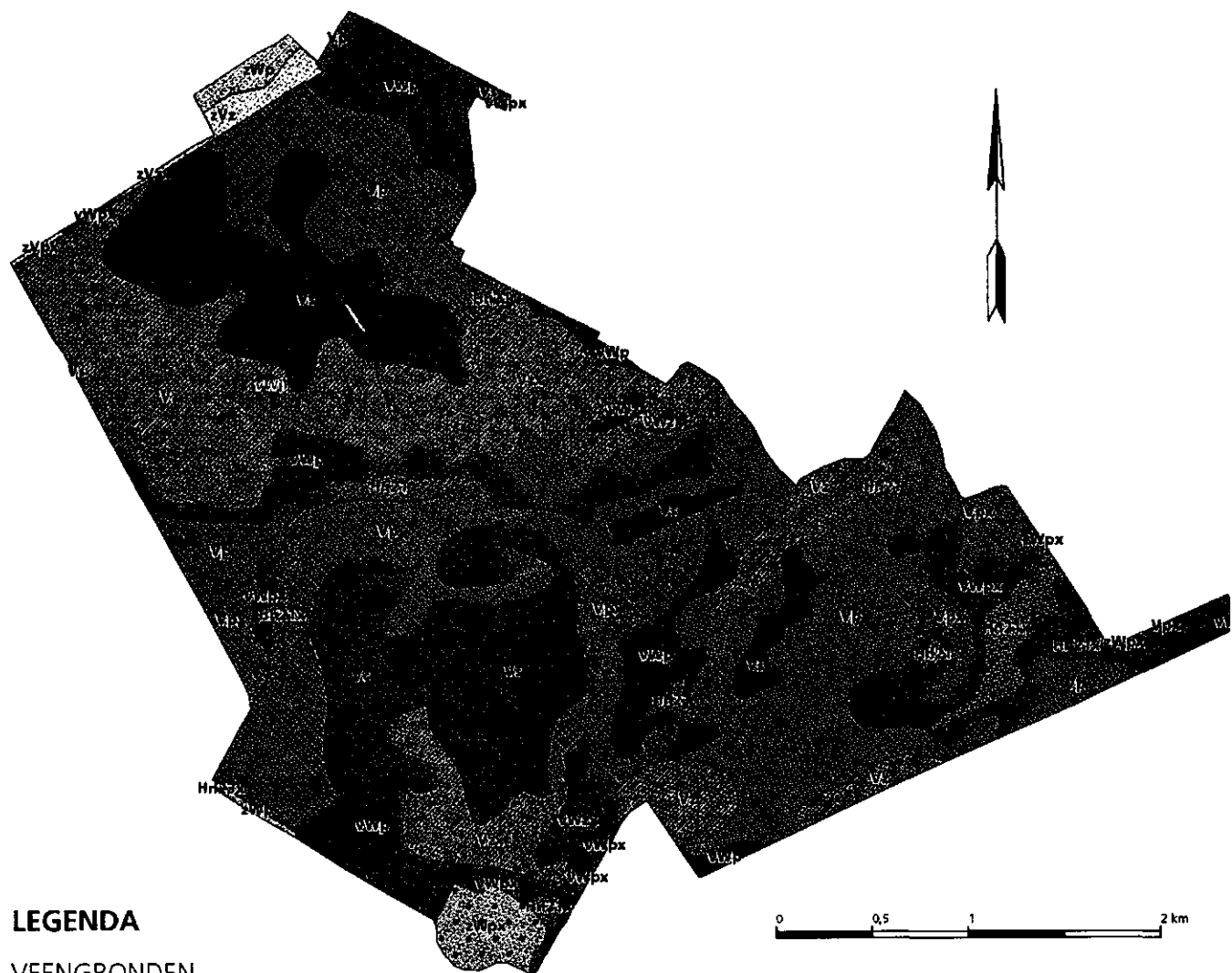
Vs Vlierveengronden op veenmosveen;

Vc Vlierveengronden op zeggeveen, rietzeggeveen of broekveen;

Vz Vlierveengronden op zand zonder humuspodzol, beginnend ondieper dan 120 cm;

Vp Vlierveengronden op zand met humuspodzol, beginnend ondieper dan 120 cm.

De eenheden onderscheiden zich alleen door de veendikte en de samenstelling van het veenpakket van elkaar. Het bovenste deel van het veenpakket bestaat bij alle eenheden meestal uit oud veenmosveen, waarin veelvuldig resten van heidetakjes en wollegras voorkomen. Slechts hier en daar wordt nog een volledig veenprofiel gevonden, d.w.z. een profiel waarvan het bovenste veenpakket nog uit jong veenmosveen of bolster bestaat. Meestal is dit veen bij de vervening afgegraven voor de turfstrooiselwinning, die in dit gebied tot in de zeventiger jaren is doorgegaan. Op verschillende plaatsen wordt ook scheuchzeriaveen gevonden, vooral bij de dikkere veenpakketten. De dikste



LEGENDA

VEENGRONDEN

RAUWVEENGRONDEN

Meerveengronden

- zVz  zand ondieper dan 120 cm, zonder humuspodzol
- zVp  zand ondieper dan 120 cm, met humuspodzol

Vlieerveengronden

- Vs  veenmosveen
- Vc  zeggeveen, rietzeggeveen of broekveen
- Vz  zand ondieper dan 120 cm, zonder humuspodzol
- Vp  zand ondieper dan 120 cm, met humuspodzol

