

MEDDELANDEN  
FRÅN  
STATENS  
SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTET 13—14. 1916—1917

MITTEILUNGEN AUS DER  
FORSTLICHEN VERSUCHS-  
ANSTALT SCHWEDENS  
**13-14. HEFT**

RAPPORTS OF THE SWEDISH  
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL  
FORESTRY  
**No 13-14**

RAPPORTS DE LA STATION DE RECHERCHES  
DES FORETS DE LA SUÈDE  
**No 13-14**



REDAKTÖR:  
PROFESSOR GUNNAR SCHOTTE

## I N N E H Å L L.

	Sid.
<b>Skogsförsöksanstaltens tillkomst och uppgift.</b> (Die Entstehung und Aufgabe der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens) av GUNNAR SCHOTTE.....	XI
<b>Skogsförsöksanstaltens tomt och byggnader:</b> (Der Bauplatz und die Gebäude der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens). Försöksträdgården (Der Versuchsgarten) av GUNNAR SCHOTTE	XV
Nybyggnaden (Der Neubau) av C. LINDHOLM .....	XIX
<b>Skogsförsöksanstaltens avdelningar:</b> (Die Abteilungen der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens.) Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung) av GUNNAR SCHOTTE	XXXV
Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung) av HENRIK HESSELMAN .....	XLI
Entomologiska laboratoriet (Forstentomologische Abteilung) av IVAR TRÄGÄRDH .....	XLIX
Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland) av EDVARD WIBECK ...	LIV
<b>Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1915:</b> (Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1915.)	
I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung) av GUNNAR SCHOTTE	I
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung) av HENRIK HESSELMAN .....	6
III. Entomologiska laboratoriet (Forstentomologische Abteilung) av IVAR TRÄGÄRDH .....	8
<b>NILS SYLVÉN: Den nordsvenska tallen</b> .....	9
Die nordschwedische Kiefer .....	I
<b>GUNNAR SCHOTTE: Om snöskadorna i södra och mellersta Sveriges skogar åren 1915—1916</b> .....	
Über die Schneeschaden in den Wäldern Süd- und Mittelschwedens in den Jahren 1915—1916 .....	XIII
<b>GÖSTA MELLSTRÖM: Skogsträdens frösättning år 1916</b> .....	167
Der Samenertrag der Waldbäume in Schweden im Jahre 1916 .....	XXI
<b>Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1916:</b> (Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1916.)	
I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung) av GUNNAR SCHOTTE	189
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung) av HENRIK HESSELMAN .....	193
III. Skogsentomologiska laboratoriet (Forstentomologische Abteilung) av IVAR TRÄGÄRDH ... ..	196
IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland) av EDVARD WIBECK	197

	Sid.
EDVARD WIBECK: Om eftergroning hos tallfrö .....	201
Verspätung der Keimung nordschwedischen Kiefernsamens bei Freilandssaat .....	XXIII
OLOF TAMM: Om skogsjordsanalyser .....	235
Über Waldbodenanalysen .....	XXV
L. MATTSSON: Formklasstudier i fullslutna tallbestånd .....	261
Eine Studie über die Formklassen der dichtgeschossen Kiefernbeständen ...	XXIX
HENRIK HESSELMAN: Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i växtekologiskt avseende .....	297
Studien über die Nitratbildung in natürlichen Böden und ihre Bedeutung in pflanzenökologischer Hinsicht.....	XXXIII
GUNNAR SCHOTTE: Lärken och dess betydelse för svensk skogshushållning .....	529
The Larch and its Importance in Swedish Forest Economy.....	LIX
L. MATTSSON: Form och formvariationer hos lärken. Studier över trädens stambyggnad .....	841
The Form and Form-Variations of the Larch .....	LXXXV
HENRIK HESSELMAN: Om våra skogsförnygringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens förnygring .....	923
On the Effect of our Regeneration Measures on the Formation of Saltpetre in the Ground and its Importance in the Regeneration of coniferous Forests .....	XCI
NILS SYLVÉN: Om tallens knäckesjuka .....	1077
Über den Kieferndreher .....	CXXVII
IVAR TRÄGÅRDH: Undersökningar över gran- och tallkottarnas skadeinsekter .....	1141
Investigations into the insects injurious to the spruce and pine cones .....	CXXXVII
GUNNAR SCHOTTE: Om aspens produktionsförmåga .....	1205
Communication préalable de sept places d'essai .....	CXLVI
HENRIK HESSELMAN: Studier över de norrländska tallhedarnas förnygringsvillkor II .....	1221
Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefernheiden II .....	CXLIX
SVEN ODÉN: Om kalkningens inverkan på sur humusjord... ..	1287
Über die Einwirkung des Kalkes auf saure Humusböden .....	CLXIX

## Om kalkningens inverkan på sur humusjord.

AV SVEN ODÉN.

Kalkningens betydelse för marken ligger dels däruti att kalk är ett för växterna nödvändigt näringsämne, dels i kalciumjonernas koagulerande inverkan på jordpartiklarna, varigenom den för växtlivet gynnsamma s. k. klumpstrukturen uppkommer. Dessa båda fördelar av kalkningen äro sedan gammalt så pass kända och även till fullo bekräftade av den agrikulturkemiska forskningen, att desamma här ej behöva närmare avhandlas. En tredje och kanske fullt ut lika viktig inverkan har kalken på markens mikroflora därigenom att bakterieverksamheten stimuleras.

För mossarnas vidkommande äro dessa kalkens verkningar på bakterielivet belysta framför allt genom DENSCHS<sup>1</sup> och RITTERS<sup>2</sup> undersökningar.

En del fakta synas dock ge vid handen att genom ovan berörda trenne faktorer kalkens verknings sätt ej är tillräckligt förklarad. Det erfordras nämligen för att bringa exempelvis en högmosse i gynnsam kultur en tillförsel av högst avsevärda mängder kalk per har, under det att den såsom näringsämne nödvändiga kalkmängden blott utgör en bråkdel härav. Lågmossar (kärr) äro redan på förhand kalkhaltiga och förden skull mindre beroende av kalkning. Man har sökt förklara behovet av dessa stora kalkmängder på tvenne sätt.

Den tidigaste teorien utgår från den äldre humussyreforskningen och antar, att de fria humussyrororna verka i växtfysiologiskt hänseende skadligt (SCHIMPER) och därför först måste neutraliseras av kalken innan växterna trivas.

En senare teori<sup>3</sup> anknyter sig till högmossfloras *xerophyt*-artade habitus och vill göra gällande, att trots mossens stora halt av vatten detta skulle tidvis vara så fast bundet vid de kolloida humusämnena, att vatten-

<sup>1</sup> Arbeiten d. Moorversuchsstation Bremen 5, 331 (1913).

<sup>2</sup> Fühlings landw. Zeitung 61, 593 (1912). Intern. Mitt. f. Bodenkunde 2, 301 (1912).

<sup>3</sup> H. HESSELMAN vid muntliga diskussioner med förf. vidare SÜCHTING: Fühlings landw. Zeitung 61, 465 (1912).

brist för växterna förelåge. Först genom kalkningen skulle vattnet bli lättare tillgängligt, emedan de bildade kalkhumaten icke skulle binda vattnet i så hög grad som de fria humussyrorna.

Till sist må nämnas, att här och där antydningar föreligga, vilka tyda på, att kalkhumaten lättare oxideras och sönderdelas än de fria humussyrorna och att härigenom för växterna assimilerbara näringsämnen skulle bildas.

Experimentella arbeten föreligga såvitt mig bekant endast beträffande humussyrornas existens.

De bayriska forskarna A. BAUMANN<sup>1</sup> och E. GULLYS<sup>1</sup> arbeten gå ut på att visa, att några verkliga humussyror icke existera och att det är de vid närsaltens baser bundna syrorna, som genom adsorption av baserna frigöras och utöva sin skadliga inverkan. Jag har å annat ställe<sup>2</sup> redogjort för arbeten, vilka ådagalägga, att stora mängder svårslösliga organiska syror (humussyror) finnas såväl i högmossarna som andra humusavlagringar och i samband härmed utvecklade, att teorien om neutralsaltens adsorptionssönderdelning har föga sannolikhet för sig.

