

63.4.15.1.2634.9

~~161~~

# De zuurgraad van boschgronden

BIBLIOTHEEK

Een bespreking door  
D. J. HISSINK.

INSTITUUT VOOR  
BODEMVRUCHTBAARHEID  
GRONINGEN

In het Juni-nummer van het Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen (LVI jaargang, Heft 6, blz. 323—352) is een artikel verschenen van de hand van Antonin Nemeč en Karel Kvapil, getiteld: „Biochemische Studien über die Azidität der Waldböden” (aus dem biochemischen Institute der staatlichen forstwirtschaftlichen Versuchsanstalten in Prag). Hoewel deze studie nog ruimte voor vele vragen openlaat en de schrijvers haar trouwens als nog van oriënteerenden aard beschouwen, lijkt zij mij toch belangrijk genoeg, om er eene meer uitvoerige bespreking aan te wijden. Ik laat eenige beschofwingen van algemeenen aard voorafgaan, terwijl ik bovendien nog enkele opmerkingen zal maken en tevens eenige vingerwijzingen voor verder onderzoek zal aangeven.

Jaarlijks valt een groote hoeveelheid bladen en stengels in het bosch op den grond. Een geregelde en volledige omzetting van deze organische massa is een levensvereischte voor het bosch en wel om twee redenen.

Het dissimilatieproces van de organische stoffen is tevens een mineralisatieproces, waarbij de in de plantenresten opgehoopte minerale bestanddeelen ( $P_2O_5$ , S, CaO, MgO,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ , Fe en Mn) in den mineralen toestand terugkeeren en daarna weer opnieuw door de wortels kunnen worden opgenomen. Van de minerale bestanddeelen, die in den loop van een jaar door de wortels uit den grond gehaald worden, keert bij deze mineralisatie van de organische stoffen ongeveer  $\frac{4}{5}$  gedeelte in den grond terug, terwijl slechts het  $\frac{1}{5}$  gedeelte door het bestand is vastgelegd. Bovendien vindt bij deze volledige omzetting van de organische stoffen een overgang plaats van organische stikstof in nitraatstikstof, welke weer als plantenvoedsel dienen kan.

Behalve uit een voedingsoogpunt is de dissimilatie van het boschstrooisel om een tweede reden van groot belang. De eindproducten van de volledige omzetting van de organische koolwaterstofverbindingen zijn water en koolzuur, welk gas uit den grond ontwijkt of met het grondwater wordt uitgespoeld. Bij onvolledige omzetting vormen zich evenwel zuur reageerende tusschenproducten, waarvan zich in den loop der jaren eene aanzienlijke hoeveelheid op den boschgrond ophoopen kan. Een algemeen gebruikelijke benaming voor deze organische ophoopingën heeft men niet. Vroeger sprak men in Deutschland van Rohhumus; in 1907 werd op de ver-

161

gadering van boschbouwkundigen te Stuttgart <sup>1)</sup> besloten het woord Trockentorf te gebruiken, wat van Schermbeek vertaald heeft door droogveen <sup>2)</sup>. Ik wil mij aan deze laatste benaming houden, hoewel ook de uitdrukking „zure humus” gebruikelijk is.

De invloed van een laag droogveen op het bodemvervormingsproces is voor het bosch zeer funest. Er vindt eene uitlooting van basen uit den onder de zure humuslaag liggenden grond plaats en er vormen zich onverzadigde, kolloidale humusoplossingen, die verder het ijzer en aluminium in oplossing brengen en mede uitlogen. Deze kolloidale oplossingen zetten zich in den drogeren wortelhorizont af en het slot is de bekende bleekzand- en humuszandsteenformatie, welke ten slotte den ondergang voor het bosch wordt.

In het bovenstaande ligt reeds opgesloten, dat de zuurgraad van den grond door de onvolledige omzetting van de organische stoffen stijgen zal; de grond wordt zuurder (pH kleiner). Nu geschiedt de omzetting van de organische stoffen met medewerking van de mikroskopische flora en fauna van den grond — het z.g.n. edaphon <sup>3)</sup> — en het ligt voor de hand te verwachten, dat bij verandering van den zuurgraad ook eene verandering van het biochemische omzettingsproces zal optreden. De zuurgraad van boschgronden zal dus hoogstwaarschijnlijk een belangrijke factor in de ontwikkeling van het bosch zijn en een studie naar de factoren, welke op dezen zuurgraad van invloed zijn, is dus zeer gewenscht.

Reeds is door Olsen <sup>4)</sup> vastgesteld, dat de zuurgraad van den grond een gewichtige rol bij de verbreiding van de planten in de natuur speelt. Voor ons onderwerp is vooral van belang de studie van Olsen over het verband tusschen de plantenvegetatie op boschgronden en den zuurgraad van deze gronden. Volgens Olsen komt dezelfde plantenvegetatie voor op bodemformatie's, welke denzelfden zuurgraad, dezelfde belichtingsintensiteit en hetzelfde watergehalte bezitten. Olsen kon dan ook bepaalde planten als karakteristiek voor bepaalde zuurgraden van den boschgrond aanwijzen.