MOERIGE GRONDEN

MOERIGE PODZOLGRONDEN

- vWp  moirige bovengrond
- zWp  humushoudend zanddek en moirige tussenlaag

MOERIGE EERDGRONDEN

- vWz  moirige bovengrond op zand

PODZOLGRONDEN

HUMUSPODZOLGRONDEN

Veldpodzolgronden

- Hn21  leemarm en zwak lemig fijn zand
- Hn23  lemig fijn zand

TOEVOEGING

-X  keileem of potklei beginnend tussen 40 en 120 cm en ten minste 20 cm dik

Fig. 6 Bodemkaart van het natuurgebied 'Fochteloërveen'

pakketten oud veenmosveen worden aangetroffen bij de eenheid Vs, namelijk ca. 100 à 120 cm tot soms meer dan 2 meter. Bij de eenheden Vz en Vp varieert de dikte van het oud veenmosveenpakket van 40 tot 100 cm. De gronden van eenheid Vc bestaan tot 50 à 120 cm diepte uit oud veenmosveen. De relatief grote variatie in dikte van het oude veenmosveenpakket wordt voor een groot deel veroorzaakt door verschillen in het verveningsstadium, waarbij op de ene plaats reeds meer veenmosveen is afgegraven als op de andere. Deze verschillen kunnen op korte afstand naast elkaar voorkomen. Onder het oude veenmosveen wordt bij de eenheden Vc en Vz dikwijls nog een laag (riet-) zeggeveen of moerasbosveen aangetroffen. Deze laag is ca. 20 tot 50 cm dik bij de gronden van eenheid Vc en bij de gronden van eenheid Vz in het algemeen iets dunner. Op verschillende plaatsen ontbreekt deze veenlaag ook bij deze gronden. Onder de mesotrofe veenlaag wordt vrijwel steeds een 10 tot 40 cm dikke, bruinigrijze meerbodemiaag gevonden. De meerbodemiaag is bij de gronden van eenheid Vc meestal duidelijk dikker als bij de gronden van eenheid Vz. De laag is overwegend humusrijk of venig en bestaat uit sterk tot zeer sterk lemig, fijn zand. Dikwijls komt er ook vrij veel lutum in voor en is het plastisch. Waar de mesotrofe veenlaag bij de eenheid Vz ontbreekt wordt de overgang naar de zandondergrond dikwijls gevormd door een gliedeachtige meerbodemiaag. Deze bevat vaak meer organische stof en is veelal zwart van kleur. Bij de gronden van de eenheden Vs en Vp bestaat de overgang naar de zandondergrond meestal uit een 10 à 20 cm gliedelaag. Deze laag is zwart van kleur en heeft een hoog organische-stofgehalte door de inspoeling van disperse humus uit het bovenliggende veen. De zandondergrond van deze gronden bestaat in het algemeen uit leemarm tot zwak lemig, fijn dekzand, waarin zich vooral bij de eenheden Vs en Vp een humuspodzolprofiel heeft ontwikkeld. Met uitzondering van een zone, die van de Lange Wijk naar het Bankenbosch loopt, komt op de meeste plaatsen vrij ondiep onder het dekzand keileem van de Formatie Drenthe voor. Waar de keileem binnen 120 cm-mv voorkomt, is dit op de bodemkaart aangegeven met de toevoeging ...x1. Wanneer de keileem tussen 120 en ca. 250 cm-mv. begint, dan is de toevoeging ...x2 aangegeven. De keileem bevat ca. 10 tot 20% lutum, 25 à 40% leem en is meestal matig fijnzandig. Het bevat vaak ook veel stenen van noordelijke herkomst. Keileem heeft een stagnerende invloed op de verticale waterbeweging in de grond, waardoor er in natte perioden dikwijls schijngrondwaterspiegels optreden. Op verschillende plaatsen komt boven de keileem een dunne keizandlaag voor. Dit materiaal is in feite te beschouwen als keileem waaruit de fijnere delen zijn uitgespoeld of uitgewaaid. Wat overbleef was materiaal met relatief veel stenen. In een enkele boring is onder een meerbodemiaag hypnaceëenveen gevonden. Dit veen is onder koude omstandigheden ontstaan en lijkt uiterlijk wel iets op jong veenmosveen. Het mist evenwel de gunstige eigenschappen van dit veen.

2.4.2 De moerige gronden

In het Fochteloërveengebied worden alleen moerige gronden met een moerige bovengrond aangetroffen. Naar de aard van de ondergrond worden deze gronden onderverdeeld in moerige podzolgronden (vWp) en moerige eerdgronden (vWz):

vWp Moerige podzolgronden met een moerige bovengrond;

vWz Moerige eerdgronden met een moerige bovengrond op zand.

De moerige laag varieert in dikte van 10 tot 40 cm en bestaat meestal uit oud veenmosveen. De bovenste ca. 10 cm hiervan is dikwijls sterk verweerd, daaronder is het materiaal minder verweerd. Zeer lokaal komt soms nog enig jong veenmosveen voor. De overgang naar de dekzandondergrond wordt bij de moerige podzolgronden veelal gevormd door een dunne gliedelaag, die bestaat uit ingespoelde disperse humus uit het bovenliggende veenpakket. Deze laag heeft een sterk smerend karakter en een vrij slechte verticale doorlatendheid. Bij de moerige eerdgronden wordt deze overgang gevormd door een humusrijke tot venige, lutumhoudende, sterk lemige meerbodemiaag, die vaak gliedeachtig is door de inspoeling van disperse humus.

De zandondergrond bestaat op de meeste plaatsen uit zwak lemig, matig fijn dekzand, waarin vrijwel altijd een goed ontwikkeld humuspodzolprofiel voorkomt (eenheid vWp). De B2-horizont van dit podzol is meestal vrij dik en enigszins smerend (kazig). Bij de moerige eerdgronden ontbreekt de podzolering in de zandondergrond. In het grootste deel van het natuurgebied wordt in de diepere ondergrond keileem gevonden. Dit materiaal is evenals bij de veengronden met de toevoegingen ...x1 en ...x2 op de bodemkaart aangegeven. De dikte en begindiepte van de keileemiaag is wisselend, plaatselijk is een ca. 20 cm dikke laag beginnend op 40 cm aangetroffen, meestal echter begint de keileem tussen 1 en 2 meter diepte en loopt de dikte uiteen van ca. 50 cm tot meer dan 100 cm. Op sommige plaatsen komt boven de keileemiaag een dunne zandlaag met veel grindjes en/of stenen voor. Dit betreft dan vaak fluvioperiglaciaal materiaal of keizand. In de keileem zelf kunnen zandlenzen of zandinsluitels worden gevonden. Op een aantal plaatsen is onder de keileem fluvioglaciaal materiaal met stenen en grind van noordelijke herkomst gevonden.