Härmed är likväl knappast riktigheten av den äldre åsikten styrkt, ty förekomsten av svårslösliga humussyror innebär icke, att dessa i växtfysiologiskt hänseende verka skadligt. Det synes snarare som om desamma på grund av sin svårslöslighet skulle utan olägenhet fördras av växterna, vilket bl. a. belyses av det förhållandet, att även i starkt kalkad högmossa ännu rikligt med fria humussyror finnas, då ju ofta nästan en tredjedel av den organiska substansen består av sådana. Av RITTERS ovannämnda undersökningar framgår vidare, att bakteriernas virulens icke påverkas märkbart av fria humussyror.

Det synes av ovanstående, som om man kunde draga den slutsatsen, att det icke är humussyrorna, som verka skadligt, utan att kalkhumaten på ett eller annat sätt verka gynnsamt på vegetationen.

Förklaringen torde möjligen i anslutning till mina arbeten<sup>3</sup> över pektinämnenas roll inom växten kunna formuleras på följande sätt. Den vid vissa fysiologiska processer såväl hos högre växters som framför allt vid bakteriernas livsverksamhet uppstående vätejonkoncentrationen (syror) måste regleras, så att ej densamma alltför mycket ökas och verkar hämmande. Härtill äro kalkhumaten synnerligen lämpade, då de äro salter av svårslösliga och därför föga uttvättbara syror. Den »sura» karaktären hos okalkad humusmark torde icke så mycket bero på humussyrorna

<sup>1</sup> Mitteil. d. bayrischen Moorkulturanstalt, H. 3, 4, 5 (1909—1913).

<sup>2</sup> Intern. Mitt. f. Bodenkunde. Bd 6, 81 (1916).

<sup>3</sup> Ber. d. deutschen bot. Ges. Bd 34, 648 (1916). Intern. Zeitschr. f. physikal.-chem. Biologie 3 (1917).

själva som på adsorberade organiska syror av mindre komplicerad natur, vilka uppkommit genom organismernas verksamhet eller möjligen rent av genom kemiska oxidationsprocesser, och vilkas anhopning hämma den vidare utvecklingen av dessa organismer. Bliva däremot dessa exkret neutraliserade av kalkhumat, varigenom den oskadliga humussyran frigöres, så utveckla sig organismerna mera ohämmat.<sup>1</sup> Det synes som härvid kalkhumat, bildat genom omsättning mellan humussyra och kalk, på grund av sin svårloslighet vore förmånligare än kalciumkarbonatet själf, emedan det senare lätt uttvättas av nederbörden.<sup>2</sup>

I humusfattig mark är i motsats härtill vattencirkulationen som bekant större, så att de bildade syrorerna dels utlakas, dels neutraliseras av förhandenvarande kalk, under det att i mossjord humusämnenä tätt omsluta rötterna och eventuellt uppträdande organiska syror kring dessa adsorptivt fixeras.

\* \* \*

Vad den andra frågan beträffar, huruvida kalkad eller okalkad humus fasthåller vatthet stärkare, så synas experimentella undersökningar häröver icke föreligga. På uppmaning av professor HENRIK HESSELMAN och med understöd av Statens Skogsförsöksanstalt har jag under medverkan av fil. mag. H. RINDE företagit en del försök i avsikt att få denna fråga utredd.

Vi begagnade oss vid början av dessa försök av den ZSIGMONDY'ska<sup>3</sup> apparaturen, vilken i förbindelse med en GAEDE-pump tillåter arbete i en atmosfär av ren vattenånga. Jämvikten: vattenhaltig substans + vattenånga (av olika ångtension) inställer sig här snabbare än i luftfyllt rum, men handhavandet av många apparater medför, då fråga blir om undersökning av ett större antal preparat, så pass mycket besvär, att vi vid följande undersökningar hava funnit den gamla av J. M. VAN BEMMELEN, W. SPRING m. fl. använda metoden vara att föredraga. Den senare består helt enkelt däruti, att man i en större exsiccator låter preparaten stå över svavelsyra av olika vattenhalt, tills konstant vikt inträtt.

Före bestämningen av vattenbindningskurvan delades proven i tvenne portioner, varav den ena under några dagars tid å filtrum behandlades så länge med kalkvatten  $Ca[OH]_2$  tills intet vidare upptagande av kal-

<sup>1</sup> Huruvida rötterna avsöndra bestämda syror eller ej torde trots CZAPEKS arbeten knappast vara fullt utrett. Jag erinrar i detta sammanhang om den hämmande inverkan den bildade mjölksyran utövar på mjölksyrebakteriens verksamhet o. s. v.

<sup>2</sup> Om kalkens hastiga utlakning i humusfattig mark se: O. TAMM i G. F. F. Bd 36 1914.

<sup>3</sup> Zeitschr. f. anorg. Chem. 75, 189 (1912). JOHN S. ANDERSSON: Zeitschr. f. physik. Chem. 88, 191 (1914).

ken ägde rum. De olika proven, de kalkade och de okalkade, torkades härpå i luften så pass mycket, att de något så när kunde brytas sönder i stycken, varpå de infördes i resp. apparater.

Försöksanordningen vid experimenten i luftfri atmosfär anskaffades från firman E. LYBOLDS Nachf. i Köln, och densammas konstruktion framgår av fig. 1 och 2. Den större behållaren *A* rymmer c:a 400 kbcm och

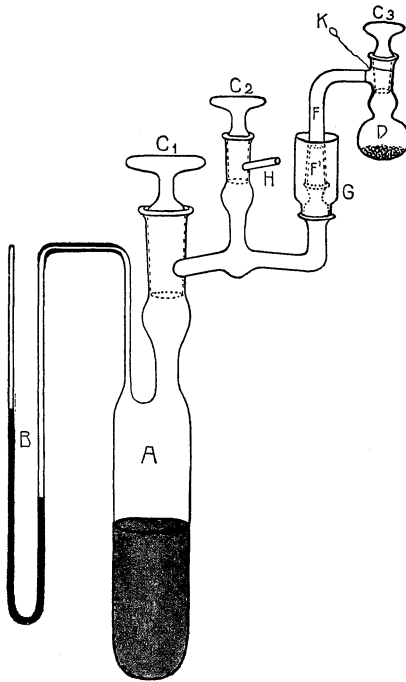


Fig. 1. Apparat för undersökning i vacuum av humusens förmåga att kvarhålla vatten vid olika ångtryck.

Apparat um das Vermögen des Humus, das Wasser bei verschiedenen Dampfdrucken zurückzuhalten, im Vacuum zu untersuchen.

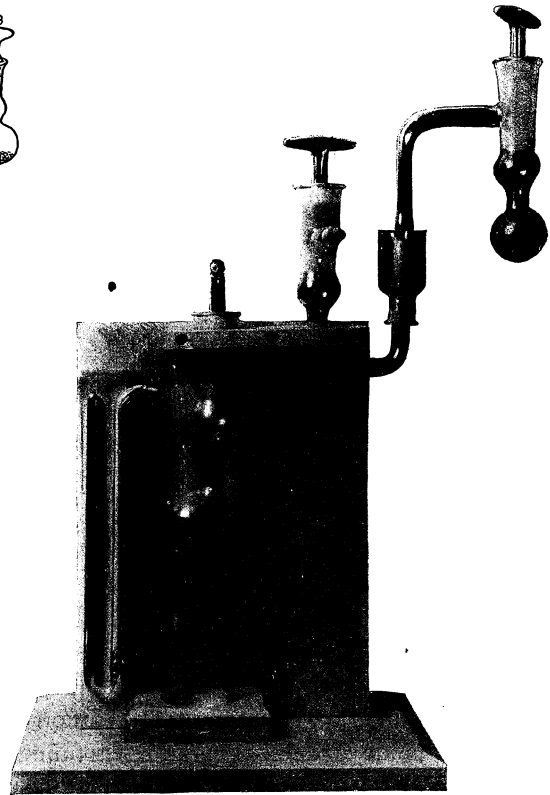


Fig. 2. Samma apparat som i fig. 1. Derselbe Apparat wie in Fig. 1.

tjänar till att upptaga den vätska, som reglerar ångatmosfärens tryck, i förevarande fall vatten-svavelsyreblandningar. Härtill ansluter sig kvicksilvermanometern *B*, vilken möjliggör avläsning av systemets ångtension, vaccumprecisionskranen *C*<sub>1</sub> och kvicksilverskarven *FF*<sup>1</sup>*G*, samt den likaledes genom en precisionskran *C*<sub>3</sub> avstängbara kolven *D*, vari försöks-substansen nedföres. Alla kranar voro noggrant smorda med RAMSAY-fett. Slutligen kan hela apparaten evakueras genom kranen *C*<sub>2</sub> genom anslutning till en GAEDE-pump.