Op boschgronden met den hoogsten zuurgraad, dat zijn de kleinste pH's (pH = 3,5 — 4,4) werden het meest de volgende planten gevonden: *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia (aira) flexuosa*, *Luzula pilosa*, *Carex pilulifera*, *Convallaria majalis*, *Majantenum bifolium* en *Trientalis europaea*. Het zijn vrijwel de planten, die Müller <sup>5)</sup> als karakteristiek voor zure humusgronden (Rohhumus) opgeeft.

Op boschgronden met een matigen zuurgraad (pH = 4,5 — 6,0) treft men meestal de volgende plantensoorten aan: *Melica uniflora*, *Melium effusum* en *Asperula odorata*.

Op boschgronden met zwak zure tot alkalische reactie (pH van 6,0 tot 8) kwamen voor: *Hordeum europaeum*, *Mercurialis perennis*, *Allium ursinum*, *Aegopodium podagra-*

rio, *Brachypodium sylvaticum*, *Ficaria verna*, *Geum urbanum*, *Hepatica triloba* en *Sanicula europaea*.

Men moet natuurlijk niet op het plaatselijk voorkomen van een enkele plant afgaan, maar de plantenvegetatie op den boschgrond in haar geheel beschouwen. Zoo vonden bijv. Nemic en Kvapil op een zwak alcalischen boschgrond (pH ongeveer 7.3) veel *Anemone hepatica* en *Anemone nemorosa*. De laatste, de boschanemoon, komt evenwel ook op zure gronden voor; de eerste, de *hepatica*, is een plant, die voor alcalische boschgronden zeer typisch is.

Het werk van Olsen heeft alleen betrekking op de natuurlijke verspreiding van de verschillende plantenfamilie's, zonder rekening te houden met de verschillende soorten van boschbestand. De onderzochte grondmonsters waren bijna uitsluitend uit beukenbosschen afkomstig. In den herfst van 1922 zijn nu Nemic en Kvapil eene studie begonnen over de vraag, welken zuurgraad de bovengronden (de humuslaag) en de ondergronden in verschillende boschbestanden bezitten. In het onderzoek zijn zoowel de bestanden, waar alleen naaldhout en alleen loofhout voorkomen, als de gemengde bestanden opgenomen. Verder werd de invloed van de belichting nagegaan. Ten slotte werden de monsters gedeeltelijk genomen in den laten herfst, gedeeltelijk in het voorjaar en wel einde April 1923, zoodat ook de invloed van het jaargetijde kon worden nagegaan. Ik moet evenwel opmerken, dat de herfst- en lentemonsters wel uit hetzelfde gebied afkomstig zijn, maar niet van dezelfde plekken, zelfs niet van hetzelfde bestand, zij het dan ook in vele gevallen van bestanden, die niet ver van elkander verwijderd liggen. Dit maakt natuurlijk het onderzoek naar den invloed van het jaargetijde minder betrouwbaar. De schrijvers geven trouwens toe, dat hun arbeid voorloopig nog van oriënteerenden aard is.

De schrijvers leggen grooten nadruk op de wijze, waarop de grondmonsters in boschgronden genomen worden, waarbij op de verschillen, zoowel in horizontale als in verticale richting, te letten is. Plekken, die reeds op het oog van het geheel afwijken, bijv. door toetreding van meer licht of meer water, moeten worden uitgeschakeld. Het monster moet niet te dicht bij den stam genomen worden. In verticale richting werden vier lagen onderscheiden. In de eerste plaats de strooisellaag, dat is de laag van versch gevallen en nog half vergane naalden en bladen; deze wordt vooraf zorgvuldig verwijderd. Dan komt de humuslaag en daaronder de „Vegetalschichte”, dat is de laag, waarin de producten van de humusontleding zijn ingedrongen en welke dus reeds meer of minder podsoleerd<sup>6)</sup> is. Deze beide lagen werden afzonderlijk bemonsterd, maar toch verder als „bovengrond” bestempeld. De ondergrond wordt dan op een diepte van ongeveer 20 tot 45 c.M. genomen.

De monsters werden aan de lucht gedroogd en door een

zeef van 2 m.M. gezeefd, waarop steentjes en onvergame worteltjes, stengels, enz. achterblijven.

Voor de bepaling van den zuurgraad van den grond worden 30 gram van deze gezeefde, luchtdroge stof met 100 cc. koolzuurvrij water gedurende een uur in een roerapparaat geschud en daarna door een vouwfilter van Schleicher en Schüll, No. 560, gefiltreerd. Het filtraat moet volkomen helder zijn. Wanneer het filtraat niet direct volkomen helder doorloopt, wordt dit troebele filtraat verwijderd en alleen het volgende, heldere filtraat voor de pH-bepaling gebruikt. Deze vindt plaats volgens de indicatorenmethode van Michaëlis <sup>7)</sup>.