2.4.3 De podzolgronden

De podzolgronden in het natuurgebied behoren tot de humuspodzolgronden. Ze zijn ontwikkeld in arm moedermateriaal. De ingespoeld organische stof in de duidelijke podzol-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. De podzolgronden zijn gevormd onder (periodiek) sterke invloed van water, waardoor een reducerend milieu ontstond en ijzer werd opgelost en afgevoerd. De humuspodzolgronden hebben hier dan ook geen ijzerhuidjes om de zandkorrels en worden veldpodzolgronden genoemd. Ze worden aangetroffen in een relatief hoog opgestoven, jonge dekzandrug en enkele duidelijke jonge dekzandkopjes. De gronden zijn slechts met een dunne laag veen overdekt geweest.

Hn21 Veldpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand

De bovengrond van deze gronden bestaat overwegend uit een ca. 10 cm dikke, donkergrijze, humeuze laag leemarm fijn zand. Soms is de laag dikker en bevat veel afgeloogde zandkorrels. De onderliggende donkerbruine B2-horizont is 10 tot 20 cm dik, leemarm of soms zwak lemig, fijnzandig en bevat ca. 2 à 4% organische stof. Dikwijls is deze horizont enigszins verkit. De lichtgele tot licht geelgrijze C-horizont bestaat uit vrijwel hetzelfde, zij het iets lemiger materiaal. In de diepere ondergrond begint tussen ca. 100 en 300 cm een keileemiaag die in dikte varieert van ca. 20 cm

tot dikwijls meer dan 1 m. Boven de keileem komt soms een 10 à 60 cm dikke laag grindhoudend fluvioperiglaciaal zand of keizand met grind en stenen voor. Het voorkomen van keileem is evenals bij de veengronden met de toevoegingen ..x1 en ...x2 op de kaart aangegeven.

3 Bodemfysische schematisatie

Bij een bodemfysische schematisatie wordt de bodemkaart van een bepaald gebied in bodemfysische karakteristieken vertaald. Daartoe wordt per bodemkaart eenheid een representatief profiel geselecteerd. Aan de bijbehorende horizonten worden fysische bouwstenen toegekend op basis van textuur. De fysische bouwstenen bestaan ieder uit een bodemfysische karakteristiek voor doorlatendheid en waterretentie. Bij de bodemfysische schematisatie van het studiegebied wordt onderscheid gemaakt in drie verschillende regio's. Dit zijn het niet aangrenzende landbouwgebied, het aangrenzende landbouwgebied en het natuurgebied.

3.1 Niet aangrenzend landbouwgebied

Het niet aangrenzende landbouwgebied speelt vrijwel geen rol van betekenis bij de hydrologische interactie tussen het Fochteloërveen en de omliggende landbouwgronden. Het gebied wordt gemodelleerd om randeffekten bij de berekening te vermijden. Daarom moet dit gebied ook bodemfysische worden geschematiseerd. Er kan worden volstaan met een schematisatie op schaal 1 : 250 000. Deze procedure is al eerder uitgevoerd (o.a. Wösten et al, 1988 a; Stolte and Wösten, 1991). Hierbij wordt de Bodemkaart van Nederland 1 : 250 000 als basis gebruikt. Van iedere legenda eenheid wordt een representatief profiel gekozen waarna per horizont een bodemfysische bouwsteen wordt toegekend. Deze bodemfysische bouwsteen is afkomstig uit de Staringreeks (Wösten et al., 1987 a). De bouwstenen worden door een set van Mualem-Van Genuchten parameters (Wösten, 1987; Mualem, 1967; Van Genuchten, 1980) beschreven.

3.2 Aangrenzend landbouwgebied

De hydrologische interactie tussen het aangrenzende landbouwgebied en het natuurgebied zal groot zijn. Om de mate van interactie goed te kunnen modelleren is het noodzakelijk dat de basisgegevens nauwkeurig zijn. Voor het aangrenzende landbouw gebied is gekozen om de bodemkaarten 1 : 50 000 van dat gebied (Kuijer, 1991; Makken, 1988) als basis voor schematisatie te gebruiken. Ook hier worden fysische bouwstenen uit de Staringreeks toegekend aan horizonten uit gekozen referentieprofielen. Op deze schaal is dat eerder uitgevoerd o.a. voor de provincies Friesland, Gelderland en Utrecht (Wösten et al. 1988 b, De Vries, 1991 a; De Vries, 1991 b). Hierbij wordt geaccepteerd dat de Staringreeks een globaal karakter vertoont. Toepassing voor een schematisatie van een gebied van relatief beperkte omvang zoals het aangrenzende landbouwgebied draagt risico's met zich mee. Een alternatief is het meten van karakteristieken van representatieve profielen, maar dit is praktisch en financieel in deze studie niet uitvoerbaar. Voor een aantal, niet in de Staringreeks beschreven textuurgroepen is een nieuwe bouwsteen bepaald, aan de hand van bestaande metingen (zie 3.3).

3.3 Natuurgebied

Voor het natuurgebied is een gedetailleerde bodemkartering schaal 1 : 50 000 uitgevoerd (zie 2.4). De bodemkaart dient als basis voor de bodemfysische karakterisering van dit deel. Ook hier worden de onderscheiden bodemhorizonten beschreven door bouwstenen uit de Staringreeks. De Staringreeks is strikt genomen niet geschikt, omdat de reeks te globaal van karakter is en omdat er geen typische hoogveenbouwstenen in vermeld staan. Het is voor deze studie noodzakelijk om bouwstenen toe te voegen aan de Staringreeks.

Om financiële redenen is ervoor gekozen de beperkte hoeveelheid bestaande metingen te gebruiken om de bouwstenen B15 en O18 te beschrijven. Deze bouwstenen vanwege niet voldoende aantal metingen (minder dan 4) nog niet in de officiële Staringreeks opgenomen.

Naast het beschrijven van de reeds gereserveerde bouwstenen B15 en O18 zijn voor dit onderzoek 3 hoogveenbouwstenen toegevoegd. Het betreft B19 (licht gehumificeerd veenmosveen), O19 (zwartveen) en O20 (gliede). De gebruikte metingen zijn afkomstig uit de Groote Peel (Stokkermans en Wösten, 1986) voor O20 en de Engbertsdijkvenen (Schouwenaars en Vink, 1990) voor B19 en O19. In de Groote Peel is op 1 locatie in het natuurgebied een gliede-monster gestoken, waarvan de bodemfysische karakteristieken zijn bepaald. De metingen in de Engbertsdijkvenen zijn gebaseerd op gestoken monsters en lysimeters. Hier zijn van 7 lagen de bodemfysische karakteristieken bepaald. De drie metingen aan weinig gehumificeerd veenmosveen zijn gebruikt voor de parameterisatie van B19; de drie metingen aan zwartveen voor O19.

