Dr. Joh. H. van Burkom, A. L. A. C. van Nijnanten, F. Ruinen, J. G. Sloff, en Dr. Jac. P. Thijsse.

Het Hoofdbestuur stelt de aftredende leden opnieuw candidaat. Ingevolge art. 20 der statuten en art. 27 van het Huish. reglement heeft ieder afdeling het recht evenveel candidaten te stellen als er vacatures te vervullen zijn.

Deze candidaat-stelling moet **schriftelijk** plaats vinden aan den Alg. Secretaris **vóór 1 Maart** e.k. De voordracht moet vergezeld gaan van een schriftelijke bereidverklaring van de candidaten.

Catrijp (gem. Schoorl), Huize „Klimduin". J. A. NIJKAMP.

Prof. Dr. C. H. Edelman • Wageningen

Periglaciale verschijnselen in Nederland.

Hoewel de geologie in ons land nog steeds een weinig populaire wetenschap is, meen ik te mogen veronderstellen, dat de meeste lezers van dit stukje wel ongeveer weten, wat *glaciale* verschijnselen zijn. Glaciale verschijnselen zijn verschijnselen, die een gevolg zijn van de geologische werking van het ijs, in ons land dus van het landijs van den derden ijstijd, gewoonlijk Risz-ijstijd genoemd. De belangrijkste van deze glaciale verschijnselen zijn : het optreden van stuwwallen (Utrechtsche heuvelrug, westelijke en oostelijke Veluwe, de heuvels van Achterhoek en Twente), het voorkomen van keileem of van noordelijke zwerfsteenen, voorts het bestaan van fluvioglaciale afzettingen (dus van afzettingen, welke door het smeltwater van de ijskap zijn achtergelaten). Op de eigenaardigheden en vraagstukken betreffende deze in ons land met den Risz-ijstijd verbonden verschijnselen zal hier niet verder worden ingegaan. Ik noemde ze slechts om de mogelijkheid tot misverstaan van de in het onderstaande te bespreken periglaciale verschijnselen bij voorbaat uit te sluiten.

De invloed van landijs reikt echter verder, dan de door het ijs zelf bedekte of vervormde gebieden. Het is niet moeilijk om in te zien, dat rondom de ijskap een gebied aanwezig kan zijn met een zeer koud klimaat, waarin verschijnselen zouden kunnen optreden, welke toch wel in oorzakelijk verband staan met het bestaan van landijs in de nabijheid, zonder dat ze tot de glaciale verschijnselen mogen worden gerekend. Dergelijke verschijnselen, dus verschijnselen, die kenmerkend zijn voor gebieden met een zeer koud klimaat, noemt men *periglaciaal*. Tot de periglaciale verschijnselen kunnen worden gerekend :

1e. het optreden van een arctische of sub-arctische flora en fauna ;

2e. het optreden van menschen, wier levenswijze aan de bijzondere omstandigheden is aangepast (b.v. de rendiermenschen) ;

3e. het optreden van een permanent bevroren ondergrond ;

4e. het ontstaan van loess- of dekzandafzettingen.

De onder 2 en 4 genoemde verschijnselen passen wel in het periglaciale milieu, maar behoeven uit den aard der zaak niet altijd op te treden.

Het ligt niet op mijn weg, uitvoerig in te gaan op de arctische resp. subarctische planten en dieren, welke in ons land fossiel zijn aangetroffen. Ik wil volstaan met er op te wijzen, dat vondsten van op een koud klimaat wijzende diersoorten reeds tientallen van jaren bekend zijn, terwijl fossielen van planten als Dryas octopetala, Betula nana e.d. gedurende de laatste vijftien jaar door de werkzaamheid van den botanicus Mr. F. Florschütz op allerlei plaatsen in ons land zijn ontdekt.

De sub (4) genoemde loess-afzettingen vormen een vraagstuk, waarover zeer veel is geschreven, zoodat een min of meer volledige behandeling van het vraagstuk nogal bezwaarlijk is. Tegenwoordig hellen de meeste schrijvers over onzen Limburgschen loess weer over tot het oude standpunt, dat het fijne stof, waaruit de Limburgsche loess is opgebouwd, van glacialen oorsprong is, hetgeen tevens beteekent, dat deze loess tot de periglaciale verschijnselen moet worden gerekend.

De eveneens onder (4) genoemde dekzanden zijn in ons land wel zeer verbreid, maar toch nog weinig bekend ; ze zullen in het laatst van dit stukje nog ter sprake komen.

In hoofdzaak wil ik het echter hebben over de sub 3 genoemde verschijnselen, verbonden met de aanwezigheid van een permanent bevroren ondergrond, aangezien daaromtrent in de laatste acht jaar veel bekend is geworden, dat ook de aandacht van natuurvrienden verdient.

Alvorens met deze bespreking een begin te maken, wil ik er nog op wijzen, dat het voor de hand ligt, periglaciale verschijnselen te zoeken in die deelen van Nederland, welke buiten het door het landijs van de Riszperiode bedekte gebied lagen en waar thans het Pleistoceen [1]) nog aan den dag treedt. Het is eigenaardig maar

[1]) Het verdient aanbeveling, de woorden alluviaal en diluviaal niet meer te gebruiken als aanduiding van de beide onderdeelen van het kwartaire tijdvak.

