

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 301.

ÅRSBOK 14 (1920) N:o 3

OM ROSTRÖR OCH VISSA  
DÄRMED JÄMFÖRLIGA  
BILDNINGAR

AV

EINAR NAUMANN

RESUMÉ IN DEUTSCHER SPRACHE

Pris 1 kr.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 301.

ÅRSBOK 14 (1920) N:o 3

OM ROSTRÖR OCH VISSA  
DÄRMED JÄMFÖRLIGA  
BILDNINGAR

AV

EINAR NAUMANN

RESUMÉ IN DEUTSCHER SPRACHE

STOCKHOLM 1921

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

202303

## INNEHÅLL.

---

	Sid.
I. Järnanrikningens princip. — Rötternas betydelse för markstrukturen . . . . .	5
II. Bildningar av järnoxid.	
1. Anrikning direkt i rotmaterialet . . . . .	7
2. Roströr, bildade genom järnanrikning i av lösare jordarter uppbyggda rothylsor . . . . .	11
3. Roströr, bildade genom järnanrikning i leror och i fysikaliskt därmed likartad jordmån . . . . .	11
4. Järnanrikning i genom rotsystemets biologiskt-mekaniska effekt klumpstrukturerad jordmån . . . . .	19
5. De olika av rotmaterialets verksamhet beroende järnanrikningsföreteelserna i deras förhållande till sjö- och myrmalernas genesis . . . . .	19
III. Bildningar och ferrofosfat . . . . .	21
IV. Svaveljämföreningar . . . . .	23
V. Andra utfällningsprocesser kring växtrötter . . . . .	23
Anförd litteratur . . . . .	25
Resumé . . . . .	25
Erklärung der Textabbildungen . . . . .	27

---

Järntutfällningar kring växtrötter samt i och omkring rotkanaler omtalas rätt ofta, och talrika notiser häröver föreligga också spridda i literaturen. I samband med de undersökningar över våra sjö- och myr-malmer, med vilka jag sedan åtskilliga år tillbaka varit sysselsatt, har jag ävenledes samlat en del hithörande material. På grundval av de erfarenheter, som därvid vunnits, torde det nu också vara möjligt att lämna en mera enhetlig och kausalt lagd översikt över dessa före-teelser och deras betydelse i olika riktningar. Med hänsyn till vår trots alla specialnotiser mycket obetydliga kännedom i dessa frågor skall jag därför i det följande framlägga en första, mera allmän överblick över de företeelser, vilka sammanhånga med järnets utfällning kring växtrötter samt i och omkring rotkanaler.

I de anförda bildningarna uppträder järnet väsentligen på tre olika sätt: som oxid, som oxidulfosfat (vivianit) och som svavelförening (pyrit eller markasit). Efter en inledande översikt över järnanrikningens princip och angående rötternas inverkan på markstrukturen, behandlar jag i det följande dessa förekomsttyper var för sig.

### **I. Järnanrikningens princip. — Rötternas betydelse för markstrukturen.**

Klart torde vara, att en järnanrikning av den typ, varmed vi här ha att göra, kan förutsättas beroende såväl av rotmaterialets egen beskaffenhet, som ock av de strukturella (och kemiska) egenheter, som det för jordmånens vidkommande betingar. För vår del äro vi böjda att betrakta den sistnämnda av dessa företeelser — vilken hittills i detta sammanhang så gott som fullständigt förbisetts — som den utslagsgivande.

Rotmaterialet betingar som bekant i första hand en allmän upp-luckring av jordmånen, varvid densamma överföres i en grövre eller finare klumpstruktur. Bl. a. har RAMANN sammanställt en del hit-hörande iakttagelser, och senare ha dessa förhållanden närmare under-sökts av BERKMANN.

Jämsides med dessa processer förlöper emellertid en annan, varvid jordmånen såväl genom rötternas mekaniska inflytande som och genom deras sekretoriska verksamhet sammankittas till kring rötterna för-löpande hylsor. Detta förhållande framträder med särskild skärpa i sådan jordmån, där ler, mo och finsand dominera. I större eller mindre utsträckning kan det dock ävenledes konstateras även i jordarter av typen mylla, gyttna eller dy. Det är dock även i sistnämnda fall sär-skilt karakteristiskt för de rötter, vilka nedtränga i ett skikt av ler, mo eller finsand, som underlagrar den lösare, mera genomsläppliga jord-månen.

Rent schematiskt kunna dessa förhållanden åskådliggöras genom en teckning av vidstående typ. Den representerar rent schematiskt en

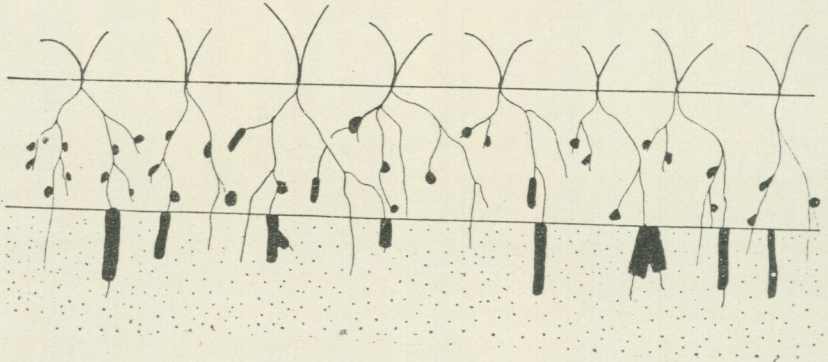


Fig. 1. Schematisk profil genom en gräsbevuxen, på ler vilande mylla, avsedd att de-monstrera rotsystemets mekaniska inflytande på jordmånen.