4 Resultaat

4.1 Niet aangrenzend landbouwgebied

Voor het niet aangrenzende landbouwgebied is de Bodemkaart van Nederland 1 : 250 000 gebruikt als basis. Daaruit zijn de aanwezige legenda eenheden geselecteerd, die zijn omgezet naar een bodemfysische eenheid (tabel 2).

Tabel 2 Legenda eenheid van de Bodemkaart van Nederland 1 : 250 000 met bijbehorende bodemfysische eenheid van de niet aangrenzende landbouwgebieden van het Fochteloërveen

legenda eenheid:	bodemfysische eenheid:
V13	5
V14	5
V6	2
V6x	2
A3	9
A3x	11
A4	7
A4x	7
Z18	12
Z18x	11
Z8x	11
Z11x	11
Z12	8

De opbouw van de bodemfysische eenheden staat beschreven in aanhangsel 2. De parameterset van de Staringreeks bouwstenen is gegeven in aanhangsel 1.

4.2 Aangrenzend landbouwgebied

Voor het aangrenzende landbouwgebied is de Bodemkaart van Nederland 1 : 50 000 als basis gebruikt. In het gebied is voor elke legenda eenheid een representatief profiel omgezet in een bodemfysische eenheid, bestaande uit Staringreeks bouwstenen. Het resultaat is gegeven in aanhangsel 3. Er is een aantal bouwstenen in de Staringreeks waarvan geen gemiddelde curve gegeven is. Hiervoor zijn nieuwe bouwstenen samengesteld op basis van metingen aan vergelijkbare horizonten.

4.3 Natuurgebied

De voor deze studie samengestelde bodemkaart 1 : 50 000 is als basis voor het natuurgebied gebruikt. Voor een goede beschrijving van de bodem is het oorspronkelijke aantal bodemprofielen uit aanhangsel 3 uitgebreid met vier voor het natuurgebied. De opbouw van deze profielen met hun bodemfysische interpretatie is weergegeven in aanhangsel 4.

Bij de fysische karakterisering bleek het noodzakelijk om de bouwstenen B15 en O18 in te vullen en de bouwstenen B19, O19 en O20 aan de Staringreeks toe te voegen. Uit de metingen zijn Mualem-Van Genuchten parameters afgeleid voor de 5 genoemde bouwstenen. Hiervoor is het RETC-computer programma (Van Genuchten et al., 1991) gebruikt. De parameters staan gegeven in aanhangsel 6.

5 Discussie en conclusie

Fysische schematisatie van de bodem met behulp van bestaande meetgegevens heeft een aantal voor- en nadelen in vergelijking met metingen. De voordelen zijn tijd- en kostenbesparing. Een belangrijk nadeel is het gebruik van een dataset die niet uit het gebied afkomstig is en daardoor niet representatief hoeft te zijn. Daarnaast speelt de schaal waarop de schematisatie plaatsvindt een belangrijke rol in de kosten en nauwkeurigheid (Wösten et al, 1987 b). Welke schaal gebruikt gaat worden zal afhangen van de vereiste nauwkeurigheid van het te gebruiken model. Een gevoeligheidsanalyse van het model voor de gekozen schaalniveau's zou uitsluitel kunnen geven. In deze studie is voor een drietal schaalniveau's gekozen waarbij de fysische gegevens afkomstig zijn uit een bestaande set, allen gemeten buiten het studiegebied.

Voor de niet aangrenzende landbouwgronden is de schaal 1 : 250 000 gebruikt, voor de aangrenzende landbouwgronden 1 : 50 000, net als voor het natuurgebied. Voor de fysische schematisatie is gebruik gemaakt van de Staringreeks. De Staringreeks is afgeleid uit meetgegevens buiten het studiegebied, heeft een globaal karakter en is geschikt voor een schaalniveau tot 1 : 50 000. Dat er in deze studie toch gebruik is gemaakt van de Staringreeks impliceert het risico van een geringere nauwkeurigheid in de modelresultaten door gebruik van gegevens afkomstig buiten het studiegebied. Hoe gevoelig het hydrologisch model gevoelig is voor de hydraulische transport parameters van de onverzadigde zone zou uitgezocht moeten worden. Afhankelijk hiervan kan worden aangeraden aanvullende metingen te doen in het studiegebied.

De Staringreeks heeft geen bouwstenen voor alle in het gebied aangetroffen bodemlagen. Bouwstenen voor de strooisellaag, venige heideplag, gliedelaag, waterhardlaag, meerbodem en hoogveenlagen ontbreken. Voor de gliedelaag is een bouwsteen gemaakt, gebaseerd op een meting in de Groote Peel. Voor de hoogveenlagen zijn bouwstenen (B19, O19 en O20) gemaakt met behulp van gegevens uit de Groote Peel en Engbertdijksvenen. De overige problemlagen zijn ondergebracht bij bestaande bouwstenen met enigszins vergelijkbare kenmerken wat betreft textuur. Daarnaast zijn een tweetal bouwstenen (B15 en O18) gebruikt waarvoor geen gemiddelde curve in de Staringreeks is gegeven. Van beide bouwstenen zijn tot nu toe 2 metingen beschikbaar.

Een hydrologisch belangrijke laag in het studiegebied is de keileemlaag. Er bestaat niet alleen grote onzekerheid over de exacte verbreiding van deze laag, maar ook over de samenstelling en de daaraan gekoppelde bodemfysische eigenschappen. In de Staringreeks is bouwsteen O6 gereserveerd voor keileem. De gemiddelde curve is gebaseerd op vier metingen afkomstig avn buiten het studiegebied. Deze metingen vertonen een grote spreiding. De bruikbaarheid van deze bouwsteen is twijfelachtig. Het is waarschijnlijk dat de verzadigde stroming in het hydrologisch model erg gevoelig is voor de fysische eigenschappen van het keileem. In hoeverre het onverzadigde deel van het hydrologische model hiervoor ook gevoelig zou nader onderzocht moeten worden.