Ik moet hier opmerken, dat op deze wijze van pH-bepaling nog wel eenige aanmerkingen te maken zijn. Volgens onderzoekingen van Barnette, Hissink en Van der Spek <sup>8)</sup> is de pH-bepaling bij voorkeur uit te voeren langs elektrometrischen weg in de waterige suspensie van den grond. Wil men langs coloremeterischen weg de pH bepalen, dan verdient het aanbeveling de bodemcentrifugaten te gebruiken <sup>9)</sup>. Het is natuurlijk noodzakelijk, dat vaste afspraken betreffende de methode voor de pH-bepaling gemaakt worden. Dit punt werd uitvoerig op de vierde Internationale Bodemkundige Conferentie (Rome, Mei 1924) besproken en hoewel geen bepaald besluit genomen werd, was men toch wel vrij algemeen van gevoelen, dat onder den zuurgraad van den grond verstaan moest worden de waterstofionen-concentratie, zooals die langs elektrometrischen weg in de waterige grond-suspensie gevonden werd, waarbij deze grondsuspensie zoo geconcentreerd mogelijk te nemen is.

Naast de door de schrijvers in de waterige filtraten bepaalde zuurgraad, die zij op voorbeeld van Kappen <sup>10)</sup> den actieven zuurgraad noemen, werd verder de uitwisselings-zuurgraad (Austauschazidität) bepaald. Daartoe werden 30 gram van de luchtdroge stof met 100 c.M. van eene normaal KCl-oplossing gedurende een uur geschud, waarna in het heldere filtraat de pH colorimetrisch werd bepaald. Aan het slot zal ik enkele opmerkingen over deze grootheid maken.

Ten slotte werd in sommige grondmonsters de katalytische kracht van den grond bepaald, dat is de intensiteit, waarmede de grond waterstofsperoxyd ( $H_2O_2$ ) in water en zuurstof splitst. Daartoe wordt 1 gram grond gedurende 10 minuten met 20 ccm. 3 %  $H_2O_2$ -oplossing en 40 ccm. water behandeld, waarna het aantal ccm. zuurstof, dat vrij komt, gemeten wordt <sup>11)</sup>. Ook op deze grootheid kom ik aan het slot terug.

Ik zal nu in de eerste plaats een overzicht geven van de hoofdresultaten, welke de schrijvers uit hunne onderzoekingen meenen te kunnen trekken. Voor dit overzicht lijkt het mij het beste afzonderlijk den invloed van de volgende drie factoren na te gaan: het bestand, de belichting en het jaargetijde — en dat zoowel op den bovengrond (de humus-, resp.

de „Vegetal”-laag) als op den ondergrond. Ter verduidelijking neem ik in een tabel de pH-cijfers van het onderzoek van het boschdistrict Tremosnice op. De pH-cijfers na behandeling met KCl zijn als pHD aangegeven.

b = bovengrond. v = ondergrond.	Herfstmonsters		Voorjaarsmonsters.		
	pH.	pHD.	pH.	pHD.	
Gesloten naaldhout {	b	4,6—4,9	3,5—3,9	5,6—6,1	4,0—4,5
	o	5,5—5,7	3,7—4,2	6,2—6,6	4,0—4,1
Open naaldhout {	b	5,2—5,6	4,0—4,8	6,3—6,4	5,0
	o	5,6—5,8	4,0—4,3	6,3—6,5	4,3—4,6
Gesloten loofhout {	b	5,8—5,9	4,4—4,5	5,8—6,2	
	o	5,7—6,0	3,9—4,0	6,2	
Open loofhout {	b	5,9—6,0	5,0—5,3	6,5—7,3	6,1—6,6
	o	6,1	4,2—4,3	6,3—7,0	4,6—4,8
Gemengd bestand {	b	5,0—5,6	4,5—4,6	5,6—6,2	4,4—5,0
	o	5,1—6,2	4,0—4,3	6,2—6,3	4,1—4,3

a.) Invloed van het bestand. De bovengrond is in naaldhoutbestanden zuurder dan in loofhoutbestanden; de gemengde bestanden staan tusschen deze beide in.

b. Invloed van de belichting. De bovengronden in open bestanden, waar het licht goed kan indringen, zijn minder zuur dan die van de gesloten bestanden, zoowel bij naaldhout als loofhout.

c.) Invloed van het jaargetijde. Er is een invloed van het jaargetijde. De bovengronden reageeren in den laten herfst zuurder dan einde April.

Uit den aard der zaak kunnen deze drie invloeden gemeenschappelijk optreden en elkanders werking versterken, resp. verzwakken. De zuurste reactie's werden gevonden in de herfstmonsters in gesloten naaldhoutbestanden; de minst zure reactie's (tot zelfs zwak alcalisch toe) in de lentemonsters in open loofhoutbestanden.