I myllan uppstår framför allt klump-, i leret däremot väsentligen hylsstruktur.

markprofil med mylla, överlagrande ler. I det övre skiktet dominerar klump-, i det undre däremot hylsstrukturen.

\* \* \*

Vid varje fråga om järnets anrikning till växtrötter ha vi alltså att särskilja å ena sidan principen för dess direkta samband härmed, å andra sidan järnets förhållande till de strukturförhållanden i mark-materialet, vilka rotsystemet betingar.

Det är vidare att observera, hurusom naturligtvis järnanrikningen såväl kan ha formen av en koncentrationsförskjutning inom jordmånen själv som ock i första hand bero på ett rent alloktont, väsentligen från grundvattensströmmar härrörande järntillskott.

I överensstämmelse med här utvecklade synpunkter torde vi alltså böra särskilja följande typer för järnets anrikning till växternas rot-system.

- I. Järnet är autoktont.
  1. Järnet anrikas direkt i, resp. omkring växtrötterna.
  2. Järnet anrikas i jordmånen genom rötternas verksamhet åvägabragta klump- eller hylsstruktur.
- II. Järnet är alloktont.  
Typer 1, 2 som ovan.

## II. Bildningar av järnoxid.

### 1. Anrikning direkt i rotmaterialet.

En till rotmaterialet självt direkt knuten anrikning av järnoxid är jämlikt mina erfarenheter mycket allmänt utbredd, särskilt inom vatten- och sumpväxtfloran inom sådana områden, där större mängder av »vandrande» järn kan förutsättas. Belysande exempel i denna riktning erbjudas alltså bl. a. av våra kalkfattiga urbergsområden, inom vilka jag också hittills uteslutande verkställt mina iakttagelser angående dessa förhållanden. I princip kunna naturligtvis likartade företeelser förutsättas inom alla slag av sådana jordartsbildningar, där järn i större mängd förekommer. Järnanrikningen torde härvidlag jämlikt mina erfarenheter mindre vara beroende av de vitala företeelserna. Det är visserligen (jfr HOUTERMANS) bekant, att mangan kan vitalt anrikas i rotceller; och i princip torde samma gälla för järnets vidkommande. En vid här ifrågakarande processer utlösande faktor torde dock jämlikt mina erfarenheter snarare representeras av den bortdöende roten. Det låter sig nämligen lätt göra att på mikroskopisk väg påvisa en i densamma i samband med de yttre barkskiktens bortdöende centripetalt fortskridande järnanrikning. Till någon del torde det väl här vara fråga om verkliga kemiska reaktioner mellan de föreliggande järnföreningarna och växtens ämnesomsättningsprodukter av typen garvsyra o. s. v. Otvivelaktigt är emellertid, att den organiska substansen redan på rent adsorptiv väg anrikas betydande järnmängder och därigenom småningom alldeles järnöverfälls. Med särskild tydlighet låter sig, som jag förut påvisat, denna process följas

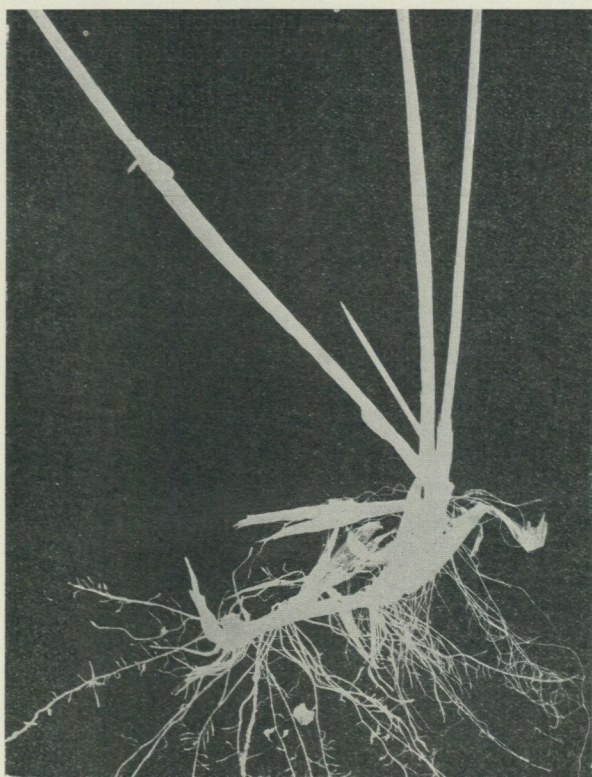


Fig. 2. *Scirpus palustris*. — Till vänster det bortdöende, i förjärning befintliga rot-systemet. Till höger det ännu funktionsdugliga, ej förjärnat. Jämför den olika grovleken av intakt, resp. förjärnat rotsystem.

Silhuettfotografi på gasljuspapper i naturlig storlek.

på sjöbottnar inom områden, vilkas lösa avlagringar betinga ett mycket järnrikt grundvatten. GÆRTNER har f. ö. mera ingående kemiskt analyserat en del av de reaktioner, vilka kunna förutsättas vid upplösning och utfällning av järnet i dess olika former vid den organiska substansens sönderdelning. Jag ingår här icke vidare på dessa frågor utan lägger i det följande huvudvikten vid den geologiska betydelsen av ifrågavarande företeelsers sluteffekt.