Door gebruik te maken van bestaande datasets is het mogelijk een fysische schematisatie van het Fochteloërveen en omliggend landbouwgebied uit te voeren. Een gevoeligheidsanalyse kan aantonen of de basisgegevens nauwkeurig genoeg zijn.

Literatuur

Bosch, J.H.A., 1990. *Toelichting bij de geologische kaart van Nederland 1 : 50 000, Blad Assen West en Assen Oost (12W en 12O)*. Haarlem, Rijks Geologische Dienst.

Gans, W. de, 1983. 'Permafrost en permafrostverschijnselen in Nederland.' *Grondboor en Hamer* 37. pp.165-174.

Jansen, J.M.L., 1974. *De waterhuishouding van het veengebied Fochteloërveen*. Doctoraalscriptie. Wageningen, Landbouwhogeschool.

Kuijer, P.C., 1991. *Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50 000, toelichting bij kaartblad 12 west Assen*. Wageningen, DLO Staring Centrum.

Makken, H., 1988. *Bodemkaart van Nederland 1 : 50 000, toelichting bij de kaartbladen 16 west Steenwijk en 16 Oost Steenwijk*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.

Mualem, Y., 1967. 'A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media.' *Water Resour. Res.*, 12: 513-522.

Pannekoek, A.J., 1956. *Algemene Geologie*. Groningen

Rappol, M., 1984. 'Till in southeast Drente and the origin of the Hondsrug complex.' *Eiszeitalter u. Gegenw.* 34. pp. 7-27.

Rappol, M., 1985. 'Enkele nieuwe resultaten en een overzicht van het onderzoek naar de aard van de steenoriëntatie in keileem.' *Grondboor en Hamer* 3/4. pp. 88-97.

Schouwenaars, J.M. and J.P.M. Vink, 1990. 'Hydrophysical properties of peat relicts in a former bog and perspectives for sphagnum regrowth.' *International Peat Journal*.

Steur, G.G.L., F de Vries en C. van Wallenburg, 1985. *Bodemkaart van Nederland 1 : 250 000*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.

Stichting voor Bodemkartering, 1971. *Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Toelichting bij kaartblad 11 Oost, Heerenveen*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.

Stokkermans, J.S.C. en J.H.M. Wösten, 1986. *Bodemfysische karakteristieken an zeven veenhorizonten uit de Groote Peel*. Wageningen, Stichting voor bodemkartering. Rapport 1907.

Stolte, J. and J.H.M. Wösten, 1991. *Soil physical schematisation of the catchment area of the river Vecht*. Wageningen, DLO Winand Staring Centre. Report 45.

Stolte, J., G.J. Veerman and M.C.S. Wopereis, 1992. *Manual soil physical measurements, version 2.0*. Wageningen, DLO Winand Staring Centre. Technical Document 2.

De Vries, F., 1991 a. *Bodemfysische karakterisering van de gronden in Gelderland*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 164.

De Vries, F., 1991 b. *Bodemfysische karakterisering van de gronden in de provincie Utrecht*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 193.

Van Genuchten, M. Th., 1980. 'A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils.' *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44: 892-898

Van Genuchten, M. Th., F.J. Leij and S.R. Yates, 1991. *The RETC code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils*. Riverside (California, U.S.A.), U.S. Salinity Laboratory, U.S. Department of Agricultural Research Service.

Wee, M.W. ter, 1966. *Toelichting bij de geologische kaart van Nederland 1 : 50 000. Blad Steenwijk Oost (16 Oost)*. Haarlem, Rijks Geologische Dienst.

Wee, M.W. ter, 1979. *Toelichting bij de geologische kaart van Nederland 1 : 50 000. Blad Emmen West en Emmen Oost (17W en 17O)*. Haarlem, Rijks Geologische Dienst.

Wösten, J.H.M., 1987. *Beschrijving van de waterretentie en doorlatendheidskarakteristieken uit de Staringreeks met analytische functies*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering. Rapport 2019.

Wösten, J.H.M., M.H. Bannink en J. Beuving, 1987 a. *Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering. Rapport 1932/ ICW. Rapport 18.

Wösten, J.H.M., M.H. Bannink and J. Bouma, 1987 b. *Land evaluation at different scales: you pay for what you get!* Soil survey and land evaluation, 7: 13-24.

Wösten, J.H.M., F. de Vries, J. Denneboom en A.F. van Holst, 1988 a. *Generalisatie en bodemfysische vertaling van de Bodemkaart van Nederland, 1 : 250 000, ten behoeve van de PAWN-studie*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering. Rapport 2055.

Wösten, J.H.M., J. Denneboom en A.F. van Holst, 1988 b. *Bodemkundige en bodemfysische inventarisatie van de provincie Friesland ten behoeve van het provinciaal plan voor de waterhuishouding en het grondwaterplan*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering. Rapport 1990.

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

Wösten, J.H.M., P.A. Finke and J.M.W. Jansen, 1995. *Comparison of class and continuous pedotransfer functions to generate soil hydraulic characteristics*. Accepted for publication in GEODERMA.

Zagwijn, W.H. en C.J. van Staalduinen, 1975. *Toelichting bij de geologische overzichtskaarten van Nederland*. Haarlem, Rijks Geologische Dienst.