Het ligt voor de hand, dat de wijzigingen in den zuurgraad van den grond — zoowel door bijplanten van loofhout tusschen naaldhout, als door betere belichting en ook onder invloed van het jaargetijde — wijzigingen in de mikroflora en -fauna van den grond, het z.g.n. bodemedaphon, met zich medebrengen. Het is ook te verwachten, dat het mineralisatieproces van de organische stoffen bij eene daling van den

zuurgraad (minder zuur worden van den grond, stijging van de pH) beter zal verlopen en omgekeerd. De schrijvers vestigen op een en ander wel de aandacht, doch brengen er geen bewijzen voor. Zij noemen hunne arbeid wel eene biochemische studie, maar biochemische onderzoekingen worden niet vermeld. Ook hebben zij niet met cijfermateriaal het intensievere verloop van het mineralisatieproces in de minder zure perceelen aangetoond. Zij hebben alleen de waterstofionenconcentratie bepaald, meer niet. Zij identificeeren de daling van deze waterstofionenconcentratie met eene betere ontleding van de organische stoffen en nemen aan, dat deze laatste weer een gevolg is van de gunstiger levensvoorwaarden, die aan het bodemedaphon geboden worden. Deze opmerkingen moest ik wel vooraf maken. Ik laat thans de beschouwingen van de schrijvers volgen.

Aangaande de oorzaak van den invloed der betere belichting op den zuurgraad, wordt alleen gezegd, dat het licht een factor is, „der ausdauernd die Zusammensetzung und Wirkung des Bodenedaphons reguliert“, zoodat bij betere belichting de biologische mineralisatieprocessen ook beter verlopen. De schrijvers toonen dit evenwel niet aan. Ramann (Bodenkunde, 207—208) zoekt de oorzaak van de betere humusontleding tengevolge van eene betere belichting in de stijging van de bodemtemperatuur, waardoor het bodemedaphon betere levensvoorwaarden krijgt en krachtiger op de organische stoffen kan inwerken. Men kan ook de vraag stellen, of de betere toetreding van de zuurstof van de lucht bij de betere belichting niet mede van invloed op de omzetting van de organische stoffen is. Bovendien wordt bij ruimer stand minder organische stof per oppervlak geproduceerd, zoodat de nog in den grond aanwezige basen minder humuszuren hebben te binden, waardoor ook de zuurgraad dalen kan.

Ook de invloed van het jaargetijde op den zuurgraad van den grond (verschil tusschen herfst- en lentemonsters) brengen Nemeč en Kvapil met het bodemedaphon in verband.

Reeds in het begin van November, nog vóór de herfstmonsters genomen zijn, gaan de microorganismen den winterslaap in, om — onder normale weersomstandigheden — reeds vroeg in de lente, lang vóór het nemen van de lentemonsters, te ontwaken en hunne werkzaamheden te beginnen. „Die gefundenen Säuregradunterschiede der zu den angegebenen verschiedenen Jahreszeiten entnommenen Bodenproben kann man nur durch den intensiven Verlauf der Zersetzungsvorgänge in den Streu — und Humusschichten infolge vorzeitiger Entwicklung des Bodenedaphons und seiner regen Tätigkeit erklären“. Feitelijk heeft men ook hier weer met een invloed van de temperatuur te doen <sup>12)</sup>

De vraag naar de oorzaak van het sub a geconstateerde feit, van den invloed dus van het bestand op den zuurgraad

van den grond, roeren de schrijvers niet aan. Toch is over deze zaak wel iets te zeggen. Het feit op zichzelf was reeds bekend, zij het dan ook niet in pH-waarden uitgedrukt. Men wist reeds lang, dat de plantensoort op de vorming van z.g.n. zuren humus (droogveen, Rohhumus) van invloed is <sup>13</sup>). De beuk vormt eerder droogveen dan de eik; heide (calluna en erica) geeft een zeer dichte, zure humuslaag <sup>14</sup>). Zoek ik naar de oorzaak van dit verschijnsel, dan zou ik de aandacht willen vestigen op het verschil in gehalte aan minerale bestanddeelen in eikenloofstrooisel en strooisel van sparrenaalden <sup>15</sup>). Op 100 deelen droge stof bevatten de eerste 7,5 % asch, de laatste 4,8 % asch; omgerekend in equivalenten bevatten de eerste op 1000 deelen droge stof 119 basen (kali, kalk en magnesia) tegen de laatste slechts 54. De kalk vormt het leeuwenaandeel. In procenten op organische stof bevat het eikenloofstrooisel 2,5 % totaal-kalk (CaO) tegen 1,4 % CaO in het strooisel van de sparrenaalden. Er moet verband bestaan tusschen de beide feiten, d.w.z. de mindere zuurheid van den humus, gevormd in loofhoutbosschen ten opzichte van naaldhoutbosschen eenerzijds en de grootere rijkdom aan basen van het eikenloofstrooisel, boven het strooisel van de sparrenaalden anderzijds.