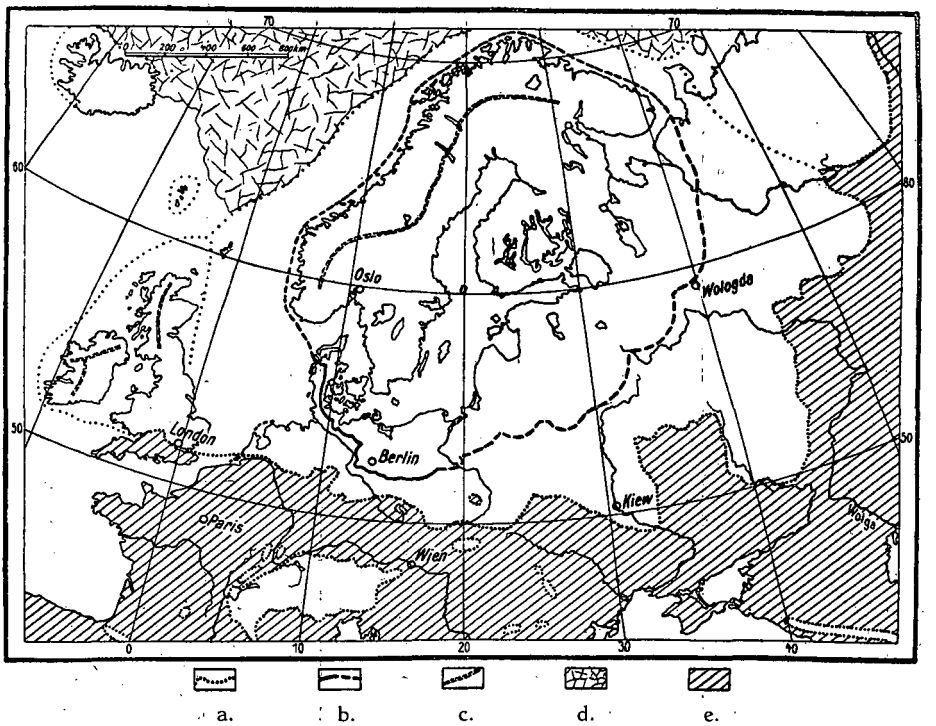
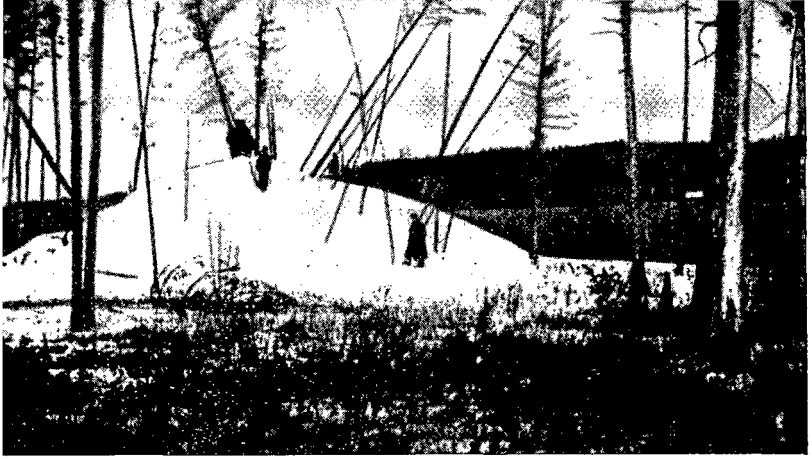


Fig. 1. Noord-Europa tijdens den Risz- en Würm-ijstijd.
(Bij de kaart) Volgens *Woldstedt*.

(a) grootste verbreiding van het ijs.
(b) grens van de Würm-ijskap in Noord-Europa.
(c) ijsscheiding.
(d) pakijs.
(e) niet vergletscherd.

waar, dat men op deze wijze, wat de gevolgen van den bevroren grond betreft, op een dwaalspoor komt. In alle gevallen, waar in Nederland de ouderdom van een voormaligen vorstbodem met zekerheid of waarschijnlijkheid kon worden bepaald, bleek deze in oorzakelijk verband te staan tot den vierden of Würm-ijstijd, waarvan de ijskap Nederland niet heeft bereikt, maar waarvan de periglaciale invloed tot ver in Vlaanderen aangetoond (resp. waarschijnlijk) is.

Alluviaal beteekent samengespoeld en het woord wordt in bepaalde wetenschappen, b.v. de ertskunde en de bodemkunde in letterlijke beteekenis gebruikt, dus: een alluviaal erts of een alluviale grond, ter aanduiding van samengespoelde materialen, zonder dat daarbij iets wordt bedoeld omtrent den ouderdom van de samenspoeling. Voor de aanduiding van de beide perioden van het kwartair gebruike men liever de termen holoceen en pleistoceen (plistoceen).



ig. 2. Hydrolaccoliet uit Siberië volgens *Schostakowitsch.*

Het is een goede gewoonte van de geologen, ter verklaring van de verschijnselen, die ze in de aardkorst opmerken, allereerst te trachten, op het huidige aardoppervlak overeenkomstige verschijnselen te vinden (actualiteitsbeginsel).

In het geval van den permanent bevroren ondergrond is de volgorde echter andersom geweest. De permanent bevroren ondergrond in Siberië, Noord-Rusland, Lapland, Spitsbergen, Canada, Alaska en de daarbij optredende verschijnselen waren reeds lang bekend, toen de Duitsche geoloog G r i p p op de gedachte kwam, in het Duitsche Pleistoceen naar de betrokken verschijnsete gaan zoeken. Het duurde niet lang, of hij had succes en het aantal auteurs over het onderwerp en het aantal vindplaatsen van de verschijnselen is in weinige jaren zoo groot geworden, dat het ondoenlijk is, ze alle te noemen.

Wanneer vormt zich een permanent bevroren ondergrond? Wanneer de zomerwarmte niet toereikend is, om het door de winterkoude in den grond ontstane ijs geheel te ontdooien. Ruwweg kan men zeggen dat die gebieden een permanent bevroren ondergrond hebben, waarvan de gemiddelde temperatuur beneden O° C ligt. Echter komen in dergelijke gebieden ook plaatsen voor, waar de ondergrond niet kan bevriezen, b.v. in de onmiddellijke nabijheid van groote rivieren, aangezien het stroomende water den ondergrond „verwarmt". De dikte van den permanent bevroren ondergrond varieert sterk; in de kolenmijnen van Spitsbergen bedroeg die dikte verscheidene honderden meters!

Afhankelijk van het plaatselijk klimaat varieert ook de diepte van den zomerschen opdooi; deze kan eenige decimeters tot verscheidene meters bedragen.