Aanhangsel 1 Mualem-Van Genuchten parameter sets van bodempysische bouwstenen uit de Staringreeks

Bouwsteen	Parameter					
	θ_r (cm ³ /cm ³)	θ_s (cm ³ /cm ³)	K_s (cm/d)	α (cm ⁻¹)	n (-)	l (-)
Bovengrond						
zand						
B1	0,01	0,37	33,34	0,0208	1,646	0,571
B2	0,01	0,43	32,21	0,0224	1,436	-0,304
B3	0,01	0,45	17,81	0,0152	1,412	-0,213
B4	0,01	0,42	54,80	0,0163	1,559	0,177
zavel						
B7	0,01	0,40	25,10	0,0158	1,287	0,248
B8	0,01	0,40	22,90	0,0313	1,200	-3,578
klei						
B10	0,01	0,44	31,10	0,0519	1,126	-6,552
B11	0,01	0,51	63,60	0,1562	1,099	-8,067
B12	0,01	0,57	98,20	0,1689	1,068	-10,286
moerig						
B16	0,01	0,73	13,44	0,0134	1,320	0,534
B18	0,01	0,71	34,80	0,0284	1,141	1,086
ondergrond						
zand						
O1	0,01	0,35	99,70	0,0220	2,186	0,796
O2	0,01	0,38	63,90	0,0182	1,870	0,911
O3	0,01	0,34	44,60	0,0265	1,543	-0,333
O4	0,01	0,36	53,10	0,0216	1,540	-0,520
O5	0,01	0,33	223,00	0,0524	1,912	0,873
O6	0,01	0,41	5,48	0,0291	1,152	-6,864
zavel						
O8	0,01	0,42	26,40	0,0248	1,321	-0,622
O9	0,01	0,41	24,00	0,0280	1,283	-1,559
O10	0,01	0,44	25,60	0,0231	1,212	-2,220
klei						
O11	0,01	0,42	61,00	0,0420	1,125	-3,706
O12	0,01	0,49	10,80	0,0384	1,113	-6,743
O13	0,01	0,58	39,00	0,1122	1,063	-12,538
leem						
O15	0,01	0,43	57,42	0,0207	1,224	-2,077
veen						
O16	0,01	0,87	14,66	0,0179	1,275	0,539
O17	0,01	0,89	30,45	0,0145	1,252	1,019

Aanhangsel 2 Opbouw van de bodemfysische eenheden van de Bodemkaart van Nederland 1 : 250 000 t.b.v. de bodemfysische schematisering van de niet aangrenzende landbouwgronden van het Fochteloërveen

bodemfysische eenheid : 2

laag: (cm - mv)	code:	Staringreeks bouwsteen:
0- 20	A1	B16
20- 40	C11	O17
40- 70	C12	O17
70- 120	DG	O2

bodemfysische eenheid : 5

laag: (cm - mv)	code:	Staringreeks bouwsteen:
0- 20	Aap	B2
20- 50	D1	O16
50- 70	D2	O16
70- 100	C11	O2
100- 120	G	O2

bodemfysische eenheid : 7

laag: (cm - mv)	code:	Staringreeks bouwsteen:
0- 120	C	O1

bodemfysische eenheid : 8

laag: (cm - mv)	code:	Staringreeks bouwsteen:
0- 15	A1	B1
15- 30	B2	B1
30- 50	B3	O1
50- 120	C	O1

bodemfysische eenheid : 9

laag: (cm - mv)	code:	Staringreeks bouwsteen:
0- 20	Ap	B2
20- 50	B2	B2
50- 70	B3	O2
70- 160	C1g	O2

Aanhangsel 2 vervolg

bodemfysische eenheid : 11

laag: (cm - mv)	code:	Staringreeks bouwsteen:
0- 20	Ap	B3
20- 50	B2	B3
50- 90	C1g	O2
90- 180	D	O6

bodemfysische eenheid : 12

laag: (cm - mv)	code:	Staringreeks bouwsteen:
0- 25	Aanp	B2
25- 75	Aan2	B2
75- 90	B2	B2
90- 160	C	O2

Aanhangsel 3 Omzetting van de referentieprofielen van de bodemkaart 1 : 50 000 naar bodemfysische bouwstenen t.b.v van de bodemfysische schematisering van de aangrenzende landbouwgronden van het Fochteloërveen

legenda eenheid: Zd21		grondwatertrap: VII*
laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
+5- 0	A0	? (B16) [†]
0- 4	A1	B1
4- 12	A2/B	B1
12- 20	B3	B1
20- 75	AC11b	O1
75- 120	AC12b	O1

[†] geen omschrijving in SR van strooisellaag, B16 als keuze (door omschrijving 'matig verweerde venige strooisellaag')

legenda eenheid: Zn21		grondwatertrap: VI
laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 10	A	B1
10- 120	C	O1

legenda eenheid: pZn23x		grondwatertrap: V
laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 35	Aan	B3
35- 70	C11	O3
70- 100	C12g	O2
100- 150	D1g	O6

legenda eenheid: KX		grondwatertrap: V
laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 25	Ap	B3
25- 70	C11g	O6
70- 120	C12g	O6

legenda eenheid: pZg23x		grondwatertrap: V
laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 31	A1g	B3
31- 40	C11g	O3
40- 84	C12g	O2
84- 94	D11g	O8 [†]
94- 105	C13g	O3
105- 120	D12g	O9 [†]
120- 150	C14g	O1
150- 180	G	O1

[†] beekleem, geen gemiddelde curve in SR, als alternatief O8 en O9

Aanhangsel 3 vervolg

legenda eenheid: pZg23		grondwatertrap: V*
laag	code	Staringreeks bouwsteen
(cm - mv)		
0- 20	A1	B3
20- 65	C11g	O3
65- 90	C12g	O2
90- 120	C13g	O3

legenda eenheid: cHd23x		grondwatertrap: ?
laag	code	Staringreeks bouwsteen
(cm - mv)		
0- 35	Aanp	B2'
35- 50	B2b	B2
50- 70	C11b	O2
70- 120	Db	O6

' gezien het humus gehalte (16 %) zou dit een B16 moeten zijn. Daar is geen leemfractie bij gegeven, en hier wordt geen zandig veen bedoeld.

legenda eenheid: zEz23x		grondwatertrap: VII
laag	code	Staringreeks bouwsteen
(cm - mv)		
0- 32	Aan1	B3
32- 70	Aan2	B3
70- 75	B2b	B3
75- 80	B3gb	B3
80- 100	BCgb	O3
100- 120	Dgb	O6

legenda eenheid: cHn23x		grondwatertrap: V*
laag	code	Staringreeks bouwsteen
(cm - mv)		
0- 30	Aanp	B3
30- 50	B2pb	B2
50- 70	C1gb	O2
70- 120	Dgb	O6

legenda eenheid: cHn23		grondwatertrap: VI
laag	code	Staringreeks bouwsteen
(cm - mv)		
0- 35	Aanp	B3
35- 45	A1b	B3
45- 65	B2b	B2
65- 90	C11b	O2
90- 120	C12gb	O3

Aanhangsel 3 vervolg

legenda eenheid: cHn21

grondwatertrap: ?