Under alla omständigheter torde det alltså få anses som fastslaget, att den utlösande faktorn vid dessa till växtrötter och rotkanaler knutna järnanrikningar just utgöres av de i bortdöende stadda perifera cellvävnaderna. Har sedan denna anrikningsprocess väl en gång kommit i gång, fortskrider den alltjämt på rent fysikalisk väg efter kon-

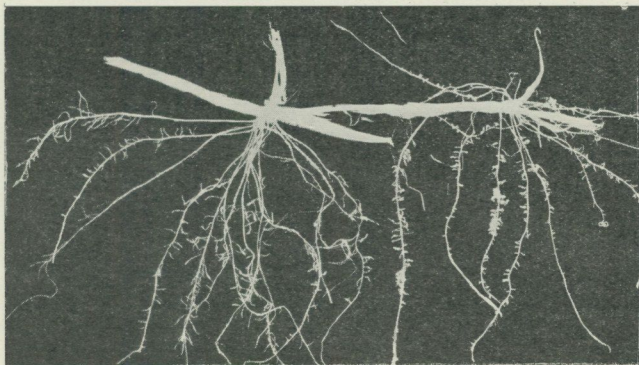


Fig. 3. *Scirpus palustris*. — Gammalt rhizom med bortdött, totalt förjämrat rotsystem. Något förminskat efter ett silhuettfotografi i naturlig storlek.

kretionsbildningens princip därigenom, att nya järnmängder alltså ledas till reaktionscentrum och där utfällas.

Ett förlopp av denna typ kan, såsom redan påpekats, med lätthet iakttagas exempelvis hos flertalet limniska växter inom mera järnriska avlagringar. Ävenledes inom andra formationer är emellertid denna järnets anrikning till döda celler och vävnader ett ytterst vanligt fenomen, som också ofta nog för till uppkomsten av roströr och andra järnkonkretioner. Det torde icke finnas någon växt, där man ej efter undersökning av ett större antal exemplar kan finna i bortdöende stadda rötter, kring och i vilka järnets koncentration till ett roströr går av stapeln. Jag begränsar mig här till att anföra några representativa exempel.

De ifrågakommande processerna framträda hos rhizomförande växter med särskild tydlighet. Man konstaterar nämligen därvid, hur som rhizomets äldre rötter dö bort och sedan förjämras, varemot de yngre äro typiskt intakta. Särskilt *Scirpus palustris* erbjuder i detta hänseende mycket vackra exempel; jfr fig. 2—3. Likartade förhållanden har jag f. ö. anträffat hos äldre rötter över huvud taget, hos bl. a. *Carex rostrata*, *C. filiformis*, *C. vesicaria*, *Comarum palustre*, *Callitriche*-arter, *Juncus conglomeratus*, *J. filiformis*, *Naumburgia thyrsiflora*, *Phragmites*, *Potamogeton*-arter, *Scirpus*-arter, *Sparganium*-arter.

Ofta nog framträder denna förjämning allra först i de finaste rotförgreningarna, varvid processen merendels inleds med uppkomsten av en mycket karakteristisk »rotmössa» av järn. Jfr f. ö. fig. 4. Det kan ju vid första påseendet förefalla egendomligt, att just detta parti i första hand faller offer för den postvitala förjämningen. Det torde

emellertid förhålla sig så, att dessa rötter för varje år regenereras och alltså bortdö mot slutet av varje vegetationsperiod.

\* \* \*

Det framgår alltså av vad som ovan anförts, att järnanrikningen i första hand är ett rent postvitalt fenomen, men att den kan vara direkt beroende av den vegetabiliska substansens bortdöende. Det torde

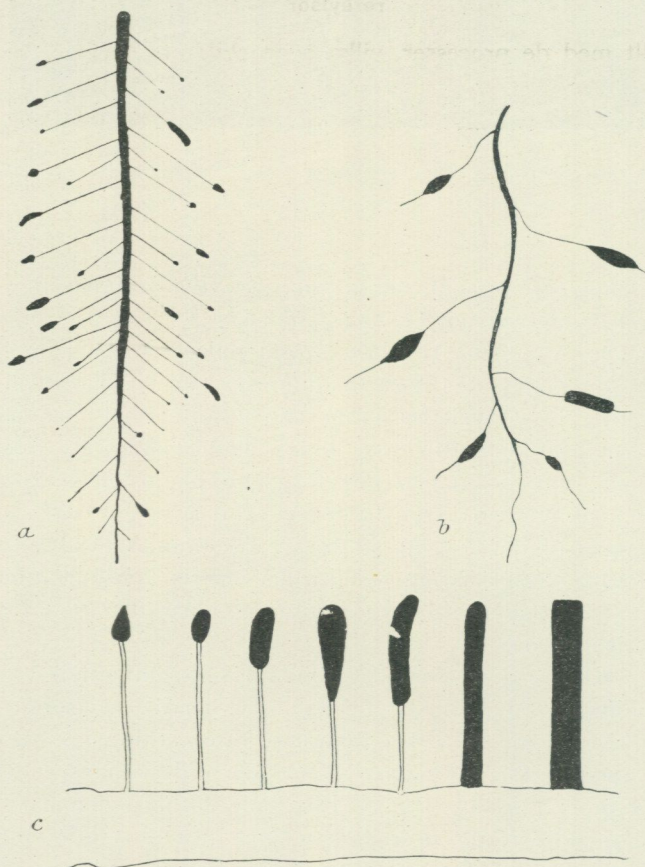


Fig. 4. Några karakteristiska förjärningsbilder av rotmaterialet hos vissa sump- och vattenväxter.