In Siberië heeft men veel aandacht besteed aan den invloed van den permanent bevroren ondergrond op het gedrag van het grondwater. Dit grondwater wordt door den permanent bevroren grond verhinderd om op te stijgen, indien de geologische situatie daartoe aanleiding zou geven, zoodat het dus onder druk komt te staan. Ontstaan er scheuren in het bodemijs, hetgeen betrekkelijk gemakkelijk kan gebeuren, dan kan het onder druk staande grondwater opstijgen en doordringen tot aan of nabij de oppervlakte. In de meeste gevallen moet het daar echter bevriezen. Men vindt dan ook vaak opwelvingen van de aardoppervlakte, die met ijs, soms ook gedeeltelijk met water en lucht zijn gevuld. Fig 2 en 3 toonen vorm en doorsnede van dergelijke heuvels, die men, naar analogie met vulkanische verschijnselen, wel *hydrolaccolieten* noemt. Merk-

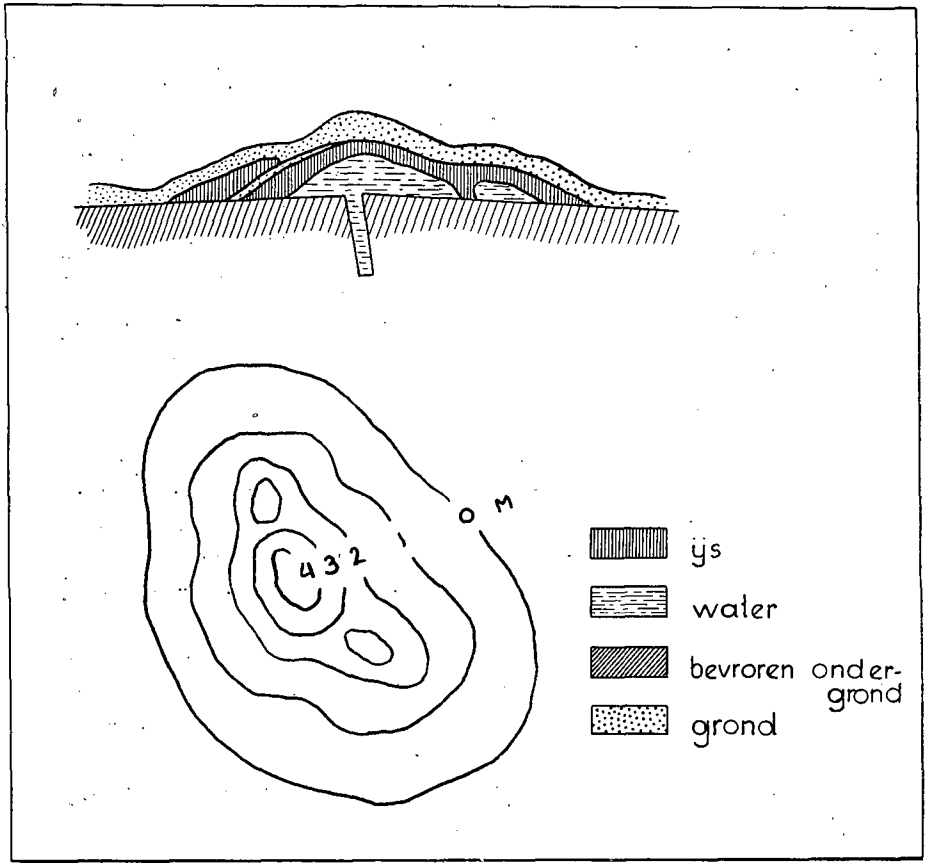


Fig. 3. Doorsnede en plattegrond van een samengestelde hydrolaccoliet volgens *Tolstichin*.

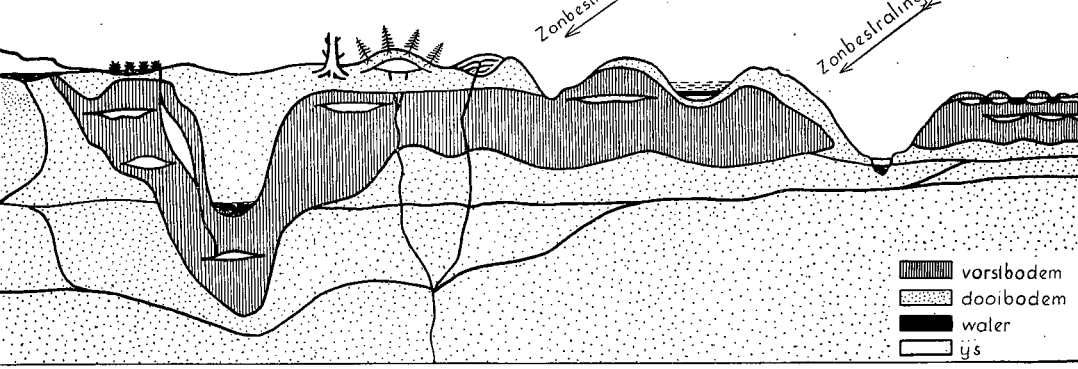


Fig. 4. Schematisch profiel door een permanent bevroren deel van Siberië, volgens *Schostakowitsch.*

waardig is nog, dat de druk in dergelijke opwelvingen zoo hoog kan worden, dat de heuvel ontploft en de inhoud, lucht, water en modder er uitgeslingerd wordt. Dergelijke holten worden wel door de bevolking als natuurlijke ijskasten gebruikt, vooral ter bewaring van zuivelproducten.

Deze verschijnselen kunnen duidelijk maken, dat de bevroren grond ondanks een vaak aanzienlijke dikte geenszins zoo star is, dat niet allerlei verplaatsingen van bodemmateriaal mogelijk zijn.

In Alaska zijn ook uitgebreide onderzoekingen betreffende permanent bevroren gebieden verricht, waarbij in het bijzonder de aandacht is gevestigd op het ontstaan van zgn. *ijswiggen.* Daarbij moet men zich voorstellen, dat de tot aanzienlijke diepte bevroren grond kan barsten. Een dergelijke barst, die, om de gedachten te bepalen, eenige millimeters wijd kan zijn en een willekeurige lengte (tot honderden meters) kan hebben, wordt in het voorjaar gemakkelijk opgevuld met modder of water, terwijl de schollen bevroren grond, welke door een aantal barsten omsloten worden, ook 's zomers bevroren blijven. De invallende vorst doet dezen inhoud in den barst bevriezen, welke daarbij zijn volume moet vergrooten, hetgeen alleen mogelijk is door zijdelingsch wegdrukken van de omgeving. m.a.w. de barst verwijdt zich een weinig. Ieder jaar herhaalt zich ongeveer dezelfde volgorde van gebeurtenissen, waarbij de barst tenslotte uitdijt tot een met ijs gevulde wigvormige spleet. In de door de Leffingwell beschreven landschappen is het aantal van dergelijke ijswiggen zeer groot. Hun breedte kan 1 m. en meer bedragen, vaak minder, soms niet meer dan enkele millimeters, terwijl de diepte onder invloed van de wigwerking kan toenemen tot een zestal meters.