Försöken utföras helt enkelt så, att några gram av provet införes i *D*, under det att *A* i början är fylld med rent vatten, varpå luften utpumpas, så att vattnet kommer i kokning. Manometern inställer sig nu på det tryck, som motsvarar vattenångans spänning vid den rådande temperaturen. Vi försökte i möjligaste mån hålla temperaturen vid 15° C och erhöles således trycket 12,7 mm (källarrum för arbeten vid konstant temperatur!). Efter luftens avlägsnande slutes kranen *C*<sub>2</sub>, och sedan jämvikt mellan markprovet och vattnet inställt sig, slutes *C*<sub>3</sub> och öppnas *C*<sub>2</sub>, varpå kolven *D* avlägsnas, upphänges medelst *K* på en vågbalans och väges. Då vikten: kolv (med vattenånga) jämte tråd och fett förut var känd, erhöles således lätt vikten av den fuktiga substansen.

Detta begynnelsevärde blir dock tämligen illusoriskt på grund därav, att det är omöjligt att i en atmosfär av vattenånga avlägsna de små vattendroppar, som adherera på väggarna. Detta lyckas först, sedan man ersätter vattnet i *A* med exempelvis 25 % svavelsyra, varvid ett ångtryck av 10,6 mm erhöles. En del av markprovets vatten avdunstar nu, under det att en del fortfarande kvarhålls, man väger ånyo o. s. v.

Försök utfördes med råhumus från Skogs-försöksanstaltens försöksfält vid Kulbäcksliden, Västerbotten.

Resultaten återgivas grafiskt i fig. 3; ett kalkat och ett okalkat prov jämfördes samtidigt i två lika apparater. En blick på de båda kurvorna visar, att tvärt emot våra förmodanden det kalkade provet hål-

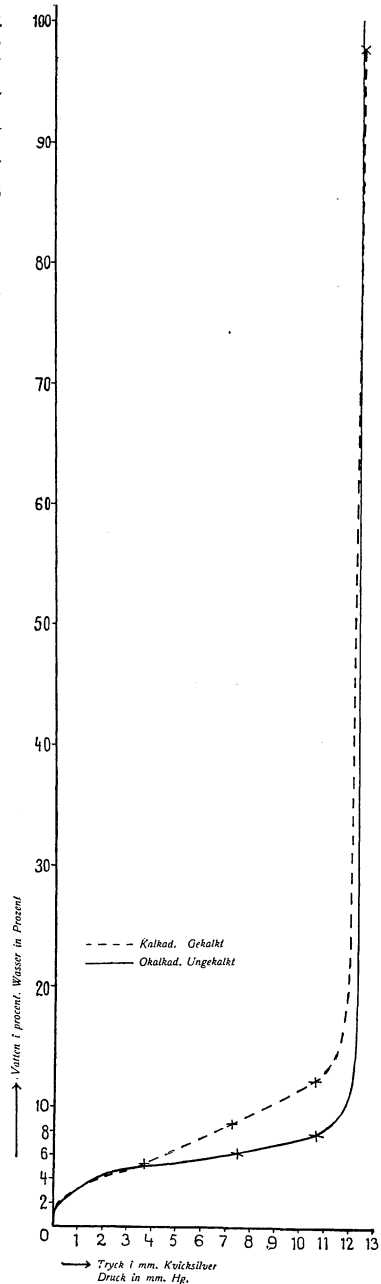


Fig. 3. Grafisk framställning, utvisande en jämförelse mellan förmågan att vid olika ångtryck kvarhålla vatten hos två prov av samma slags humus, varav det ena kalkats. Försök i vacuum.

Graphische Vergleichung des Vermögens bei verschiedenen Dampfdrucken das Wasser zurückzuhalten, bei zwei Proben von demselben Humus, von denen die eine gekalkt worden ist. Versuch in Vacuum.

ler vattnet något, ehuru obetydligt fastare bundet än det okalkade. Den största ångtension, för vilken en säker bestämning kunde utföras, uppgick till 10,5 mm och motsvarade således en relativ fuktighet av 83 % (vattnets ångtension vid 15° utgör 12,7 mm). Det framgår vidare, att största delen av vattnet redan vid denna tryckminskning avdunstat, och det är därför icke alldeles uteslutet att förhållandena vid en relativ fuktighet i atmosfären av över 83 % kunna gestalta sig annorlunda.

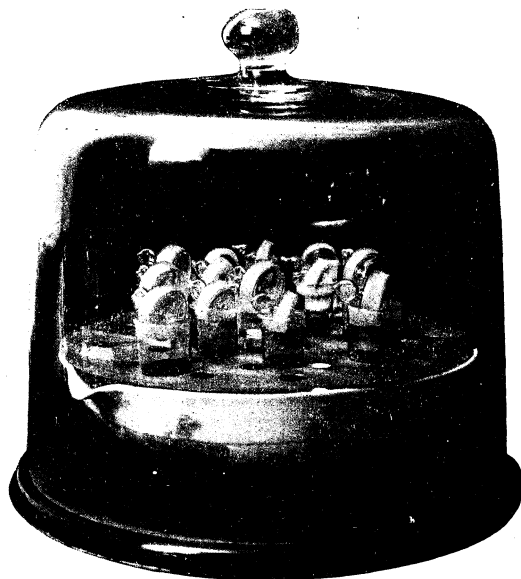


Fig. 4. Försöksanordning för att samtidigt undersöka ett flertal humusproven. Försök i luftatmosfär.

Apparat für gleichzeitige Versuche mit vielen Humusproben. Versuche in Luft.

Härtill kommer att det undersökta provet var synnerligen askrikt, 61,9 % av det vid 120 grader torkade provets vikt, och det förelåg därför den möjligheten, att en stor del av vattenbindningen förorsakades av askbeståndsdelarna. Det blev sålunda önskvärt att utvidga experimenten till flera humusproven. För att ej nödgas anskaffa alltför många vacuumapparater begagnade vi oss vid dessa försök av den gamla av J. M. VAN BEMMELEN,<sup>1</sup> W. SPRING<sup>2</sup> o. a. utprovade metoden att helt enkelt låta proven stå över vatten-svavelsyreblandningar i en exsiccator, tills konstant vikt inträdde.

<sup>1</sup> Die Absorption (Dresden 1911),

<sup>2</sup> Rec. trav. chim. Pays Bas 25, 153 (1906).

För att proven ej skulle upptaga eller avgiva vatten under själva vägningarna lades desamma i vägglas med väl inslipade proppar. Inuti själva försöksatmosfären under exsiccatorklockan lades dessa på kant (Jfr. fig. 4), medan före varje vägning propparna hastigt sattes i. Vid dessa försök kunde temperaturen ej hållas fullständigt konstant vid 18°. Detta gör sig i en försöksserie på så sätt gällande, att vikten efter en längre tid ej blir fullt konstant utan oscillerar kring ett visst värde. Om dessa variationer omräknas i procent, finner man dock, att denna felkälla blir obetydlig och för bedömande av resultaten av föga betydelse.