Fig. 4 a) representerar en huvudrot av *Phragmites*. Rötterna av sista ordningen — varav endast ett ringa antal in-tecknade — befinna sig till stor del i bortdöende. »Järnmössor» av olika typ uppträda också så gott som överallt.

Fig. 4 b) representerar en spolförmig förjärningsföreteelse, vilken börjar ett stycke nedanför rotspetsen. Träffas ofta hos de stora *Carices*.

Fig. 4 c) representerar några olika typer av »järnmössorna» hos en *Phragmites*. Den slutgiltiga utvecklingen av dessa järnutfällningar representerar det fullständiga järnrör, som avbildats längst till höger.

emellertid härvidlag vara svårt att hålla de processer isär, där järnanrikningen i första hand är beroende av växtdelarna eller av de rothylsor, som under livet producerats. I varje fall som helst förlöpa dessa processer ofta nog parallellt.

## 2. Roströr, bildade genom järnanrikning i av lösare jordarter uppbyggda rothylsor.

Parallellt med de processer, vilka ovan skildrats, förlöper ofta nog i lösare jordarter — det är dock särskilt i gyttja och dy, som jag iakttagit dessa förhållanden — en järnanrikning i den (ofta nog genom rothårens effekt) kring rötterna sammankittade jordmänen. Ävenledes på detta sätt kunna med tiden rätt resistent roströrsbildningar uppstå; jfr fig. 5. Särskilt hos *Fucus supinus* f. *fluitans* äro dylika mycket allmänt utbredda. Anmärkningsvärd synes mig emellertid deras relativt ringa frekvens hos de eliterala malmfältväxterna *Isoetes*, *Lobelia* och *Subularia*. Eljest har jag i växlande utsträckning iakttagit dem hos flertalet av de växtformer, vilka ovan anförts.

## 3. Roströr, bildade genom järnanrikning i leror och i fysikaliskt därmed likartad jordmån.

Bildningar av denna typ representera den enda form av järnanrikning, vilken hittills varit bekant för den högre växtvärldens vidkommande. De ha också under namn av »roströr» sedan länge varit väl bekanta. För vårt eget lands vidkommande ha dylika bildningar bl. a. beskrivits av G. ANDERSSON, E. ERDMANN och T. FEGRÆUS.

Naturligtvis kan även denna utbildningsform i större eller mindre utsträckning stå i samband med de företeelser vid rotmaterialens bortdöende, vilka inledningsvis avhandlats. Till övervägande grad torde det dock här gälla processer, för vilkas fortgång de biologiska faktorerna över huvud taget äro av en mycket ringa betydelse. Den till lermaterial knutna järnanrikningen torde därför mindre böra betraktas som en anrikning kring växtrötter än snarare i rotkanaler.

Det sätt, varpå dessa bildningar beskrivas inom litteraturen, är mycket överensstämmande. Genomgående ha de nämligen påträffats i finsand, mo eller leror. Roströr av denna välbekanta typ torde därför helt enkelt böra betraktas som effekten av en till rothylsor knuten järnanrikning. Det är sedan en rent sekundär fråga, om densamma är beroende av autoktont järn, vilket väsentligen efter rotens bortdöende kommer i kontakt med oxiderande horisonter; eller om en utfällning av alloktona järnlösningar föreligger,

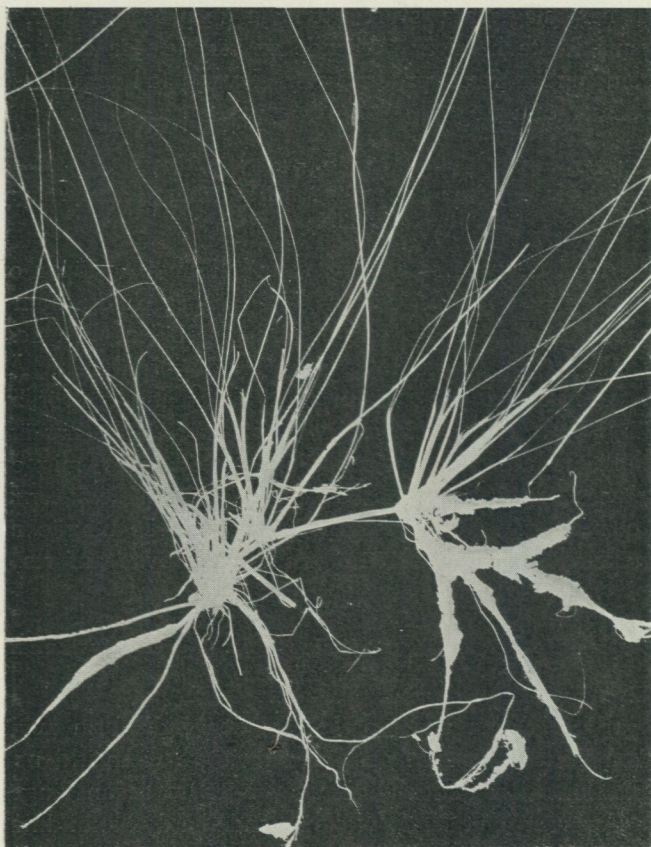


Fig. 5. *Juncus supinus* f. *fluitans*. Särskilt på exemplaret till höger framträda talrika, rätt grova roströr.