De ijswiggen vormen een duidelijke illustratie van het verschijnsel dat de permanent bevroren grond niet zonder meer mag worden opgevat als bevroren grond, maar dat massa's van betrekkelijk

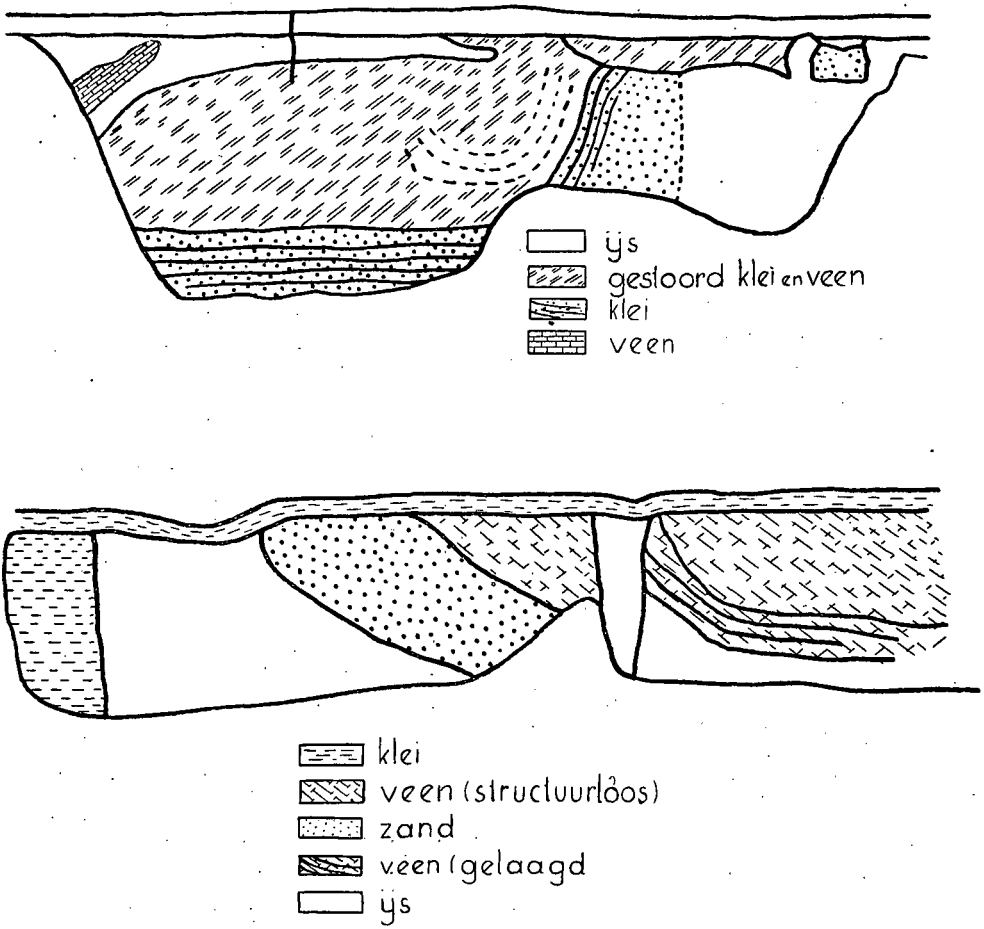


Fig. 5. Profielen door bevroren grond in Alaska volgens *De Leffingwell.*

zuiver ijs een deel der ruimte kunnen innemen. Dit is belangrijk voor een juist begrip van de verschijnselen, die in Nederland zijn aangetroffen. Eenige profielen van den bodem in Alaska, vereenigd in Fig. 5., laten duidelijk zien, dat daarbij het bodemmateriaal sterk vervormd kan worden. Ook dit is belangrijk.

Thans moeten wij ons nog even bezighouden met de laag grond, die 's zomers ontdooit. Deze laag rust dus op den perma-

nent bevroren grond, welke als geheel ondoorlatend kan worden beschouwd. De bovenlaag kan na het invallen van het dooiseizoen bijzonder rijk aan water zijn, vooral indien ook een sneeuwdek aanwezig is geweest. Oververzadiging van den grond met water kan gemakkelijk optreden en het gevolg is, dat de bodem in zijn geheel begint te vloeien, zoo de terreinvorm daartoe de gelegenheid biedt. Het is opmerkelijk, dat hellingen van een halven graad reeds voldoende zijn om het verschijnsel van het bodemvloeien, de solifluctie mogelijk te maken. Dit beteekent dus, dat practisch ieder gebied onder de bedoelde omstandigheden het verschijnsel kan vertoonen. Volgens reizigers, die arctische gebieden in den voorzomer hebben leeren kennen, is het landschap in den toestand van oververzadiging door water geheel onbegaanbaar.

Het zou te ver voeren, alle landschapsvormen, welke in koude gebieden door solifluctie ontstaan en die in de literatuur zijn beschreven, hier te behandelen, maar het is niet moeilijk om in te zien, dat door de solifluctie veel materiaal langzaam maar zeker van hoog naar laag verplaatst wordt, waarvan een nivelleering van het terrein een gevolg moet zijn, terwijl de grond zelve allerlei vloeistructuren moet gaan vertoonen.

Aangezien de solifluctie tenslotte berust op een oververzadiging van den grond met water, kan het proces in principe even goed in andere gebieden optreden. Langs tropische berghellingen kan de grond na stortregens vloeien. Ook in ons land kan men bij bijzondere weersomstandigheden het kruipen van den grond op hellend terrein waarnemen, een enkele maal na stortregens, vaker bij het ontdooien van het landschap na een periode van strenge vorst. Hoe beweeglijk de dooibodem ook in ons land kan zijn, heeft iedereen kunnen waarnemen in de dooiperiode van het voorjaar 1940, toen de onderlaag van tal van wegen, waaronder hoofdwegen, zoodanig met water oververzadigd was, dat het gewicht van de over den weg rijdende vrachtauto's voldoende was om de brij weg te persen, waardoor omvangrijke verzakkingen zijn ontstaan. Een afzonderlijke publicatie zou noodig zijn om te verklaren, waarom het verschijnsel plaatselijk optrad en tevens om uitéén te zetten, hoe de verzakkingen reeds tijdens de vorstperiode waren voorbereid. Daarom moet worden volstaan met de opmerking, dat in meer noordelijke landen, zooals Skandinavië, Canada enz. door ingenieurs uitvoerig onderzoek over dergelijke vraagstukken is verricht.