Ook het verschil in neiging tusschen eik en spar om droogveen te vormen staat waarschijnlijk in verband met het bovengenoemde verschil in de kalkgehalten op organische stof, tusschen beide strooisels (2,5 % tegen 1,4 %). In een onlangs verschenen artikel <sup>16</sup>) heb ik aan de hand van feiten aange-toond, dat een hooger kalkgehalte de omzetting van de organische stof bevordert.

Een paar punten van het onderzoek mogen nog afzonderlijk vermeld worden.

Veranderingen in den zuurgraad van boschgronden nà kaalslag. Het onderzoek had betrekking op een vergelijking tusschen gesloten bestanden van fijn spar en grove den en de corresponderende kaalslagen. Kort nà den kaalslag waren de pH's als volgt:

	spar	—	kaalslag	den	—	kaalslag
bovengrond	4,6	—	4,9	4,6	—	5,5
ondergrond	4,1	—	4,5	5,3	—	5,3

Bovendien kwam in plaats van de spaarzame mosvegetatie van de boschgronden een matige grasvegetatie, met hier en daar *Rubus idaeus* op de kaalslagperceelen. Ook werd de meer gesloten structuur van den boschgrond nà den kaalslag lossen en kruimeliger.

De veranderingen in zuurgraad meenen de schrijvers aan den invloed van de belichting nà den kaalslag te moeten toeschrijven; de omzetting van de organische stoffen is in het voormalige denbestand beter dan in het voormalige sparbestand, welke conclusie evenwel alleen op grond van

de verschillen in de pH's van de kaalslagperceelen (4,9 tegen 5,5) getrokken wordt.

Een dergelijk verschijnsel nam ook Olsen bij kaalslag in een zilversparrebestand waar. De pH. van de humuslaag veranderde van 3,5 tot 5,0; bovendien vond in de humuslaag van het kaalslagperceel een flinke nitraatvorming plaats. In het derde en vierde jaar steeg de zuurgraad van het kaalslagperceel evenwel weer tot 4,3 à 4,7, om aan het einde van het vierde jaar zelfs de waarde 3,8 te bereiken, dat is vrijwel weer dezelfde zuurgraad als die van het corresponderende zilversparrebestand. Met deze wijzigingen in den zuurgraad ging ook eene verandering in plantengroei gepaard. Eene verklaring van het verschijnsel van de stijging van den zuurgraad in het kaalslagperceel van  $\text{pH} = 5,0$  op  $\text{pH} = 3,8$  geeft Olsen niet.

De uitwisselingszuurgraad. Door Nemeč en Kvapil is naast den actieven zuurgraad ook de uitwisselingszuurgraad bepaald. 30 g. grond worden met 100 c.c. van eene normaal KCl-oplossing (74,5 g. KCl tot één liter) geschud en in het heldere filtraat de pH bepaald. Aangezien Daikuhara de eerste was, die er op wees, dat door behandeling met neutrale zouten zure filtraten kunnen optreden — beter gezegd filtraten met zuurdere pH's dan de pH's van de waterige grondsuspensies en grondextracten — zou ik willen voorstellen deze uitwisselings-pH naar Daikuhara te noemen pH<sub>D</sub>.

Over de verklaring van het feit, dat deze pH<sub>D</sub> zuurder, dus kleiner is dan de gewone pH, loopen de meeningen uiteen. Nemeč en Kvapil sluiten zich bij de zienswijze van Kappen aan, dat hier uitwisseling van aluminium (en ijzer) uit den grond tegen kalium uit de oplossing plaats vindt. Ik kan mij met deze opvatting niet vereenigen en meen, dat de K-ionen uit de KCl-oplossing zoowel tegen de Ca-, Mg-, en Na-ionen als tegen de H-ionen uit den grond<sup>17)</sup> uitwisselen. Er komen dus meer waterstofionen dan bij behandeling van den grond met enkel water in oplossing; het gevolg is een zuurdere reactie. Ik meen, dat het verschil tusschen de pH en de pH<sub>D</sub> het eerst met cijfers is aangetoond in eene verhandeling van Dr. Jac. van der Spek<sup>18)</sup>.

Nemeč en Kvapil zien nu in deze uitwisselingszuurgraad iets bijzonders; „die Austauschazidität stellt eine schlummernde, auf Betätigung lauernde Bodeneigenschaft vor „(Seite 328)”. Ik vind deze opvatting weinig zeggend en houd mij aan de hierboven gegeven verklaring.