Ytterligare försiktighetsåtgärder, som iaktogs, var att proven omsorgsfullt befriades från trästycken, stenar o. d. samt noga omblandades för att erhålla ett lämpligt generalprov. Kalkningen av den ena hälften företogs på redan angivet sätt. Följande markprov undersöktes:

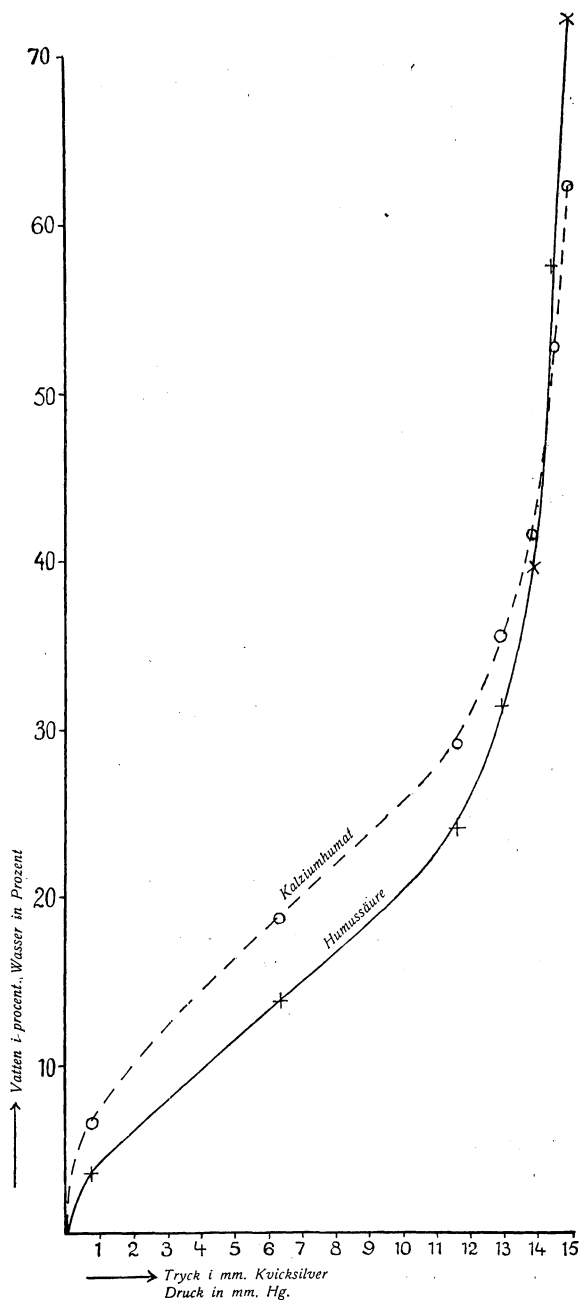


Fig. 5. Undersökning av ren humussyra och kalciumhumat.  
Untersuchung von reiner Humussäure und Kalziumhumat.

1. Ren humussyra (framställd enligt tidigare av mig angiven metod<sup>1</sup>), fig. 5.

2. Utfällt kalciumhumat, fig. 5.

3 a. Råhumus från Skogsförsöksanstaltens försöksfält vid Kulbäcksliden, Degerfors revir, Västerbotten, samma prov, som förut, jfr. fig. 3, undersökts i vacuum. Okalkat prov (askhalt 61,91 %), se fig. 6.

b. D:o, kalkat prov, se fig. 6.

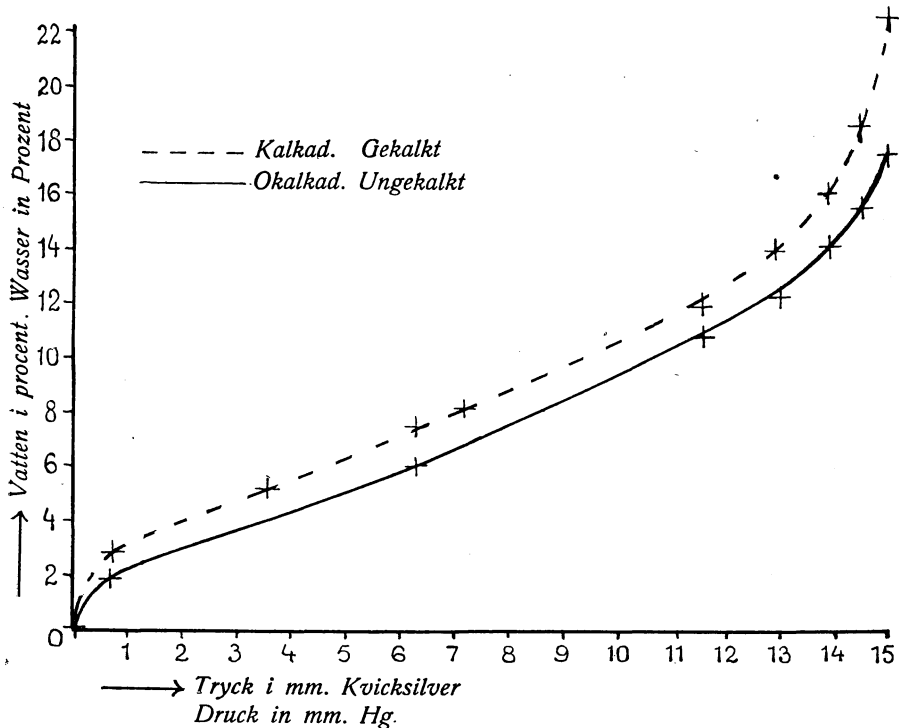


Fig. 6. Undersökning av råhumus, dels kalkad, dels okalkad.

Untersuchung von gekalktem und ungekalktem Rohhumus.

4 a. *Sphagnum*-torv från Kulbäcksliden, Degerö stormyr, Västerbotten (askhalt 12 %) se fig. 7.

b. D:o, kalkat prov, se fig. 7.

5 a. Kväverik humusjord med *Eriophorum*-rester, annars utan spår av organiserade växtrester (askhalt 15,21 %), se fig. 8.

b. D:o, kalkat prov, se fig. 8.

<sup>1</sup> Arkiv f. kemi etc. utg. av K. Sv. Vetensk. Akad. 4, N:o 26 (1912) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 45, 651—660 (1912).