Kunnen we dus met solifluctie verwante verschijnselen en zelfs

echte solifluctie op allerlei plaatsen waarnemen, toch mogen we zeggen, dat de solifluctie nergens zoo massaal optreedt als in gebieden met een permanent bevroren ondergrond en dat we de solifluctie toch mogen beschouwen als bijzonder karakteristiek voor dergelijke sub-arctische gebieden.

Wanneer we, met het boven behandelde voor oogen op zoek gaan naar soortgelijke verschijnselen in het Nederlandsche Pleistoceen, dan moeten we eerst inzien, dat de meest essentieele component van eventueele periglaciale omstandigheden sindsdien verloren gegaan is, namelijk het ijs. Hoe moet een voormalige ijswig er uit zien, indien het ijs reeds lang is weggesmolten? En hoe zouden de profielen van de Leffingwell uit fig. 5. zich vervormen als de ijsmassa's in die profielen geheel wegdooien? Het is duidelijk, dat we niet mogen verwachten, dat de verschijnselen in vorm nog geheel overeenstemmen met wat we in het bovenstaande hebben leeren kennen. Waar destijds ijs in den grond zat, moet nu grond aanwezig zijn. Dit kunnen we reeds duidelijk zien in fig. 7, het overschot van een ijswig in jong pleistocene fijngelaagde zanden nabij Hengelo (Overijsel). Men kan op deze photo zeer duidelijk zien, dat de grond langs stijlstaande breukvlakken is nagezakt in een wigvormige ruimte, welke klaarblijkelijk eens met ijs is opgevuld geweest. Ter verduidelijking van de afbeelding moge



Fig. 6. Opdooiverschijnselen in straatweg Goor—Hengelo, 23 Maart 1929.

Foto bereidwillig beschikbaar gesteld door het Rijkswegenbouwlaboratorium te Den Haag.



7. Voormalig ijswig uit jong pleistocene zanden, nabij Hengelo.
(Foto : *Florschütz ;* cliché : Geol. Mijnb. Genootschap).

nog worden opgemerkt, dat deze een verticaal profiel van ongeveer 1 m^2 voorstelt.

In een rijk geillustreerde publicatie van Edelman, Florschütz en Jeswiet (1936) vindt men verscheidene illustraties van dergelijke voormalige ijswiggen, zoodanig gekozen uit een nog veel grooter aantal in het terrein gemaakte photo's, dat het mechanisme van de opvulling telkens anders is. Men vindt zoowel gevallen, dat de spleet geheel gevuld is van boven af, klaarblijkelijk dus toen de omringende zanden nog bevroren waren, als gevallen, waaronder dat van fig. 7, welke den indruk wekken, dat de omgeving reeds ontdooid was, vóór de ijswig geheel was verdwenen..

Sporen van ijswiggen, onverschillig van welk type, zijn in ons Pleistoceen zeer verbreid, al vindt men niet steeds zulke mooie voorbeelden als de wanden in den sluisput bij Hengelo destijds vertoonden.

Zeer in het algemeen kan men zeggen, dat zandige afzettingen gemakkelijk aanleiding geven tot het ontstaan van ijswiggen, terwijl fijnkorrelige afzettingen totaal andere bewegingsbeelden laten zien. Zoo ziet men in fig. 8 sterke detailplooien in een leemige laag, welke volgens de bovengenoemde auteurs, hun onstaan danken aan de vervorming van lensvormige massa's met water oververzadigden grond, welke ingeklemd zijn geweest tusschen bevroren lagen en tijdens het bevriezen moesten uitzetten. Dergelijke kleine maar hevige verplooiingen van fijner materiaal waren in de diepere lagen (tot 4 m. diepte) in de ontsluitingen van het Twente-Rijn-kanaal even algemeen verbreid als ijswiggen in de zandlagen.

8. Jong-pleistocene leemlaag met detail verplooiïng nabij Hengelo.
(Foto : *Florschütz ;* cliché : Geol.-Mijnb. Genootschap).



Een zeer algemeen verbreid type is dat van Wiene, eveneens aan het Twente-Rijn-kanaal, het heeft betrekking op omstandig-

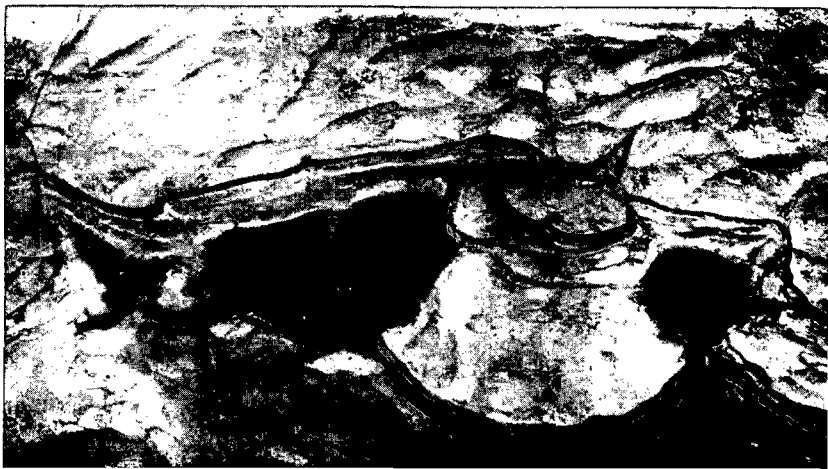


Fig. 9. Jong-pleistocene veenlaag met periglaciale vervormingen van het type Wiene, Twente-Rijnkanaal bij Wiene.
(Foto : *Jeswiet ;* cliché : Geol.-Mijnb. Genootschap).

heden, die zich aan of zeer nabij de oppervlakte voordeden. Bij Wiene vertoonde de wand van het kanaal over een afstand van ongeveer 1 km. een profiel als dat van fig. 9. De zwarte, eenigszins onregelmatige laag is een veenlaag, welke is ingeschakeld tusschen zandlagen. Van welken aard de bedoelde onregelmatigheden zijn, vertoont fig. 10, een „close-up" van dezelfde veenlaag dus. Men ziet, dat de veenlaag, hoewel over de geheele uitgestrektheid de horizontale ligging in groote lijnen gehandhaafd is gebleven, talrijke verzakkingen, instulpingen, uitwalsingen en samenballingen vertoont. De bedekkende zandlaag heeft een deel van de bewegingen nog meegemaakt.