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 40	A	B2
40- 70	B	B2
70- 120	B/C C	O1
geen volledig profielbeschrijving		

legenda eenheid: Hn23x

grondwatertrap: VI

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 22	Ap	B3
22- 35	B2	B3
35- 47	B3	O3
47- 80	D11g	O6
80- 90	D12g	O6
90- 110	D21g	O6
110- 200	D22g	O1
200- 230	D2g	O1

legenda eenheid: Hn23x

grondwatertrap: V

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
+8- 0	A0	? (B16) [†]
0- 7	A1	B2
7- 20	AB	B2
20- 45	B3	O2
45- 120	Dg	O6

[†] zwarte venige heideplag, niet in SR, keuze B16 (zandig veen en veen)

legenda eenheid: Hn23x

grondwatertrap: V*

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 20	Ap	B3
20- 25	A2p	B3
25- 40	B2p	B2
40- 55	B22	B2
55- 70	BC	O3
70- 90	B23	O3
90- 100	D1	O6
100- 150	D2	O1

Aanhangsel 3 vervolg

legenda eenheid: Hn21

grondwatertrap: VII

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 10	A1	B2
10- 40	A2	B1
40- 60	B21	B1
60- 80	B22	B1
80- 120	BC	O1
120- 200	C	O1
200- 240	Dg	O6
240- 300	DG	O6

legenda eenheid: Hn21x

grondwatertrap: VII

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 60	A/B	B2
60- 100	B/C	O2
100- 120	D	O6

legenda eenheid: Hn23

grondwatertrap: VI

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 22	Ap	B3
22- 26	A2	B2
26- 33	B2h	B2
33- 42	B22	B3
42- 62	B3	O3
62- 88	D11g	O6
88- 120	D12g	O6

legenda eenheid: cY23

grondwatertrap: VII*

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 32	Aanp	B3
32- 42	ABb	B3
42- 50	B2b	B3
50- 75	BCb	O3
75- 90	C11b	O2
90- 120	C12b	O3

legenda eenheid: Hn21

grondwatertrap: VI

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 25	Ap	B2
25- 45	B2	B2
45- 70	C11	O2
70- 120	C12g	O2

Aanhangsel 3 vervolg

legenda eenheid: zWzx

grondwatertrap: III

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 15	Aan	B3
15- 30	Dd	B16
30- 40	ACgb	?(O4) [†]
40- 80	C1gb	O3
80- 120	Dgb	O6

[†] meerbodem, geen curve in SR, als keuze O4

legenda eenheid: zWz

grondwatertrap: ?

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 15	A	B3
15- 30	D	B16
30- 40	AC	B3
40- 120	C	O2

legenda eenheid: iVz

grondwatertrap: III

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 14	A1p	B15
14- 32	C11p	O16
32- 60	C12	O16
60- 80	C13	O17
80- 88	A1b	?(O4) [†]
88- 108	C11b	O4
108- 125	C12b	O5
125- 138	C13b	?(O5) ^{††}
138- 200	C14b	O2

[†] meerbodem, geen curve in SR, als keuze O4

^{††} qua textuur een O1, echter met opmerking 'waterhard', dus qua structuur geen gemiddelde curve in SR, dan toch maar O5, gezien opmerking 'grof zand'

legenda eenheid: iVzx

grondwatertrap: III

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 14	A1p	B15
14- 32	C11p	O16
32- 60	C12	O16
60- 80	C13	O17
80- 88	A1b	?(O4) [†]
88- 100	C11b	O2
100- 120	D	O6

[†] meerbodem, geen curve in SR, als keuze O4

Aanhangsel 3 vervolg

legenda eenheid: iWz		grondwatertrap: III*/III
laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 20	A	B16
20- 40	C1	O16
40- 50	A1b	?(O4) [†]
50- 120	C2	O2

[†] meerbodem, geen curve in SR, keuze O4

legenda eenheid: iWzx		grondwatertrap: V
laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 40	A/C	B15
40- 50	A1b	?(O4) [†]
50- 75	C	O2
75- 120	D	O6

[†] meerbodem, geen curve in SR, keuze O4

legenda eenheid: vWzx		grondwatertrap: III
laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 25	A1	B16
25- 42	ACb	B16
42- 76	C1gb	O3
76- 80	Dgb	O6
80- 175	DG	O6

legenda eenheid: iWp		grondwatertrap: VI
laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 25	A1p	B2
25- 30	Dp	O16
30- 40	ABb	O2
40- 50	B2b	O2
50- 60	B3b	O2
60- 115	C11b	O2
115- 120	C12b	O2
120- 140	C13b	O2
140- 190	C14b	O1

legenda eenheid: vWz		grondwatertrap: III
laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 25	A1	B16
25- 30	D	O17
30- 43	C11b	O4
43- 100	C12b	O2
100- 120	Cgb	O2

Aanhangsel 3 vervolg

legenda eenheid: iWpx

grondwatertrap: V

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 16	A1p	B2
16- 25	C1p	O16
25- 30	C12	O16
30- 40	A0/Bvb	?(O20) [†]
40- 50	ABb	O2
50- 65	B2b	O2
65- 75	BCb	O2
75- 120	Dgb	O6

[†] gliedelaag, geen curve in SR, O20 toegevoegd

legenda eenheid: iWp

grondwatertrap: V*

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 20	A1p	B2
20- 42	Dp	O16
42- 50	ABb	O2
50- 77	BCb	O2
77- 85	C11b	O3
85- 96	C12b	O1
96- 105	B2b	O1
105- 120	C13b	O2

legenda eenheid: zWp

grondwatertrap: V

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 20	Aanp	B2
20- 40	Dp	O16
40- 60	B2b	O2
60- 85	B3b	O3
85- 120	C1gb	O2

legenda eenheid: zWpx

grondwatertrap: V

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 25	Aanp	B3
25- 30	Dp	O16
30- 40	B21b	O2
40- 55	B22b	O2
55- 65	B3b	O2
65- 90	Dgb	O6
90- 170	DG	O6