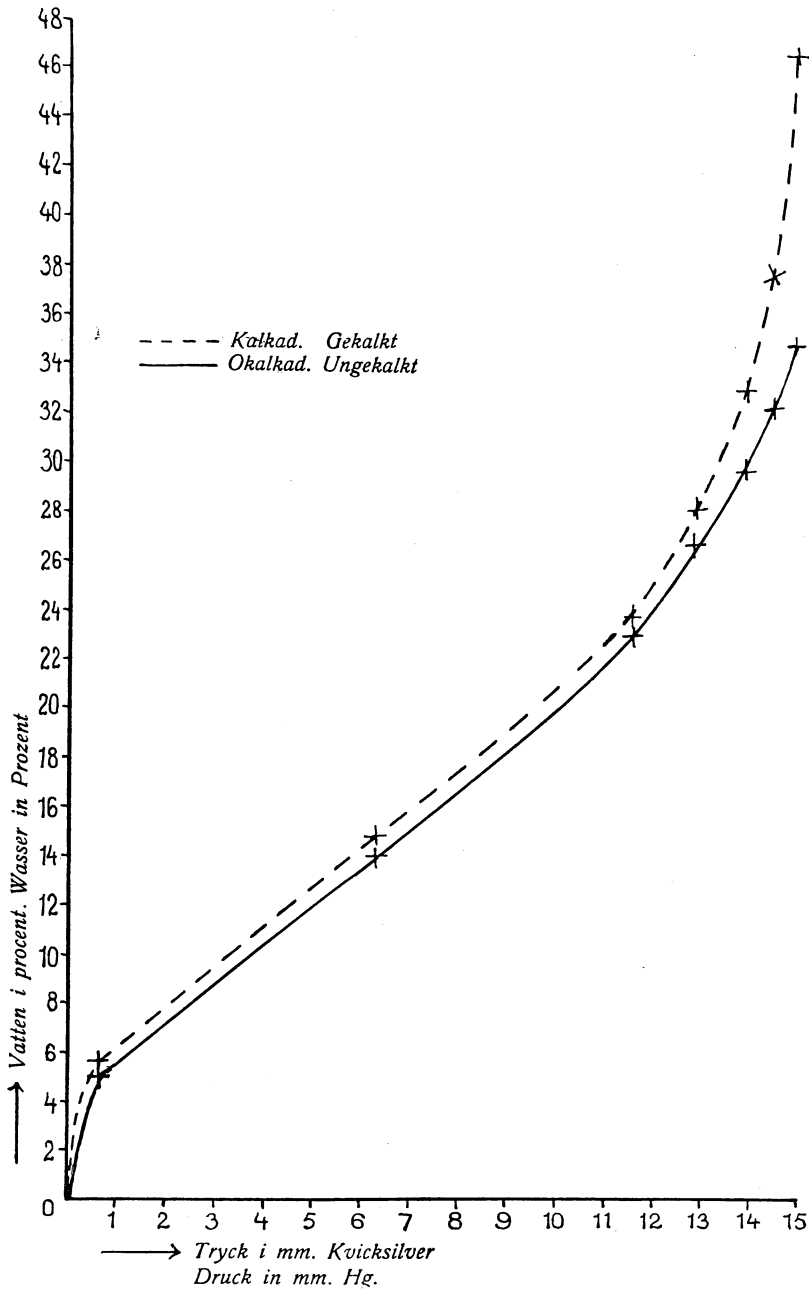


Fig. 7. Undersökning av *Sphagnum*-torv, dels kalkad, dels okalkad.  
 Untersuchung von gekalktem und ungekalktem *Sphagnum*-Torf.

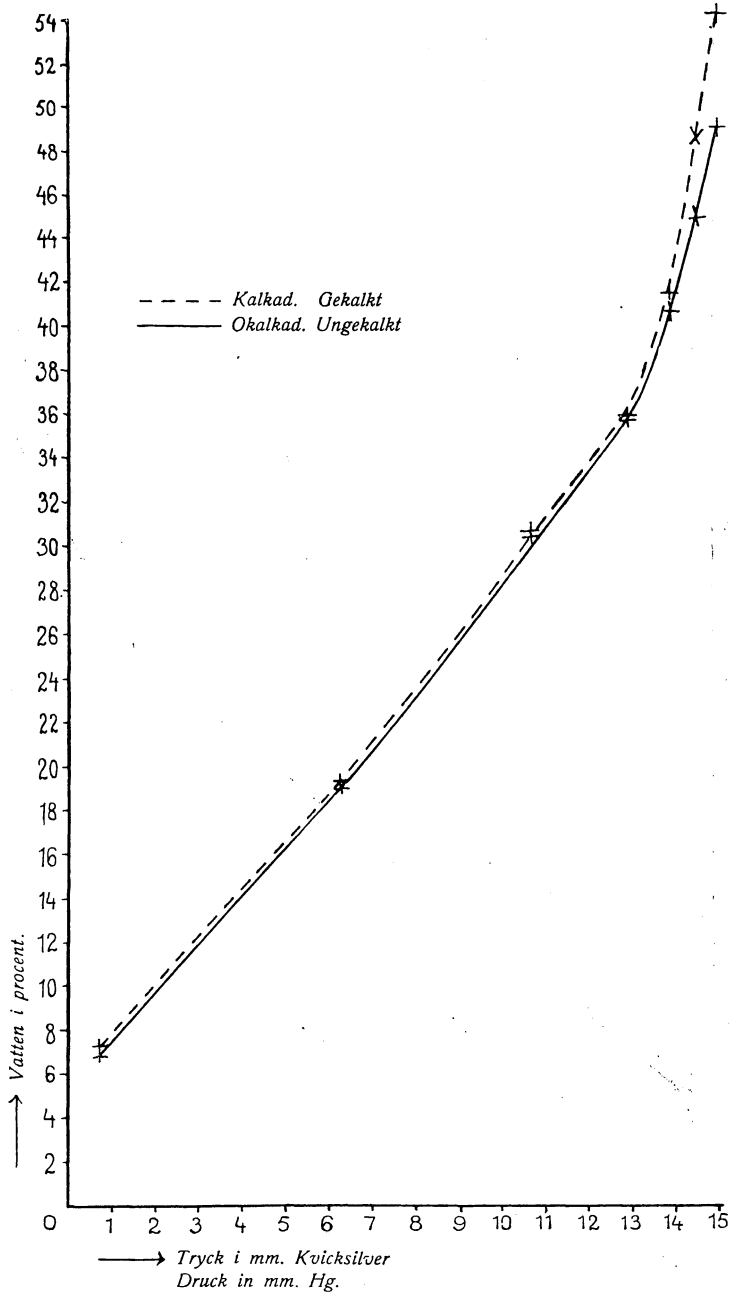


Fig. 8. Undersökning av kväverik humusjord med *Eriophorum*-rester, dels okalkad, dels kalkad.

Untersuchung von ungekalktem und gekalktem, stickstoffreichem Humusboden mit *Eriophorum*-Resten.

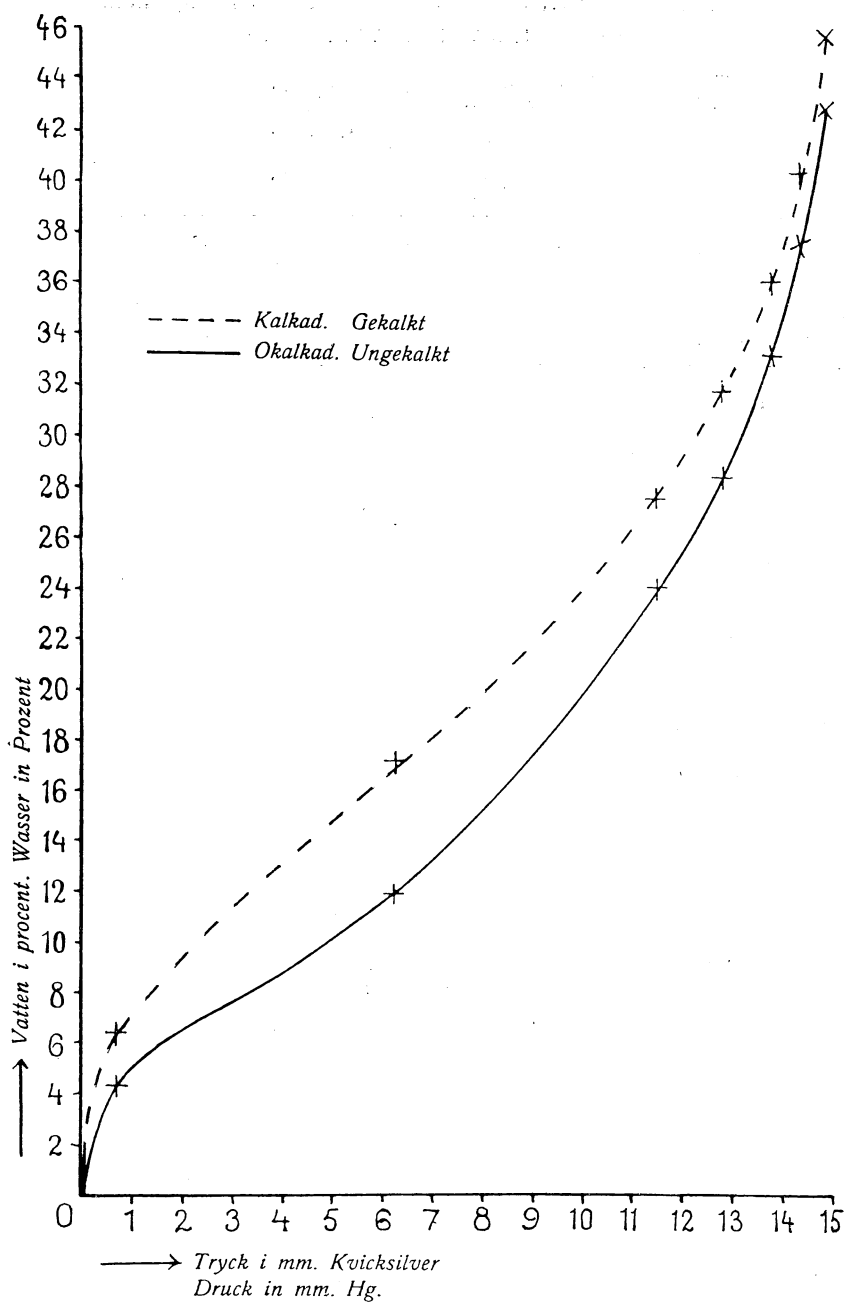


Fig. 9. Undersökning av *Sphagnum*-torv, dels okalkad dels kalkad.  
 Untersuchung von ungekalktem und gekalktem *Sphagnum*-Torf.