Om dit bewegingsbeeld te verklaren moeten we trachten te reconstrueeren, waar in den grond ijs aanwezig is geweest. Fig. 11, die een horizontale snede door dezelfde veenlaag vertoont, kan ons daarbij nog behulpzaam zijn. Het voornaamste effect is geweest, dat de bovenliggende zandlagen in de veenlaag zijn gezakt. Dit zou zeer begrijpelijk zijn, indien in den ondergrond ijsmassa's zijn weggesmolten, waarna de doorweekte bodem zeer geleidelijk de plaats van het ijs is gaan innemen, een plastische verdringing

Fig. 10. Detail van de veenleeg van fig. 9.
(Foto *Jeswiet ;* cliché : Geol.-Mijnb. Genootschap).



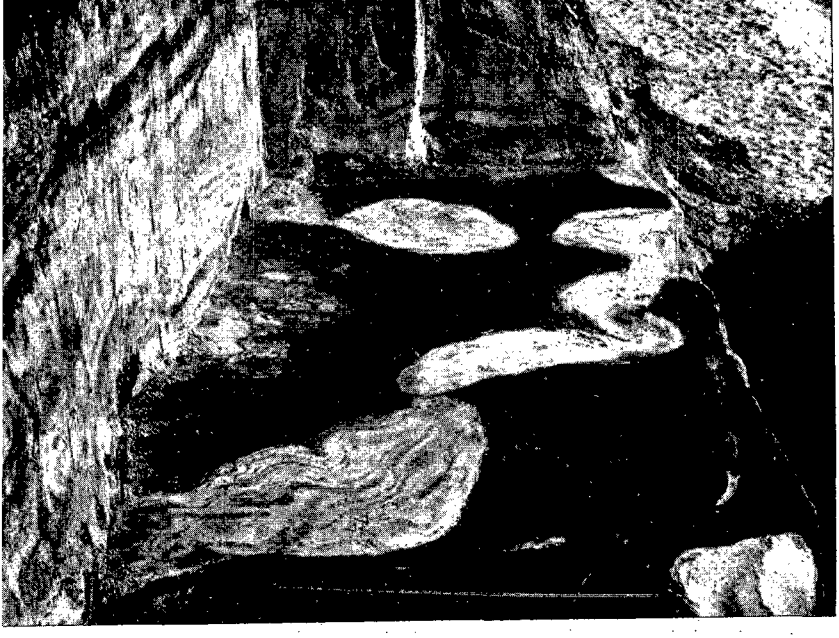


Fig. 11. Horizontale doorsnede door de veenleeg van fig. 9.
(Foto: *Jeswiet*; cliché: Geol.-Mijnb. Genootschap).

van ijs door grond dus. Fig. 11 vertoont de kronkelige, langgerekte, op één plaats dichtgesnoerde horizontale doorsnede van zoo'n instulping. Het heeft eenige jaren geduurd, voordat ik zelf in die slangvormige figuur de horizontale doorsnede van een voormalige ijswig heb herkend. Ongetwijfeld was die doorsnede oorspronkelijk recht, maar is vervormd en uitgezakt, toen het ijs in den grond begon te ontdooien terwijl de bovengrond de vloeigrens had bereikt. De meest waarschijnlijke verklaring der bodemvervormingen van het type Wiene is dus, dat het landschap oorspronkelijk als het ware gefundeerd geweest is op een systeem van ijswiggen, waarvan de ruimte, naar gelang de dooi vorderde, geleidelijk door „plastisch" bodemmateriaal is opgevuld, terwijl de terreinhelling voldoende was, om ook een horizontale vervloeiing mogelijk te maken. In twee opzichten heeft de veenlaag invloed gehad op het huidige effect van het geheel. Allereerst fungeerde hij als hyper-plastisch materiaal, dus als glijlaag. Voorts levert het veen ons, vergeleken met het zand, het kleurcontrast, dat zeer bevorderlijk is voor de nauwkeurige observatie van het bewegingsbeeld.

Het type Wiene, in Duitschland als „Taschenboden" beschreven, is het meest verbreide van alle bodemvervormingen, die in ons land als gevolg van een permanent bevroren ondergrond optreden. Niet altijd zijn aard en kleur van de oorspronkelijke lagen



Fig. 12. Polygoon-bodem van Spitsbergen volgens *Schulze*.

van het profiel zoo varieerend als in Wiene; vaak genoeg vindt men het verschijnsel echter ontwikkeld in een leemhoudend complex, waarvan men weliswaar niet zoo heel mooie photo's kan maken, maar die den opmerkzamen toeschouwer toch soortgelijke ervaringen opleveren als te Wiene het geval was.

Wiene heeft ook nog een ander type opgeleverd, dat even zeldzaam als merkwaardig is en dat door F l o r s c h ü t z en v a n d e r V l e r k is beschreven. Het gaat om een fossiele polygoonbodem (cellenbodem). Dergelijke vormingen komen recent voor in allerlei droge gebieden; zij ontstaan door uitdroging (krimpen) van den grond. Ook Spitsbergen en andere sub-arctische gebieden vertoonen het verschijnsel in droge zomers. Wellicht zal men zich juist verwonderen over het feit, dat in dit stukje op de eene bladzijde gesproken wordt over met water oververzadigde gronden en op een andere plaats over uitgedroogde gronden. Vreemd is dit evenwel niet, want dergelijke droog-scheuren kunnen uiteraard alleen ontstaan in grond, die tevoren geheel met water verzadigd is geweest. In het algemeen is een dergelijk systeem van droogscheuren gedoemd om spoedig n.l na de eerste voldoende hoeveelheid neerslag, te verdwijnen, maar in het geval Wiene zijn de spleten gehandhaafd, doordat ze met ijs opgevuld geraakt zijn. Vandaar de zeldzaamheid van het verschijnsel. Bijzonder fraai zijn wederom de verschijnselen, verbonden met het afsmelten van het ijs. In het bedoelde geval Wiene is de doorweekte, veenachtige bovengrond het afsmeltende ijs zeer geleidelijk gevolgd, totdat het donkere materiaal de geheele, oorspronkelijk door het ijs ingenomen ruimte had opgevuld.



Fig. 13. Fossiele polygoonbodem van Wiene volgens *Florschütz* en *van der Vlerk*. (Foto: *Florschütz*)

In het bovenstaande zijn slechts de allervoornaamste bodemvormen ter sprake gekomen, die het bodemijs in ons land hebben veroorzaakt. Veel en velerlei is nog aangetroffen, dat nog niet of niet voldoende is verklaard. Wellicht komen in de volgende jaren nog interessante dingen aan het licht.