Aanhangsel 3 vervolg

legenda eenheid: vWpx

grondwatertrap: V

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 25	A1	B15 [†]
25- 50	B2	B2
50- 70	BC	O2
70- 140	Dg	O6

[†] niet genoeg metingen voor een gemiddelde lijn in de Staringreeks

legenda eenheid: iVc

grondwatertrap: IV

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 20	A1p	B1
20- 50	C1p	O16
50- 70	C12	O16
70- 100	C13	O16
100- 200	G	O17
200- 210	A1b	O4
210- 250	C11b	O2
250- 270	Db	O6

legenda eenheid: iVs

grondwatertrap: III

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 15	A1p	B15 [†]
15- 60	C1p	O16
60- 120	C12	O16

[†] niet genoeg metingen voor een gemiddelde lijn in de Staringreeks

legenda eenheid: iVpx

grondwatertrap: V

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 15	A1p	B2
15- 60	C1p	O16
60- 80	C12	O16
80- 90	A0/Bvb	?(O20)
90- 115	B2b	O3
115- 160	Dgb	O6
160- 220	Dg	O6

[†] gliedelaag, geen curve in SR, O20 toegevoegd

legenda eenheid: iVp

grondwatertrap: IV, III

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 15	A1p	B2
15- 50	C1p	O16
50- 70	C12	O16
70- 90	A/B	O2
90- 120	C	O2

Aanhangsel 3 vervolg

legenda eenheid: sVz

grondwatertrap: VI

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 8	Aan	B3
8- 55	C1	O16
55- 70	CG	O17
70- 120	G	O3

profielopbouw zoals aangetroffen in gebied Ravenswoud. In de rest van de kaart CG tot 90 cm (O16), dan een meerbodem tot 95 cm (geen fysische eenheid in de Staringreeks, keuze O4) gevolgd door een leemarm fijn zand (O1).

legenda eenheid: Vs

grondwatertrap: I, II, IV

laag (cm-mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 10	A	B16
10- 120	D	O16

legenda eenheid: Vp

grondwatertrap: II, V

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 10	A	B16
10- 80	D	O16
80- 120	C	O3

legenda eenheid: Vpx

grondwatertrap: V

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 10	A	B16
10- 80	D1	O16
80- 90	C	O3
90- 120	D2	O6

legenda eenheid: sVp

grondwatertrap: VI

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 8	Aan	B2
8- 60	C11	O16
60- 80	C12	O16
80- 90	A1b	O2
90- 100	B3b	O2

legenda eenheid: zVc

grondwatertrap: II

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 20	Aanp	B2
20- 70	D	O17
70- 120	G	O17

Aanhangsel 3 vervolg

legenda eenheid: zVz

grondwatertrap: III

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 20	Aanp	B2
20- 50	D1	O17
50- 65	D2	O17
65- 70	Acb	?(O4) [†]
70- 100	CG	O2
100- 120	G	O2

[†] meerbodem, geen curve in SR, keuze O4

legenda eenheid: zVzx

grondwatertrap: III

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 20	Aanp	B3
20- 50	D1	O17
50- 65	D2	O17
65- 100	C	O3
100- 120	D	O6

legenda eenheid: zVp

grondwatertrap: III

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 20	Aanp	B2
20- 75	D	O16
75- 80	A0/Bvb	?(O20) [†]
80- 100	B2b	O2
100- 120	BCb	O2

[†] gliedelaag, geen curve in SR, O20 toegevoegd

legenda eenheid: zVs

grondwatertrap: III, III*, IV

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 20	Aanp	B2
20- 120	D	O16

legenda eenheid: aVc

grondwatertrap: II

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 15	A1	B16
15- 70	C1	O17
70- 120	G	O17

Aanhangsel 3 vervolg

legenda eenheid: aVz		grondwatertrap: III
laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 13	A11	B16
13- 32	A12	B16
32- 85	C1	O17
85-105	G1	O17
105-110	A1b	?(O4) [†]
110-125	G2	O3
(voor gebied rond Peizerdiep: O1)		
[†] meerbodem, geen curve in SR, keuze O4		

Aanhangsel 4 Bodemfysische opbouw van de bodemprofielen van het natuurgebied Fochteloërveen, voorzover niet beschreven in aanhangsel 3

legenda eenheid: Zd21 grondwatertrap: VII*

laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 10	C11	B19 [†]
10- 90	C12	O19 [†]
90- 120	C13	O17

[†] geen bestaande SR bouwsteen, toegevoegd voor deze studie

legenda eenheid: vWp		grondwatertrap: III
laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 10	C11	B16
10- 30	C12	O19 [†]
30- 40	A1b	O20 [†]
40- 60	B2b	O2
60- 75	B3b	O2
75- 120	C1b	O2

[†] geen bestaande SR bouwsteen, toegevoegd voor deze studie

legenda eenheid: Vz		grondwatertrap: III
laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 10	C11	B16
10- 60	C12	O19 [†]
60- 90	C13	O17
90- 110	A1b	O3
110- 120	C1b	O2

[†] geen bestaande SR bouwsteen, toegevoegd voor deze studie

legenda eenheid: VzX		grondwatertrap: III
laag (cm - mv)	code	Staringreeks bouwsteen
0- 10	C11	B16
10- 50	C12	O19 [†]
50- 70	C13	O17
70- 90	A1b	O20 [†]
90- 100	C1b	O2
100- 120	D1b	O6

[†] geen bestaande SR bouwsteen, toegevoegd voor deze studie

**Aanhangsel 5 Aangevulde en toegevoegde bouwstenen,
weergegeven door middel van Mualem-Van Genuchten parameters**

Bouwsteen	Parameter						aantal monsters
	θ_r (cm ³ /cm ³)	θ_s (cm ³ /cm ³)	k_s (cm/d)	α (cm ⁻¹)	n (-)	l (-)	
O18	0,02	0,730	15,91	0,0467	1,269	-1,889	2
B15	0,02	0,617	12,55	0,0275	1,134	-1,903	2
B19	0,02	0,869	29,41	0,0267	1,158	6,698	3
O19	0,02	0,793	79,37	0,0401	1,107	0,490	3
O20	0,02	0,771	11,50	0,0509	1,169	-5,413	1