## Tab. 1. Råhumus från Kulbäcksliden, Västerbotten, okalkad.

Rohhumus von Kulbäcksliden, Västerbotten, ungekalkt.

Torv (torkad över  $P_2O_5$ ) + väggglas 15,9992 g.  
Probe (über  $P_2O_5$  getrocknet) + Wäggläschenväggglas 15,7076 g.  
Wäggläschentorrsubstans 0,2916 g.  
Trockensubstanz

Observationsdag Tag der Beobachtung	Väggglas + torv, gram Wäggläschen + Torf, Gramm	Det kvarhållna vattnets vikt Gewicht des festgehaltenen Wassers		Svavelsyran koncentration Konzentration der Schwefelsäure	Fuktigheten Feuchtigkeit	
		gram Gramm	procent Prozent		beräknad berechnet mm.	relativ %
20/11 1915 27/11 5/12 11/12 18/12 29/12 11/1 1916 22/1 29/1	16,0889 16,0972 16,0977 16,1007 16,1021 16,0998 16,1003 16,1011 16,1000	       0,1019 0,1008	       34,9 34,6	        5,5 %	        15,0	        97,4
5/2 1916 12/2 21/2 29/2 6/3 18/3	16,0964 16,0965 16,0934 16,0906 16,0925 16,0942	    0,0933 0,0950	    32,0 32,6	     10,8 %	     14,5	     94,2
18/3 1916 27/3 8/4 8/4	16,0872 16,0877 16,0863 16,0854	  0,0871 0,0862	  29,8 29,6	   16,3 %	   13,9	   90,3
15/4 1916 24/4 29/4 5/5	16,0805 16,0786 16,0775 16,0769	  0,0783 0,0777	  26,9 26,7	   23,5 %	   12,9	   83,8
18/5 1916 20/5 27/5 7/6 15/6	16,0686 16,0680 16,0674 16,0666 16,0663	   0,0674 0,0671	   23,1 23,0	    30,5 %	    11,6	    75,3
8/8 1916 5/9	16,0404 16,0401	 0,0412 0,0409	 14,1 14,0	  48,2 %	  6,3	  40,9
28/9 1916 1/10 9/10 9/10	16,0193 16,0142 16,0141	 0,0150 0,0149	 5,1 5,1	  73,4 %	  0,7	  5,4
14/10 1916 21/10	16,0013 16,9992			$P_2O_5$		



Tab. 2. Råhumus från Kulbäcksliden, Västerbotten, kalkad.

Rohhumus von Kulbäcksliden, Västerbotten, gekalkt.

Torv (torkad över  $P_2O_5$ ) + vägglas 11,1118 g.  
Probe (über  $P_2O_4$  getrocknet) + Wäggläschen

vägglas 10,9665 g.

Wäggläschen

torrsubstans 0,1453 g.

Trockensubstanz

Observationsdag Tag der Beobachtung	Vägglas + torv, gram Wäggläschen + Torf, Gramm	Det kvarhållna vattnets vikt Gewicht des festgehaltenen Wassers		Svavelsyrans koncentration Konzentration der Schwefelsäure	Fuktigheten Feuchtigkeit	
		gram Gramm	procent Prozent		beräknad bereknet mm.	relativ %
27/11 1915	11,1913					
6/12	11,1877					
11/12	11,1878					
18/12	11,1874					
29/12	11,1820					
11/1 1916	11,1803					
22/1	11,1799	0,0681	46,9			
29/1	11,1796	0,0678	46,7	5,5 %	15,0	97,4
5/2 1916	11,1747					
12/2	11,1732					
22/2	11,1706					
29/2	11,1650					
6/3	11,1658	0,0540	37,2			
13/3	11,1675	0,0557	38,4	10,8 %	14,5	94,2
18/3 1916	11,1622					
27/3	11,1617					
3/4	11,1603	0,0485	33,4			
8/4	11,1594	0,0476	32,8	16,3 %	13,9	90,3
13/4 1916	11,1554					
24/4	11,1537					
29/4	11,1527	0,0409	28,2			
5/5	11,1524	0,0406	28,0	23,5 %	12,9	83,8
13/5 1916	11,1475					
20/5	11,1473					
27/5	11,1465					
7/6	11,1463	0,0345	23,7			
15/6	11,1461	0,0343	23,6	30,5 %	11,6	75,3
8/8 1916	11,1333	0,0215	14,8			
5/9	11,1331	0,0213	14,7	48,2 %	6,3	40,9
23/9 1916	11,1288					
1/10	11,1200	0,0082	5,6			
9/10	11,1200	0,0082	5,6	73,4 %	0,7	5,4
14/10 1916	11,1128			$P_2O_5$		
21/10	11,1118					

6 a. *Sphagnum*-torv från Örsmossen (Upland) översta partiet av sub-boreala skiktet (askhalt 1,06 %) fig. 9.

b. D:o, kalkat prov, se fig. 9.

I tabell 1 och 2 återgives en dylik försöksserie för okalkat och kalkat prov, varav noggrannheten och omfattningen av varje försöksserie torde framgå. I övrigt synes det mig vara tillräckligt att i fig. 5—9 meddela resultaten grafiskt.

Ser man på resultaten av dessa försök, så framgår av desamma, att för humussyran de två första punkterna ligga högre än motsvarande punkter för kalciumhumatet (fig. 5). Om man emellertid betänker, att kalciumhumatet blott håller c:a 65 % organisk substans, så skulle, om procenttalen beräknas på totala mängden organisk substans, det ömsesidiga läget även för detta parti av kurvorna förskjutas. Man finner för övrigt utan undantag, att de kalkade proven alltid binda något mer vatten än de okalkade, men differenserna äro så pass små, att de praktiskt torde vara betydelselösa. Av vikt är däremot, att någon antydning till olikhet i den riktningen, att vattnet lättare skulle avgivas av kalkad humus icke förefinns, tvärtom synes ju efter kalkningen vattnet hållas något fastare bundet. Det är vidare av intresse, att en stor del av vattnet redan vid en minskning i atmosfärens relativa fuktighet ned till 75 % bortgår. Proven i naturfuktigt tillstånd hålla efter den här använda beräkningsgrunden (procenten av torrsubstansen) över 100 % vatten, och därav avdunstar således två tredjedelar ytterst lätt.

Att högmossfloras xerophythis habitus skulle ha sin orsak i vattenbrist synes efter dessa resultat att döma föga sannolikt. Möjligen kan i vattnets ringa rörlighet inom de kolloida humuskomplexerna, som omgiver rötterna, en fara föreligga, att desamma inte tillräckligt snabbt förses med vatten.

Att för övrigt högmossfloras typiska habitus, förtjockad cutikula, minskad bladyta o. s. v. skulle bero på vattenbrist synes mig knappast ens från rent biologisk synpunkt vara antagligt, utan kan likaväl vara en tillpassning till närsaltbrist. Det må i detta sammanhang erinras om att många av de typiska högmossväxterna, exempelvis *Calluna vulgaris*, *Ledum palustre*, *Empetrum nigrum*, *Myrtilus uliginosa*, *Vaccinium vitis idaea* förekomma på i övrigt näringsfattig mark, oberoende av densamma fuktighetsförhållanden. I de närsaltrikare kärren får oaktat markens »surhet» florans en mera mesofytisk karaktär; man finner där exempelvis *Viola palustris*, *Cirsium palustre*, *Agrostis canina*, *Peucedanum palustre*, *Caltha palustris*, *Geum rivale* m. fl.