De verspreiding van de verschijnselen is zeer groot. Overal waar ontsluitingen in het Pleistoceen van ons land worden aangetroffen, maar vooral in de lagere pleistocene terreinen, kan men met redelijke kans op succes gaan zoeken. Men verwachte echter niet, dat men direct zulke sprekende voorbeelden te zien zal krijgen als op de illustraties van dit stukje zijn afgebeeld. De natuurvrienden, wier woonplaats buiten het gebied van de werking van het landijs van den hoofdijstijd is gelegen, dus vooral die uit Noord-Brabant en Limburg zijn in het algemeen niet verwend met het beschouwen van sporen van het koude klimaat uit het Pleistoceen. Ten aanzien van de thans beschreven verschijnselen verkeeren de Brabanders echter in een gunstige positie, doordat de vele leemgroeven uit hun gewest vaak een goede gelegenheid bieden om de werking van den voormaligen bevroren ondergrond te leeren kennen. Met de afdeeling Breda van de Nederlandsche Natuurhistorische Vereeniging maakte ik eens een excursie naar de leemgroeven in de Boschwachterij Dorst, met bevredigende resultaten. In het oosten van de provincie kan de leemgroeve de Gaal tusschen Grave en 's Hertogenbosch worden genoemd; ook daar kan men verzekerd zijn van duidelijke verschijnselen. De provincie telt echter tientallen plaatsen, waar de verschijnselen optreden; ja met eenige overdrijving kan men zeggen, dat men ze in het Pleistoceen overal kan waarnemen, indien men slechts een flinken kuil graaft en zijn oogen goed den kost geeft.

Intusschen wachte men zich er voor, iedere vermeende afwijking in de regelmatige gelaagdheid van dergelijke pleistocene afzettingen op rekening van voormalig bodemijs te stellen. Voormalige boomwortels b.v. kunnen eveneens aanleiding geven tot verplaatsing van grond van boven naar beneden. Het spoor van een boomwortel is echter min of meer rond, van een vorstscheur lang gerekt, zoodat men zich niet behoeft te vergissen.

Het ware mogelijk, ook voor andere provincies talrijke vindplaatsen op te noemen; in hoofdzaak wil ik daartoe echter naar een oudere publicatie verwijzen. Een uitzondering wil ik echter maken voor een klein, weinig aanzienlijk zandgat, dat zich bevindt op het landgoed de Goudvink nabij Apeldooorn (Eigenaresse van Gelder's Papierfabriek). Deze groeve vertoont een profiel, dat de periglaciale verschijnselen, voor zoover die voor midden-Nederland van belang zijn, in volle grootheid vertoont. De heide wortelt hier in grintrijk zand, het zgn. gestuwde praeglaciaal (II 2) van de geologische kaart van Nederland 1:50.000. Dit grintrijke zand rust op een leemlaagje, dat aardige, zij het bescheiden vervormingen van het type Wiene vertoont. Tot den vervormden horizon behoort een zeer dun, door plantenresten zwart gekleurd laagje. Onder de vervormde laag vindt men fijnkorrelige witte zanden.

Voor de interpretatie van het profiel is het noodzakelijk, dat we den ouderdom van het plantenhoudende zwarte leemlaagje kennen. Ter plaatse kan deze ouderdom niet worden bepaald, maar op betrekkelijk geringen afstand, nl. onder het dorp Apeldoorn kennen we een veenlaagje, waarvan de ouderdom door Mr. F. Florschütz als praeboreaal is herkend en dat dus ontstaan is ongeveer op de grens Pleistoceen-Holoceen. Het is nu zeer waarschijnlijk, dat de plantenhoudende leemlaag van den Goudvink identiek is met de praeboreale veenlaag van het dorp Apeldoorn. Misschien kunnen Apeldoornsche natuurvrienden eens nagaan, of dat werkelijk klopt. We zouden dan, evenals op vele andere plaatsen het geval is, te maken hebben met bodemvervormingen onder invloed van een permanent bevroren ondergrond, dateerend uit de laatste phase van den vierden of Würm-ijstijd.

Interessant is nu echter de geologische positie van de grinthoudende zanden, welke op het terrein van den Goudvink (en elders!) aan de oppervlakte liggen. Richten wij ter plaatse den blik westwaarts dan kijken we tegen de eigenlijke Veluwe op, waar grintrijke zandlagen door de tijdens het Riszglaciaal in het IJseldal liggende ijskap zijn omhooggestuwd. Aan het eind van den vierden

ijstijd was dat IJseldal reeds nagenoeg tot het huidige niveau opgevuld en was het landschap door de aanwezigheid van een permanent bevroren ondergrond moerassig, waardoor lage plekken (het huidige dorp Apeldoorn) tot veenvorming aanleiding gaven. Op deze moerassige phase moet echter de afzetting van de grinden zandlagen, welke thans aan de oppervlakte liggen, gevolgd zijn. Deze afzetting kan dus bezwaarlijk ouder zijn dan Oud-Holoceen.

Ter verklaring van deze omvangrijke verplaatsing van zand en grind langs de hellingen van de Veluwe roepen we wederom het periglaciale klimaat te hulp en wel in het bijzonder de solifluctie. De in het voorjaar doorweekte Veluwsche bodem is aan het glijden gegaan en heeft, gehoorzamend aan de zwaartekracht, tenslotte het dal bereikt, daarbij voormalige moerasafzettingen bedekkend. De aan en dicht onder de oppervlakte liggende zanden en grinden vormen dus een dek, dat de oudere, gestuwde praeglaciale afzettingen benevens een aantal jongere lagen aan ons oog onttrekt en een duidelijke manifestatie is van het periglaciale klimaat van een betrekkelijk zeer kort achter ons liggende periode.

De bedoelde door solifluctie ontstane dekken vormen slechts één type van de vele dekvormige afzettingen, die in ons pleistocene landschap optreden en die de Wageningsche geologen in navolging van één hunner, Dr. W. A. J. Oosting, als *drift* aanduiden. Voor een behandeling van een ander type dezer dekken moet worden verwezen naar een artikel van Edelman en Crommelin. De aanwezigheid van deze dekken, waarvan de beteekenis tijdens de geologische karteering van Nederland door 's Rijks Geologischen Dienst (later Afdeeling Geologische kaart van de Geologische Stichting) nog niet werd ingezien, maakt een niet geringe wijziging in de opvattingen over de oppervlakte-geologie noodzakelijk, alhoewel het beeld van de diepere geologie van ons land er nauwelijks door wordt beïnvloed. Tal van oppervlaktevormen van ons pleistocene landschap zijn niet glaciaal, maar periglaciaal van oorsprong zoodat de conclusie gerechtvaardigd is, dat groote oppervlakken van ons land als een voor kort ontdooid periglaciaal landschap moeten worden opgevat en hun karakter als zoodanig voor den ingewijden beschouwer nog duidelijk vertoonen.