Obetydlig förminskning efter en silhuettfotografi i naturlig storlek.

Jfr den olika grovleken hos normala resp. hos roströr förande rötter resp. hos en och samma rot före och efter rotens in- och utträde ur röret.

vare sig de befinna sig nedsipprande eller uppstigande längs de tomma rostkanalerna.

Som särskilt belysande för den ifrågavarande roströrstypens genesis torde böra framhållas studiet av rotkanalernas förlopp i glaciala leror. Man finner nämligen här ofta nog alldeles samma rothylsor av ler i alla stadier av fortskridande förjärning, från det rena leret till verkliga malmer. Ett mera slående bevis på dessa företeelers fullständiga oberoende av det högre växtlivet torde näppeligen kunna givas. För min egen del stöder jag mig härvidlag i första



Fig. 6. Ej förjämde rotcylindrar och andra konkretioner, väsentligen bestående av lös lera och bildade kring recenta *Isoëtes*-rötter i den glaciärra, som underlagrar Vidösterns recenta gytta.

Naturlig storlek.

hand på mycket rikliga erfarenheter från sjön Vidösterns till stor del av *Isoëtes*-rötter genomdragna lera på elitoralnivån.

Rothylsorna erbjuda inom dylika avlagringar i själva verket ett mycket växlande utseende. Den »typiska» formen är visserligen den

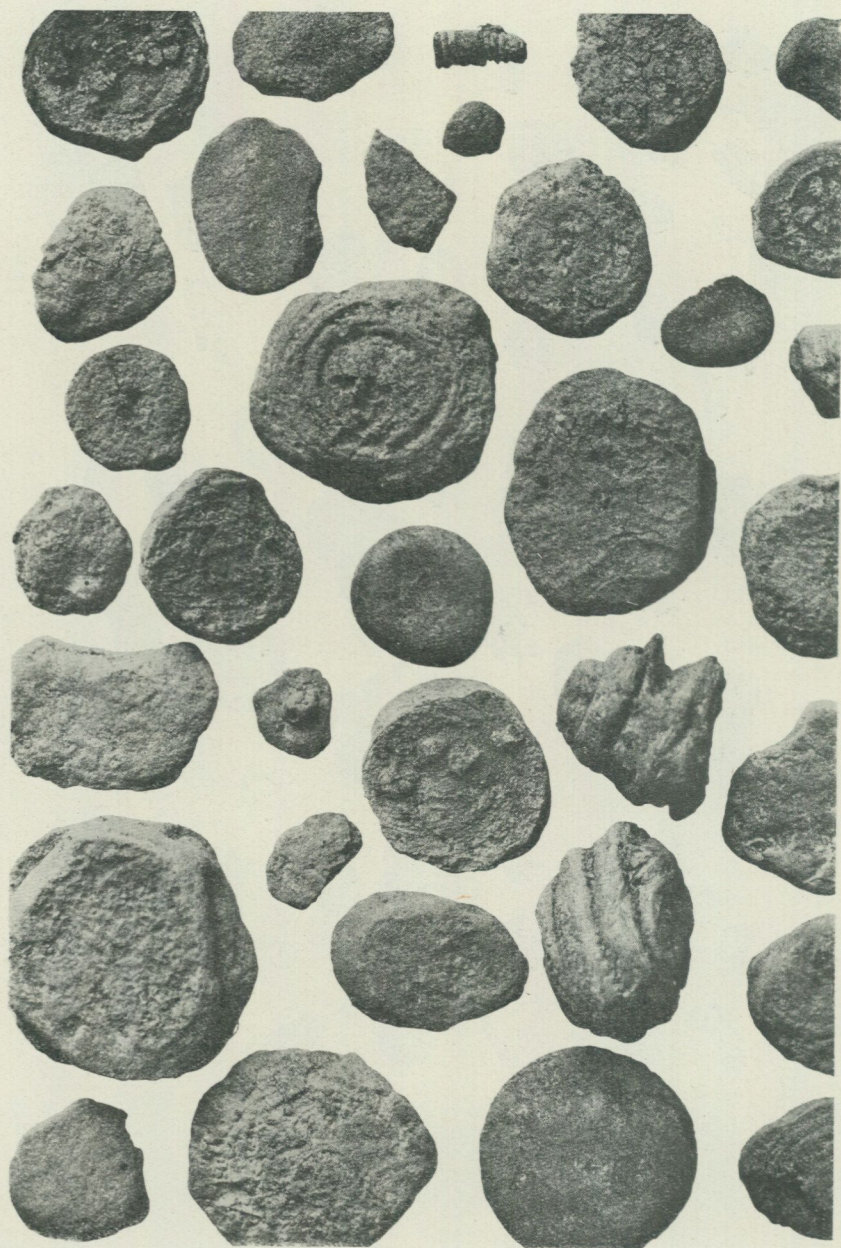


Fig. 7. Penningformade, ej förjárnade konkretioner, väsentligen bestående av en lös lera. Bildningsprincip i överensstämmelse med det i fig. 6 avbildade materialet.