Några fullt säkra slutsatser torde av föreliggande växtfysiologiska fakta knappast kunna dragas. Som för uppkomsten av xerophytisk habitus

hos växter på högmossar tänkbara orsaker kan utom närsaltbrist framhållas syrebrist hos rotsystemet, anhopning av hämmande exkret såsom oxalsyra, myrsyra o. dyl. Det torde vara otvivelaktigt, att en stor del av de i övrigt blott sparsamt tillgängliga närsalterna adsorberas av humusämnen och bli svårtillgängliga. Utbildningen av mykorrhiza hos många högmossväxter torde även få uppfattas som en dylik tillpassning till nitratbrist och förekommer ej i typiska xerofila gebiet, exempelvis öknar.

Kalkningen påverkar nu dessa förhållanden i högmossen så, att de toxiska syrorna neutraliseras, varjämte det bildade kalciumhumatet motverkar desamma uppkomst. Vidare torde kalciumsalterna (exempelvis  $Ca(HCO_3)_2$ ) verka förträngande på adsorberade närsalter, varigenom dessa bliva lättare tillgängliga för växterna. Något nämnvärt inflytande på vattentillgången torde däremot ej göra sig gällande.

En sista men icke minst viktig rol torde den större lätthet, varmed kalciumsalterna i motsats till humussyran oxideras och sönderdelas spela<sup>1</sup>. Huruvida härvid för växterna eller bakterierna direkt assimilerbara organiska kväveföreningar eller andra kroppar bildas, torde ännu vara en oavgjord fråga<sup>2</sup>. Som slutprodukt torde man väl åtminstone tills vidare få anse kalciumnitrat, vilket speciella rol för markfloran nyligen belysts genom arbeten av H. HESSELMAN.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Experimentella arbeten häröver pågå, varför skall redogöras framdeles i samband med mina övriga arbeten över humusämnen.

<sup>2</sup> Av nyare undersökningar må framhållas:

J. LEFÈVRE: Sur le développement des plantes vertes à la lumière, en l'absence complète de gaz carbonique dans un sol artificiel contenant amides. Compt. rend. 141, 211 (1905).

J. LEFÈVRE ET L. CAILLETET: Sur l'origine du carbone assimilé par les plantes. Compt. rend. de l'acad. d. sciences. 152, 1215 (1911).

<sup>3</sup> Se Meddelanden fr. Statens skogsförsöksanstalt 1917. H. 13—14.

## Über die Einwirkung des Kalkes auf saure Humusböden.

VON SVEN ODÉN.

(Schwedischer Text S. 1287—1301).

Die hervorragende Bedeutung des Kalkes für Vegetation und Boden ist schon lange erkannt, und man hat den Bedarf der bedeutenden Kalkmengen z. B. für Hochmoorböden auf verschiedene Weise zu erklären versucht. Die Bedeutung des Kalkes für die Mikroflora jener Böden ist durch Arbeiten von DENSCH und RITTER geklärt. Sonst hat man die Bedeutung des Kalkes für saure Humusböden in einer Neutralisation der freien Humussäuren sehen wollen. Diese sollten schädlich auf die Vegetation einwirken (SCHIMPER).

Eine spätere Theorie<sup>1</sup> knüpft an den Xerophythismus der Hochmoorpflanzen an und nimmt an, dass wegen Absorption des Wassers durch die Humuskolloide zeitweise ein Wassermangel in den sonst wasserreichen Mooren herrscht. Erst durch Kalkung sollte das Wasser frei werden, weil die Kalkhumate im Vergleich mit den Humussäuren das Wasser nicht so stark binden.

BAUMANN und GULLY haben nachzuweisen versucht, dass wirkliche Humussäuren nicht existieren, und dass es die Säurekomponenten der Nährsalze des Bodens sind, die durch Adsorption der Basen freigemacht werden und schädlich wirken. Ich habe in einem früheren Aufsatz über Arbeiten berichtet, die die Existenz schwerlöslicher Säuren (Humussäuren) in Hochmooren und anderen Humusablagerungen feststellen, und habe dabei die Unwahrscheinlichkeit der Zersetzung der Neutralsalze durch Adsorption hervorgehoben. Die Humussäuren scheinen von den Pflanzen gut vertragen zu werden; in einem stark gekalkten Hochmoor giebt es noch reichlich freie Humussäuren. Die Virulenz der Bakterien wird nach RITTER auch nicht merklich von freien Humussäuren beeinflusst.

Es scheint aus den eben erwähnten Verhältnissen hervorzugehen, dass die Humussäuren für die Vegetation unschädlich und es viel mehr das Kalziumhumat ist, welches nützlich ist. Im Anschluss an meine Arbeiten über die Bedeutung der Pektinstoffe in den Pflanzen könnte man annehmen, dass die bei gewissen physiologischen Prozessen entstandene Wasserstoffionenkonzentration so reguliert werden muss, dass sie nicht zu gross wird und auf physiologischen Prozessen hemmend wirken kann. Der saure Charakter ungekalkter Humusböden dürfte nicht durch die Humussäuren verursacht sein, sondern vielmehr durch adsorbierte organische Säuren von einfacherer Zusammensetzung (Oxalsäure u. s. w.). Für diese scheint Kalziumhumat ein ausgezeichnetes Neutralisationsmittel zu sein.

Über die Frage, ob gekalkter oder ungekalkter Humus das Wasser fester

---

<sup>1</sup> Vgl. SÜCHTING: Fühlings landw. Zeitung 61, 465 (1912).

bindet, scheinen experimentelle Arbeiten noch nicht vorzuliegen. Ich habe daher mit Unterstützung der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens unter Mitwirkung des Herrn Mag. Phil. H. RINDE einige Versuche in der Absicht, diese Frage klarzustellen, ausgeführt.

Wir benutzten zuerst die ZSIGMONDY'sche Apparatur (vgl. Fig. 1 u. 2) in Verbindung mit einer GAEDE-Pumpe. Das Gleichgewicht: feuchte Substanz + Wasserdampf (von verschiedener Spannung) stellt sich hier (in Vacuum) schneller als im luftgefülltem Raum ein. Aus verschiedenen Gründen haben wir später die alte, von J. M. VAN BEMMELEN, W. SPRING u. a. benutzte Methode vorteilhafter gefunden (vgl. Fig. 4). Bei dieser Methode lässt man einfach die Präparate über Schwefelsäure in einem grossen Exsikkator bis zum Eintreten konstanten Gewichts stehen.

Vor der Bestimmung der Wasserbindungskurve wurden die Proben in zwei Portionen geteilt. Die einen wurden während einiger Tage so lange mit Kalkwasser,  $\text{Ca(OH)}_2$ , digeriert, bis kein Kalk mehr absorbiert wurde. Die Proben wurden dann an der Luft getrocknet, bis man sie ziemlich leicht in Stückchen zerkleinern konnte. Darauf wurden sie in die verschiedenen Apparate eingeführt.

Beim Arbeiten im Vacuum wurde der Apparat Fig. 1 und 2 benutzt. Im grösseren Behälter, A (400 ccm), findet sich eine Flüssigkeit, die die Spannung des Wasserdampfes reguliert. B ist ein Quecksilbermanometer. In D wird die zu untersuchende Substanz eingeführt. Zuerst wird B mit reinem Wasser gefüllt. Nach Evakuieren stellt sich das Manometer auf die Spannung des gesättigten Wasserdampfes bei der Versuchstemperatur ein. Die Temperatur war konstant  $15^\circ \text{C}$ , die der Spannung 12.7 mm entspricht. Nachdem Gleichgewicht zwischen der Bodenprobe und dem Wasser eingetreten war, wurde der vorher leer gewogene Apparat D-FF<sup>1</sup>-G gewogen. Wir erhielten da das Gewicht der feuchten Substanz. Wegen des Adhärenzens kleiner Wassertröpfchen an den Wänden des Gefässes ist jedoch dieser Anfangswert nicht ganz korrekt. Erst nach dem Einführen von z. B. 25-prozentiger Schwefelsäure mit einer Spannung von 10.6 mm wird diese Fehlerquelle beseitigt. Man erneuert den Versuch mit Wasser-Schwefelsäuremischungen von verschiedenen Spannungen.