Voor de toepassing van de geologie op wetenschappen, wier studieterrein aan de oppervlakte van de aarde is gelegen, zooals de biologie en de bodemkunde, moet met het optreden van driften ter dege rekening worden gehouden.

De lezer heeft reeds vernomen, dat de overgangsperiode van

het Pleistoceen naar het Holoceen, het zgn. Praeboreaal, uitmunt door duidelijke verstoring van den grond door de werking van den vorstbodem. Op enkele plaatsen kan het strikte bewijs van deze stelling door palaeobotanische waarnemingen worden geleverd. Omgekeerd is in ons land nergens ooit bewezen dat vergelijkbare verschijnselen ook vroeger zijn ontstaan. Het is denkbaar, dat dergelijke bewijzen later nog zullen worden geleverd en daarom moet een generalisatie betreffende het jeugdige karakter van het verschijnsel voorloopig nog praematuur worden genoemd.

De ouderdomskwestie is natuurlijk van belang in verband met verstoringen in afzettingen, die ouder en soms veel ouder zijn dan het Jong-Pleistoceen, b.v. die van Westelijk Brabant. Men neemt daar vooral verstoringen waar op de bovengrens van de leemlagen van den horizon van Tegelen, (behoorend tot het IIo van de geologische kaart). De geologische kaart rekent het zanddek, dat veelal op deze leemlagen aanwezig is, eveneens tot het IIo. Dit laatste is niet erg waarschijnlijk; vermoedelijk behooren deze dekken ook weer tot de groote groep van jong-pleistocene, in wezen periglaciale dekken, in dit geval bestaande uit dekvormige stuifzanden. Is dit laatste juist, dan is de ouderdom van de vorstwerking wederom gefixeerd als ongeveer praeboreaal. Dezelfde vraag doet zich voor in Vlaanderen, waarover ik, tezamen met den Belgischen geoloog T a v e r n i e r, onlangs een artikel heb gepubliceerd.

Tenslotte enkele opmerkingen over de benaming van de verschijnselen. In dit voor een groot publiek bestemd stukje, heb ik mij zooveel mogelijk onthouden van het gebruik van weinig bekende vaktermen. Het zal echter iedereen duidelijk zijn, dat de verstoringen van den grond onder invloed van de aanwezigheid van een permanent bevroren ondergrond belangrijk genoeg zijn om ze met een afzonderlijken naam aan te duiden. E d e l m a n, F l o r s c h ü t z en J e s w i e t hebben ze *kryoturbaat* genoemd. In de Duitsche literatuur zijn ze met een gemoedelijker klinkenden term als *Brodelböden* bekend geworden. Hoewel onze term neutraler is en daarom aanbeveling verdient, is het woord *brodel* toch ook in ons land in gebruik gekomen; er is tenslotte weinig tegen.

Zij, die van de kryoturbate verschijnselen meer willen weten, moeten natuurlijk de oorspronkelijke publicaties bestudeeren. Een tamelijk volledige literatuuropgave vindt men in de publicatie van E d e l m a n en T a v e r n i e r. Wat Nederland zelf betreft, kan ik naar de publicaties uit onderstaand lijstje verwijzen:

EDELMAN, C. H. (1938). — Over de verbreiding van kryoturbate verschijnselen in het Nederlandsche Pleistoceen. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 2e Ser. 55, 73—78.

EDELMAN, C. H. (1940) — De geologie van de Veluwe. Natura 1940; 112—116.

EDELMAN, C. H. en R. D. CROMMELIN (1939) — Over de periglaciale natuur van het Jong-Pleistoceen in Nederland. Tijdschrift Kon. Ned. Aardr. Gen. 2e Ser. 56, 502—513.

EDELMAN, C. H., F. FLORSCHüTZ en J. JESWIET (1936) — Ueber spätpleistozäne und frühholozäne kryoturbate Ablagerungen in den östlichen Niederländen. Verh. Geol. Mijnb. Gen. Kol. Geol. Ser. 11, 301—336.

EDELMAN, C. H. en R. TAVERNIER (1940) — Periglaciale verschijnselen, meer in het bijzonder in de Antwerpsche Kempen. Natuurwet. Tijdschr. 22, 139—153.

FLORSCHüTZ, F. (1934) — Palaeobotanisch onderzoek van jong-pleistocene afzettingen in het oosten van Overijssel Proc. Kon. Ak. Wetensch. 37, 297.

FLORSCHüTZ, F. en I. M. VAN DER VLERK (1937) — Fossiele cellenstructuur in jong-pleistocene Oost-Nederlandsche afzettingen. Proc. Kon. Ak. Wetensch. 40, 879.

FLORSCHüTZ, F. en I. M. VAN DER VLERK (1938) — Les phénomènes périglaciaires et leur rapport avec la stratigraphie de l'époque Weichselienne (Würmienne) en Twente. Livret-Guide pour l'excursion dans la région „glaciaire" Néerlandaise, XV Congr. Int. Géogr. Amsterdem 33-46.

Verkrijgbaar bij den Boekhandel
en bij den Uitgever
J. B. WOLTERS
Groningen — Batavia.

BIBLIOTHEEK van de NEDERLANDSCHE NATUURHISTORISCHE VEREENIGING, onder red. van Prof. Dr. W. M. Docters van Leeuwen en Dr. Jac. P. Thijsse.

No. 2. Dr. J. Botke, De Hondsrug, geïllustreerd, geb. f 1,50

No. 4. Dr. P. Tesch, De vorming van de Nederlandsche duinkust, geïllustreerd, f 1,25

Zo juist verschenen:

No. 5 Dr. Ir. W. FEEKES
Dr. A. SCHEYGROND
en Dr. D. M. DE VRIES

Botanische landschapstudies in Nederland

Met 60 illustraties

PRIJS . . . F 1,75

Deze studies, voor landbouwkundigen en botanici van belang, bespreken een Hollandsch graslandgebied (Krimpenerwaard), de aanslibbingen op de kwelders in het Noorden van Nederland, en als nieuwland-begroeïng de Wieringermeerpolder.