Förstoring 2 : 1.

jämna cylindern. Jämsides härmed uppträda dock ävenledes ett stort antal andra typer, om vilka fig. 6 torde ge en närmare föreställning. Klart är, att denna formbildning till en mycket väsentlig del blir beroende ävenledes av lerans ursprungliga struktur. Är denna — som exempelvis i Vidöstern — utpräglat skiktad och efter skiktytorna lätt klyvbar, så uppstå ofta nog rothylsor, vilka redan *in situ* fragmenteras till formen av centralt genombrutna »penningar»; eller ock uppstå rothylsor, där de olika lerskikten markeras av omväxlande större och mindre »penningar» inom rullen o. s. v. En närmare illustration till dessa företeelser torde bäst lämnas av vidstående fig. 7.

Primärt torde väl dessa rothylsor till övervägande del betingas av de koncentrationsförändringar i den omgivande miljön, vilka betingas av rotens livsverksamhet. Den väsentliga järnanrikningen innebär där- emot åtminstone ofta nog något helt sekundärt och representerar, som vi redan framhållit, ett rent postvitalt fenomen.

Det är ju emellertid klart, att formrikedomen hos primärt utbildade rothylsor av ler också måste betinga en motsvarande formrikedom med hänsyn till de färdigbildade roströren. De komplicerade diffusionsprocesser, som härvid måste förutsättas — varom torde kunna hänvisas till LIESEGANGS orienterande arbete över dylika företeelsers allmänt geologiskt-mineralogiska betydelse — måste tydligen f. ö. antagas ytterligare accentuera dessa förhållanden. På detta sätt kunna tydligen lätt nog även dylika bildningar uppstå, vilka eljest erinra om verkliga »Gerölle». Man finner i överensstämmelse härmed också färdigbildade roströr av mycket växlande utseende, även om den »typiska» form, vilken i det föregående avbildats, understundom kan alldeles dominera i dess renhet. En del färdigbildade roströr av mera typisk, resp. avvikande gestaltning ha avbildats i omstående fig. 8—9.

Roströr av dessa olika typer korrelera emellertid mycket ofta även med uppträdande av oxidationsringar — en strukturtyp (jfr fig. 10) vilken tydligen liksom de egentliga roströren kan tänkas uppstå såväl vid autoktona som alloktona järntillskott. Naturligtvis kunna de diffusionsprocesser, som härvidlag måste förutsättas — och varom jag åter hänvisar till LIESEGANGS orienterande arbete — ävenledes giva upphov till roströr av en mycket komplicerad byggnad, t. ex. representerande en skalig struktur av typen »rangelstenar» o. s. v. Dylika bildningar, vilkas existens naturligtvis på ovan angivna grunder måste förutsättas, torde dock ännu ej ha blivit upptäckta.

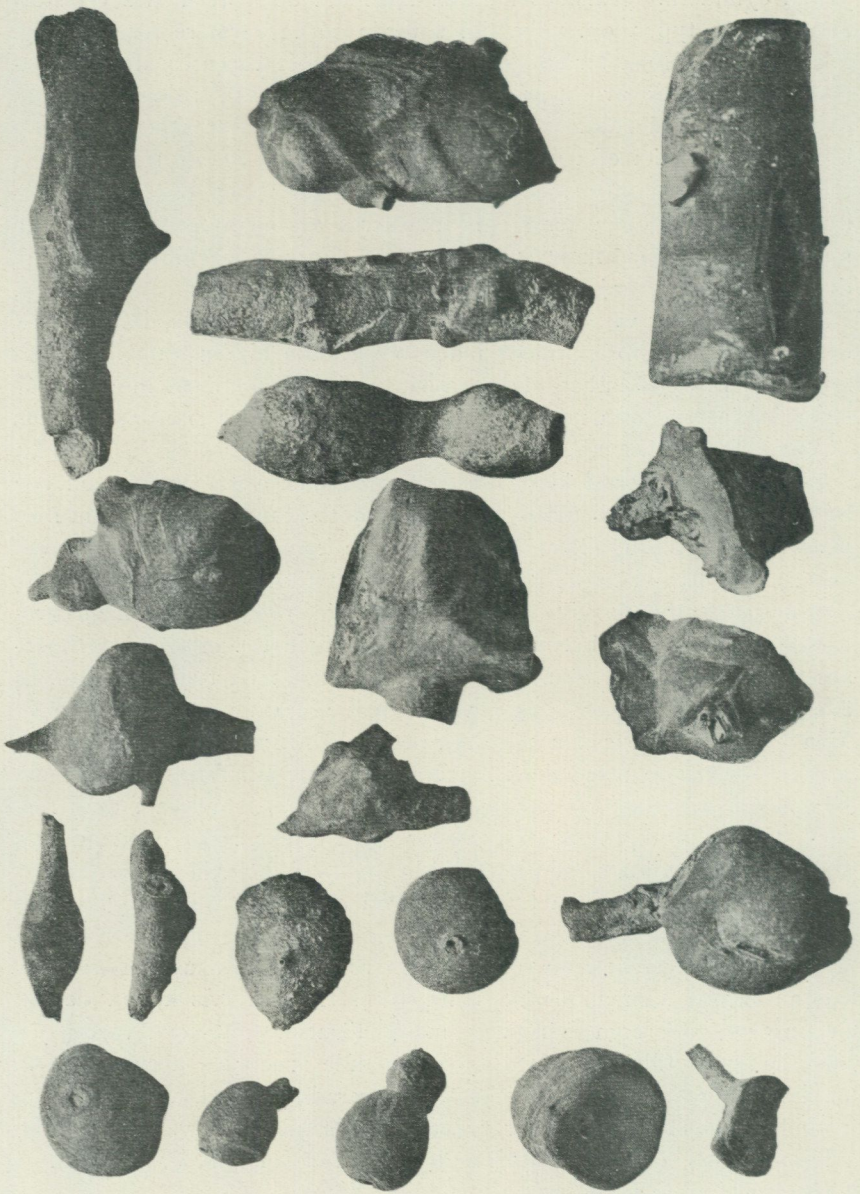


Fig. 8. Roströr från Boden, utslammade ur lera.  
Ur S. G. U:s samlingar. — Naturlig storlek.