De schrijvers vestigen ook de aandacht op een derden zuurgraad, de hydrolytische zuurgraad, die gevonden wordt bij behandeling van den grond met zouten van zwakke zuren. De omzettingen, die hierbij optreden, zijn in de bovenvermelde artikelen<sup>17)</sup> reeds beschreven. Aanvankelijk vindt bij behandeling van den grond met eene oplossing van



kaliumacetaat hetzelfde plaats als bij behandeling van den grond met eene oplossing van kaliumchloride; er wisselen K-ionen uit de oplossing uit tegen Ca-, Mg-, Na- en H-ionen uit den grond. In de oplossing verschijnen dus naast de acetaat-ionen de H-ionen en aangezien azijnzuur een zwak zuur is, vereenigen de acetaat-ionen zich grootendeels met de H-ionen tot ongesplitste azijnzuurmoleculen. Maar daardoor kunnen wederom opnieuw H-ionen uit den grond in de oplossing komen, die evenwel opnieuw met de acetaat-ionen ongesplitste azijnzuurmoleculen vormen. Dit gaat door tot het evenwicht bereikt is. In dezen eindtoestand is dan de pH minder zuur (groter dus) dan de gewone pH. Zou vond Van der Spek bijv. (blz. 183) de volgende pH's:

grondmonster	met water	met KCl,	met K-acetaat.
B 891	4,49	3,74	5,43
B 800	5,03	4,36	5,86
B 885	7,14	6,34	7,04

Van belang is het ook de filtraten van de behandeling van den grond met KCl en K-acetaat te titreeren tegen natronloog. De KCl-filtraten geven natuurlijk lagere titercijfers dan de K-acetaat-filtraten.

Wanneer men de cijfers van Nemeč en Kvapil bekijkt, dan ziet men, dat het verschil tusschen de pH en de pH<sub>D</sub> bij de ondergronden in het algemeen groter is dan bij de bovengronden. In het gesloten naaldhoutbestand treedt eene daling op van pH naar pH<sub>D</sub> van 4,6—4,9 naar 3,5—3,9 bij de bovengronden en van 5,5—5,7 naar 3,7—4,2 bij de ondergronden (herfstmonsters). Ditzelfde verschijnsel treft men vrijwel telkens terug. De verklaring is naar mijne meening niet moeilijk te geven en moet in het verschil in humusgehalte tusschen boven- en ondergronden gezocht worden. De schrijvers wegens altijd 10 gram grond af, dat is bij een grond A met 25 % humus (en 75 % zand) 2,5 gram humus en bij een grond met 5 % humus (en 95 % zand) 0,5 gram humus. Stel, dat beide gronden dezelfde soort humus bevatten (even zuur, even sterk verweerd, enz.), dan zal de pH<sub>D</sub> van A minder zuur (dus hooger) zijn, dan de pH<sub>D</sub> van B. Dit komt omdat de concentratie aan K-ionen in de KCl-oplossing van invloed is. In de Verslagen van de Proefstations (No. 27, blz. 158) hebben wij er reeds de aandacht op gevestigd, dat het verschil tusschen de pH en de pH<sub>D</sub> o.a. van de zoutconcentratie van de gebruikte KCl-oplossing afhangt. Christensen<sup>10</sup>) heeft met cijfers aangetoond, dat dit inderdaad het geval is.

Hieruit moet men vooral niet concludeeren, dat humusgronden met gelijke pH's, wanneer zij volgens Daikuhara-Kappen (met KCl-oplossing) behandeld worden ook steeds dezelfde pH<sub>D</sub> zullen geven, mits men slechts zooveel grond afweegt, dat steeds bij alle gronden dezelfde hoeveelheid humus in bewerking is. Niet alleen de pH en de hoeveelheid

van den humus, maar ook de soort van den humus speelt mogelijk een rol. Het ware wel nuttig, indien eens nagegaan werd of op deze wijze ook verschillen in de soort van den humus zijn vast te stellen. Men zou daartoe bijv. met elkander kunnen vergelijken gronden, die bij de titratie met loog een nogal verschillend verloop hebben.

Wat is nu de beteekenis van den uitwisselingszuurgraad, van de pH<sub>D</sub> dus? Wanneer Nemec en Kvapil bijv. in een ondergrond een pH van 6,4 vinden, terwijl bij KCl-behandeling een pH<sub>D</sub> = 4,8 (Tabelle II, blz. 338) optreedt, dan constateeren zij „eine beträchtliche Neigung zur Entstehung einer sauren Reaktion" in dezen ondergrond. Men kan zich met deze opmerking vereenigen, maar mist er toch in, dat de schrijvers niet wat dieper op de zaak ingaan.