Versuche wurden mit Rohhumus vom Versuchsfeld Kulbäcksliden der Forstlichen Versuchsanstalt gemacht. Das Resultat wird in Fig. 3 wiedergegeben. Eine gekalkte und eine ungekalkte Probe wurden gleichzeitig in zwei gleichen Apparaten untersucht. Die Kurven zeigen, dass, ganz gegen unsere Vermutungen, die gekalkte Probe das Wasser etwas (obgleich nur ein wenig) fester als die ungekalkte zurückhält. Die grösste Spannung, bei der eine sichere Bestimmung ausgeführt werden konnte, war 10.5 mm, einer relativen Feuchtigkeit der Atmosphäre von 83 % bei  $15^\circ$  entsprechend. Der grösste Teil des Wassers war schon bei diesem Druck verdunstet. Vielleicht können die Verhältnisse bei einer relativen Feuchtigkeit von 83—100 % etwas verschieden sein.

Hierzu kommt, dass die untersuchte Probe 61.9 % Asche (Prozent des Gewichtes der bei  $120^\circ \text{C}$  getrockneten Substanz) enthielt, und die Wasserbindung könnte vielleicht durch die Asche verursacht sein. Wir mussten daher Versuche mit mehreren Humusproben anstellen. Bei diesen Versuchen benutzten wir den Apparat in Fig. 4. Die Proben wurden in Wägegläsern

mit gut eingeschliffenen Stöpseln gewogen. Im Exsikkator wurden die Stöpsel wie in Fig. 4 gelegt. Die Temperatur konnte während der Versuche nicht ganz konstant auf 18° C gehalten werden, was jedoch für die Resultate wenig bedeutet. Die Proben wurden sorgfältig von kleinen Holz- und Stein- stücken befreit und gut gemischt, um Durchschnittsproben zu haben.

Folgende Proben wurden untersucht:

1. Reine Humussäure (nach einer von mir angegebene Methode herge- stellt<sup>1</sup>), Fig. 5.
2. Gefälltes Kalziumhumat, Fig. 5.
- 3a. Rohhumus vom Versuchsfeld Kulbäcksliden, Degerfors, Västerbotten, dieselbe Probe wie in fig. 3. Ungekalkte Probe (61.91 % Asche), Fig. 6.
- b. D:o, gekalkte Probe, Fig. 6.
- 4a. Sphagnumtorf von Kulbäcksliden, Degerö Stormyr, Västerbotten (12 % Asche), Fig. 7.
- b. D:o, gekalkte Probe, Fig. 7.
- 5a. Stickstoffreicher Humusboden mit Eriophorumresten, sonst ohne orga- nisierte Pflanzenreste (15.21 % Asche), Fig. 8.
- b. D:o, gekalkte Probe, Fig. 8.
- 6a. Sphagnumtorf von Örsmossen, Uppland. Der oberste Teil der sub- borealen Schicht (1.06 % Asche), Fig. 9.
- b. D:o, gekalkte Probe, Fig. 9.

In Tabelle 1 und 2 ist ein Versuch mit einer gekalkten und einer unge- kalkten Probe wiedergegeben, wodurch die Genauigkeit und der Umfang je- der Versuchsreihe veranschaulicht wird. Sonst werden die Resultate nur gra- phisch vorgelegt.

Bei der Humussäure liegen die ersten zwei Punkte der Kurve höher als die entsprechenden beim Kalziumhumat. Das Kalziumhumat enthält aber nur ca 65 % organische Substanz, und wenn die Prozente auf die totale Menge or- ganischer Substanz berechnet würden, würde die gegenseitige Lage der Kur- ven in diesem Gebiet verschoben werden. Die gekalkten Proben binden sonst immer etwas mehr Wasser als die ungekalkten, die Unterschiede sind aber wegen ihrer geringen Grössen ohne praktische Bedeutung. Wichtig ist, dass ein Unterschied in der Richtung leichter Wasserentbindung bei den ge- kalkten Proben gar nicht existiert. Hervorzuheben ist, dass ein grosser Teil des Wassers schon bei einer Verminderung der relativen Feuchtigkeit der Atmos- phäre von 100 auf 75 % abgegeben wird.

Dass der Xerophythismus der Hochmoorpflanzen seine Ursache einem Was- sermangel verdanken sollte, ist nach diesen Resultaten unwahrscheinlich. Mög- licherweise könnte in der geringen Beweglichkeit des Wassers in den kolloi- den Humuskomplexen eine Gefahr dafür vorliegen, dass die Wurzeln nicht genügend schnell mit Wasser versorgt werden können.

Dass der Xerophythismus der Hochmoorpflanzen auf Wassermangel be- ruht, ist m. E. auch vom rein biologischen Gesichtspunkt aus kaum wahrschein- lich, er kann ebenso gut eine Anpassung an Nährstoffmangel darstellen. Viele ty- pische Hochmoorpflanzen, wie *Calluna vulgaris*, *Ledum palustre*, *Empetrum nig- rum*, *Myrtillus uliginosa*, *Vaccinium vitis idaea*, finden sich auf nährstoffarmen Böden, gleichgültig, ob dieselben nass oder trocken sind. In den nährstoff-

<sup>1</sup> Arkiv för kemi etc. utg. av K. Sv. Vetenskapsakad. 4, Nr. 26, (1912); Ber. d. deutsch. chem. Ges. 45, 651—660 (1912).

reicherer Niedermooren kommen viele mesophytische Pflanzen, wie *Viola palustris*, *Agrostis canina*, *Peucedanum palustre*, *Caltha palustris*, *Geum rivale* u. a., vor.

Sichere Schlüsse dürften aus den angeführten pflanzenphysiologischen Verhältnissen nicht gezogen werden können. Als für die Entstehung xerophytischen Habitus mögliche Ursachen werden folgende hervorgehoben:

Sauerstoffmangel der Wurzeln, Anhäufung von hemmenden Exkreten, wie Oxalsäure, Ameisensäure. Ein grosser Teil von den Nährstoffen wird von den Humusstoffen festgehalten. — Die Ausbildung von Mykorrhiza dürfte vielleicht eine Anpassung an Nitratmangel sein.

Die Kalkung beeinflusst nun diese Verhältnisse in einem Hochmoor in der Weise, dass die toxischen Säuren neutralisiert werden, wozu kommt, dass das Kalziumhumat ihrer Entstehung entgegenwirkt. Die Kalziumsalze dürften auch adsorbierte Nährsalze infolge Adsorptionsverdrängung freimachen. Die Wasserversorgung dürfte dagegen den Versuchen gemäss durch die Kalkung nicht beeinflusst werden.

Eine wichtige Rolle dürfte auch die grössere Leichtigkeit einer Oxydation der Kalziumsalze im Vergleich mit der Humussäure spielen.<sup>1</sup> Ob dadurch für die Pflanzen direkt assimilierbare organische Stickstoffverbindungen oder andere Stoffe gebildet werden, ist wohl noch eine offene Frage<sup>2</sup>. Als Endprodukt dürfte man wohl Kalziumnitrat ansehen können, dessen für die Bodenpflanzen wichtige Rolle soeben von H. HESSELMAN<sup>3</sup> beleuchtet worden ist.

---

<sup>1</sup> Über experimentelle Forschungen über diese Verhältnisse wird später in Zusammenhang mit meinen anderen Arbeiten über Humusstoffe berichtet werden.

<sup>2</sup> Vgl. J. LEFÈVRE: Sur le development des plantes vertes à la lumière en l'absence complète de gaz carbonique dans un sol artificiel contenant amides. *Compt. rend.* 141, 221 (1905).

J. LEFÈVRE et L. CAILLETET: Sur l'origine du carbone assimilé par les plantes. *Compt. rend.* 152, 1215 (1911).

<sup>3</sup> Meddelanden fr. Statens Skogsförsöksanstalt, H. 13—14 (1917).