Fig. 9. Några andra om vissa marlekor erinrande roströrsbildningar.

Bildningar av denna typ uppstå kring förgrenade rötter, varigenom också mer eller mindre oregelbundet »förgrenade» roströr uppstå. Ätminstone markeras de olika rotgrenarna genom framskjutande partier på de större konkretionerna. — I motsats härtill uppstå de typiska, relativt jämnt cylindriska roströren kring enkla, ej alls eller ej i större grad förgrenade växtrötter, sådana desamma erbjudas av talrika vattenväxter, t. ex. *Isoetes* m. fl.

Ur S. G. U:s samlingar. — Lokal obekant. — Naturlig storlek.

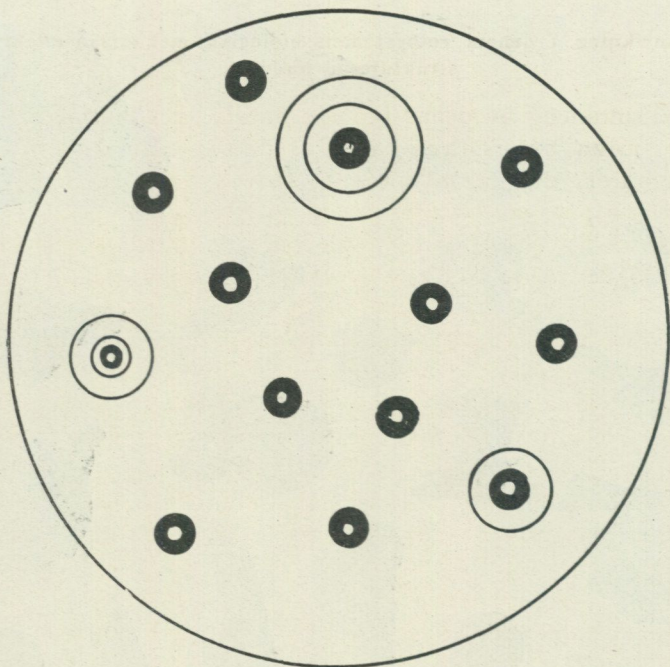


Fig. 10. Schema för det typiska tvärsnittet genom glacialleran från Vidöstern på elitorala nivåer.

Leran genomdrages av ett stort antal rotkanaler, härrörande från recenta växter. Rötterna bortdöda. Kring kanalerna dels enkla roströr, dels oxidationsringar. De sistnämnda kunna utbreda sig betydligt mer än som här tecknats och på detta sätt ernå en diameter av flera cm.

Ungefär naturlig storlek av ett med O. LARSSONS malmprovare upptaget prov.

Den typ av roströr, vilken i det föregående avhandlats, representerar i själva verket den enda hittills kända. I flertalet fall, där dylika bildningar hittills blivit anträffade, torde det just gälla dylika bildningar, vilka träffats utslammade vid sjö- eller flodstränder, ofta nog som verkliga sjömalmer av pipmalmens typ. Ett dylikt förekomstsätt torde dock snarast få anses som sällsynt. *In situ* torde emellertid denna form av roströr — i alla dess olika utbildningsstadier, från lerhylsor till verkliga roströr — vara ojämförligt mera allmänt utbredd i våra glaciala leror, än vad den föreliggande litteraturen synes ge vid handen. För dess slutgiltiga genesis torde växtvärlden direkt sakna närmare betydelse, i det att järnanrikningen i första hand måste anses förlöpa rent postvitalt till de rothylsor, som antagligen kunna tillhöra praktiskt taget vilka växter som helst.

#### 4. Järnanrikning i genom rotsystemets biologiskt-mekaniska effekt klumpstrukturerad jordmån.

En järnanrikning av denna typ har hittills varit fullständigt okänd. Jämlikt mina erfarenheter spelar den emellertid på alla sådana lokaler, där ett alloktont järntillskott kan förutsättas, en ofta nog rent av dominerande roll.

Genom dylika processer — vilka tydligen direkt ej alls sammanhånga med det högre växtlivet — överföres ofta nog hela jordmånen till ett aggregat av järnklumpar, vilka i undantagsfall kunna uppvisa en genomförd oolitstruktur. Malmkornens koncentriska struktur kan härvidlag såväl uppstå genom dess sekundära tillväxt, som också genom diffusionsprocesserna i det primära initialmaterialet. Sträcka sig rötterna härvid ner i ett underlagrande skikt av ler- eller finsand, så kunna däremot — alldeles i överensstämmelse med det i fig. 1 givna schemat — här nere de typiska roströren dominera. Jfr f. ö. fig. 11.