Ik heb de volgende opvattingen van de beteekenis van dezen uitwisselingszuurgraad. Op den voorgrond sta, dat het voorloopig nog conventionele cijfers zijn, dat men derhalve alleen onderlin<sup>o</sup> vergelijkbare getallen krijgt, mits men dezelfde voorschriften volgt. Men moet dus, om bij het door Nemec en Kvapil gevolgde voorschrift te blijven, steeds 30 gram grond, geheel onafhankelijk van de gehalten aan humus (en klei), steeds met 100 c.c. van een normaal KCl-oplossing gedurende één uur schudden. Naarmate men nu een grootere opschuiving krijgt van de gewone pH naar de pH<sub>D</sub>, wil dit zeggen, dat er spoediger verandering in den zuurgraad intreedt, de grond in kwestie buffert minder. De verschillen in pH en pH<sub>D</sub> zouden dus een kijk op het bufferend vermogen van den grond geven. Nu ligt voor de hand, dat het bufferend vermogen onder meer verband houdt met het humusgehalte van den grond. Van de twee bovengenoemde humuszandgronden, A en B, die alleen in humusgehalten verschillen, heeft de grond A met 25 % humus meer zuur, resp. meer base noodig om zijn pH naar de zure resp. naar de basische richting te veranderen dan de grond B. De zuurgraad van grond A verandert niet zoo vlug als die van grond B; grond A buffert beter. Het ligt voor de hand, dat de ondergronden met weinig humus in het algemeen spoediger van pH veranderen, minder goed bufferen, dan de humusrijke bovengronden. Dit verschil in bufferend vermogen komt dan ook tot uiting in het verschil in gedrag van boven- en onderbronden ten opzichte van de KCl-behandeling. De grootere verschillen bij de ondergronden tusschen de pH en de pH<sub>D</sub> zouden — als deze opvatting juist is — op een minder groot bufferend vermogen van de ondergronden wijzen. Intusschen zijn dit meer vingerwijzigingen voor verder onderzoek, dan dat het reeds een op goed geconstateerde feiten rustende theorie is.

Ten slotte nog een woord over de katalytische kracht van den bodem, die haar uitdrukking zou vinden in het vermogen van den grond om uit waterstofsuperoxyd de zuurstof af te

splitsen. Uit den aard der zaak staat deze grootheid in verband met het humusgehalte van den grond. De schrijvers hebben het gehalte aan humus echter niet bepaald en uit hunne onderzoekingen kan dan ook geen andere gevolgtrekking gemaakt worden, dan deze, dat de katalytische kracht van den ondergrond over het algemeen aanzienlijk lager is dan die van den bovengrond, wat wel in verband met verschillen in humusgehalte zal staan. De schrijvers meenen, dat er ook verband tusschen den zuurgraad en de katalytische kracht bestaat. Omdat zij geen humusgehalten bepaald hebben, lijkt het mij gevaarlijk, deze conclusie te trekken.

De verhandeling van onze collega's uit de jonge republiek is hiermede besproken. Het is ongetwijfeld jammer, dat hun onderzoek zich enkel tot de pH's en de katalytische kracht van den grond bepaald heeft. Toch blijkt uit de beschouwingen, die zij aan hunne cijfers meenen te moeten vastknoopen, van hoe groot belang een onderzoek van de boschgronden in deze richting is. Het is dan ook vooral om deze reden, dat ik het bovenstaande artikel geschreven heb. Gaat men ook in ons land tot een onderzoek van de boschgronden over in eene richting, als door Nemeč en Kvapil is aangewezen, dan dient het onderzoek zich niet tot de bepaling van de pH-cijfers en de katalytische kracht van den grond te beperken. In elk geval dienen dan mede de gehalten aan humus, de tiratie-cijfers van de KCl-extracten en de gehalten aan uitwisselbare kalk en stikstof bepaald te worden. Dit onderzoek kost niet zóó veel tijd, of het kan over een vrij groot aantal monsters loopen. Van enkele grondmonsters, die het onderzoek als goede representanten van zekere typen aanwijst, kan dan een uitgebreider onderzoek plaats vinden, waarbij ik o.m. denk aan de pH-curve en het bufferend vermogen. Dit wat betreft de scheikundige kant van het onderzoek. Daarnaast dienen natuurlijk ook de veranderingen in het bodemedaphon bestudeerd te worden. Het spreekt wel van zelf, dat de monsterneming met grootte zorgvuldigheid en met medewerking van bekwame boschbouwkundigen dient te geschieden.

GRONINGEN, Augustus 1924.

- 1) Bodenkunde van Prof. Raman (1911), blz. 195.
- 2) Bodenkundliche Grundgedanken und deren Verwertung in der Bodenkultur von A. J. van SchermbEEK. Ook Hissink, De Bodem, in van Gorkom's Oost-Indische Cultures, 2e druk, Deel I, blz. 56.
- 3) R. Francé, Das Edaphon, eine neue Lebensgemeinschaft (1921).
- 4) C. Olsen, Studies on the hydrogenion-concentration of the soil and its significance to the vegetation especially to the naturel distribution of plants; Comptes rendus Labor. Carlsberg 15, No. 1 (1923, Copenhagen).
- 5) Ik mag deze gelegenheid nog wel eens waarnemen, om de aandacht te vestigen op het zeer belangrijke werk van den Deen, Dr. P. E. Müller, waarvan in 1887 eene Deutsche vertaling onder den

- titel: Studien über die natürlichen Humusformen, verscheen. Op blz. 9 noemt Müller de voor den gevonden beukenhumus karakteristieke planten op; op blz. 22 volgen die voor den zuren beukenhumus.
- 6) Onder podsóleering, een Russisch woord, verstaat men de vorming van de bleekzandformatie.
  - 7) L. Michaelis und A. Gyemant, Die Bestimmung der Wasserstoffzahl durch Indikatoren, Biochem. Zeitschrift, 109, 163 (1922).
  - 8) R. M. Barnette, D. J. Hissink en Jac. van der Spek. Some remarks on the determination of the hydrogen-ion-concentration of the soil, Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas, Mai, 1924.
  - 9) R. M. Barnette, F. C. Gerretsen, D. J. Hissink en Jac. van der Spek, De colorimetrische bepaling van den zuurgraad van den grond, Chemisch Weekblad, 21 Jrg., No. 12, blz. 145—146 (1924).
  - 10) Dr. H. Kappen, Ueber die Aziditätsformen des Bodens und ihre pflanzenphysiologische Bedeutung, Die Landw. Versuchsstationen, 96, 277 (1920).
  - 11) Zie verder voor de methode ook König, (1923), blz. 89.
  - 12) De groote invloed van hooge temperaturen op de ontleding van de organische stoffen is bekend. In Indië beperkt de humusvorming zich wel voornamelijk tot boschgrond; de gehalten aan humus zijn in dit heete, vochtige klimaat, zelfs in boschgronden, van vrij laag tot zeer laag (De Bodem, 2e druk, blz. 58—59).
  - 13) De Bodem, van Gorkom's Oost-Indische Cultures, Tweede druk (1917), blz. 62.
  - 14) Ramann, Bodenkunde, blz. 196.
  - 15) Ramann, Bodenkunde, blz. 150.
  - 16) De invloed van de kalk op de omzetting van den humus in laagveengronden. Groninger Landbouwblad van 23 Februari en 1 Maart 1924.
  - 17) Zie Intern. Mitt. für Bodenkunde XII Bd., 1922, blz. 162—164. Verder Verslagen Proefstations, No. 24, 1922, blz. 157—158.
  - 18) Verslagen Proefstations, No. 24, 1922, blz. 162—202.
  - 19) Intern. Mitt. für Bodenkunde, Band 24 (1924), blz. 14.
-

63.415.1 1634.9

161

## De zuurgraad van boschgronden

BIBLIOTHEEK

Een bespreking door

INSTITUUT VOOR

D. J. HISSINK.

BODEMVRUCHTBAARHEID

GRONINGEN

In het Juni-nummer van het Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen (LVI jaargang, Heft 6, blz. 323—352) is een artikel verschenen van de hand van Antonin Nemeč en Karel Kvapil, getiteld: „Biochemische Studien über die Azidität der Waldböden” (aus dem biochemischen Institute der staatlichen forstwirtschaftlichen Versuchsanstalten in Prag). Hoewel deze studie nog ruimte voor vele vragen openlaat en de schrijvers haar trouwens als nog van oriënteerenden aard beschouwen, lijkt zij mij toch belangrijk genoeg, om er eene meer uitvoerige bespreking aan te wijden. Ik laat eenige beschofwingen van algemeenen aard voorafgaan, terwijl ik bovendien nog enkele opmerkingen zal maken en tevens eenige vingerwijzingen voor verder onderzoek zal aangeven.

Jaarlijks valt een groote hoeveelheid bladen en stengels in het bosch op den grond. Een geregelde en volledige omzetting van deze organische massa is een levensvereischte voor het bosch en wel om twee redenen.

Het dissimilatieproces van de organische stoffen is tevens een mineralisatieproces, waarbij de in de plantenresten opgehoopte minerale bestanddeelen ( $P_2O_5$ , S, CaO, MgO,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ , Fe en Mn) in den mineralen toestand terugkeeren en daarna weer opnieuw door de wortels kunnen worden opgenomen. Van de minerale bestanddeelen, die in den loop van een jaar door de wortels uit den grond gehaald worden, keert bij deze mineralisatie van de organische stoffen ongeveer  $\frac{4}{5}$  gedeelte in den grond terug, terwijl slechts het  $\frac{1}{5}$  gedeelte door het bestand is vastgelegd. Bovendien vindt bij deze volledige omzetting van de organische stoffen een overgang plaats van organische stikstof in nitraatstikstof, welke weer als plantenvoedsel dienen kan.

Behalve uit een voedingsoogpunt is de dissimilatie van het boschstrooisel om een tweede reden van groot belang. De eindproducten van de volledige omzetting van de organische koolwaterstofverbindingen zijn water en koolzuur, welk gas uit den grond ontwijkt of met het grondwater wordt uitgespoeld. Bij onvolledige omzetting vormen zich evenwel zuur reageerende tusschenproducten, waarvan zich in den loop der jaren eene aanzienlijke hoeveelheid op den boschgrond ophoopen kan. Een algemeen gebruikelijke benaming voor deze organische ophooping is Rohhumus; in 1907 werd op de ver-

161