Den högre växtvärlden synes emellertid härvidlag icke utöva någon mera direkt inverkan. Praktiskt taget torde väl också vilken flora som helst kunna överföra jordmånen i en dylik klumpstruktur. Betingelserna för dess vidare utveckling till järnklumpar — ofta nog genom satta av rotkanaler — äro uteslutande att söka i möjligheterna till alloktont järntillskott i form av framsipprande grundvatten. Detta kan visserligen på fastmarken betinga en permanent sumpkaraktär hos floran. Detta behöver dock, som lätt inses, icke vara fallet, ty det alloktona järntillskottet genom grundvatten kan ju exempelvis vara ytterligt periodiskt och därmed ingalunda nödvändigtvis betinga en permanent försumpning av marken.

#### 5. De olika av rotmaterialets verksamhet beroende järnanrikningsföreteelserna i deras förhållande till sjö- och myrmalternas genesis.

Det torde av det föregående utan vidare vara klart, att de företeelser, som här klarlagts, i större eller mindre utsträckning måste göra sig gällande även vid sjö- och myrmalternas genesis.

Vad först beträffar sjömalterns genesis, så spela dock dessa järnanrikningsföreteelser härvid en föga framträdande roll. Visserligen äro malmfälten ofta nog rikligt bevuxna, men det är dock i första hand ett initialmaterial av annan härkomst, som härvidlag betingar järnanrikningen. Roströr i egentlig mening äro f. ö. i stort sett så gott som alldeles utan betydelse härvidlag, varemot rötternas uppluckrande inverkan vid klumpstrukturens utbildning kan ernå ett avsevärt inflytande. — Då det egentliga malmbildningslagret städse representeras av en



Fig. 11. Ett gräs med den ännu kvarsittande, genom rotmaterialets inflytande i hyls- resp. klumpstruktur överförda jordmånen (mo).

Inträder en järnanrikning i detta material, uppstå malmbildningar av mycket växlande typ, vilka dock merendels genom en central genomborrning förråda sin ursprungliga härkomst.

Silhuettfotografi i naturlig storlek.

ockerhaltig gyttja, vilande på sand eller ler, så är det härav också klart, att de roströrbildningar, som gå av stapeln i detta underlagrande skikt, så gott som icke alls kunna göra sig gällande vid de egentliga malmernas uppkomst. Endast i sådana fall, där en sekundär utslamning av dessa i undre skikt bildade roströr är möjlig, kunna de alltså härvidlag göra sig gällande. Detta är ju dock, som lätt inses, rena undantagsfall, vilka icke kunna tillerkännas någon större betydelse för vår uppfattning angående de egentliga sjömalmenas genesis.

För myrmalmernas vidkommande ligga emellertid förhållandena helt annorlunda. Här är det nämligen just växtvärlden, som i första

hand levererar initialmaterialet för den sedermera inträdande järnanrikningen. Dock är det även härvidlag mindre fråga om ett direkt samband än framför allt om ett indirekt — genom rötternas inverkan på markens struktur. Härvidlag kan visserligen roströrens bildningsprincip i stor skala göra sig gällande. Av en långt större betydelse härvidlag är emellertid just de förutsättningar till klumpstrukturens uppkomst, vilka rotmaterialet betingar. I själva verket representera dessa förut alldeles förbisedda förhållanden just själva kärnpunkten i fråga om myrsmalmernas formbildningsproblem. Först kännedom om detta rotmaterialets biologiskt-mekaniska inflytande på markstrukturen möjliggör alltså en vidare klarläggning av detta förut fullständigt outredda problem. Jfr f. ö. närmare hos E. NAUMANN l. c. 1921.

### III. Bildningar av ferrofosfat.

Vivianitutfällningar på och kring växtrötter ha förut beskrivits av flera författare, t. ex. av GÆRTNER. Personligen har jag endast vid ett par tillfällen påträffat dylika bildningar — städse i leror, och då alltid i en så utpräglad grad, att man faktiskt kunnat tala om verkliga »vivianitrör», vilka ersatt de ursprungliga lerhylsorna. Som jag sedermera vid granskning av material från kända kvartära vivianitförekomster funnit (t. ex. från Vemdalen), äro dylika bildningar faktiskt mycket vanliga.

I undantagsfall kunna dessa vivianitrör stå så tätt i leran, att de tillsammans bilda en verklig kakmalm av pipstruktur. En dylik bildning — härrörande från Odinslund i närheten av Åminne Bruk, Småland — har avbildats i omstående figur. Detta är emellertid ett undantag. Typiskt förekomma endast isolerade rör, vilka f. ö. till en stor del även bestå av järnoxid.

Den fosforsyra, som erfordras för dessa vivianitrörs uppkomst, torde vid dylika ytterst obetydliga förekomster mycket väl i stort sett kunna levereras av växtvärlden själv. Man finner också i överensstämmelse härmed, att vanliga roströr i centrum ofta nog erbjuda en blåskimrande vivianitbeläggning. Däremot torde man för de stora vivianitlagrens vidkommande väl näppeligen kunna räkna med växtvärlden såsom någon mera betydelsefull fosforsyreproducent. För frågan om de stora vivianitlagrens genesis kan därför förekomsten av dessa »vivianitrör» enligt min mening icke tillmätas någon betydelse. De stora vivianitlagrens direkta samband med berggrundens halt av fosforsyremineral torde fastmera vara otvivelaktig.

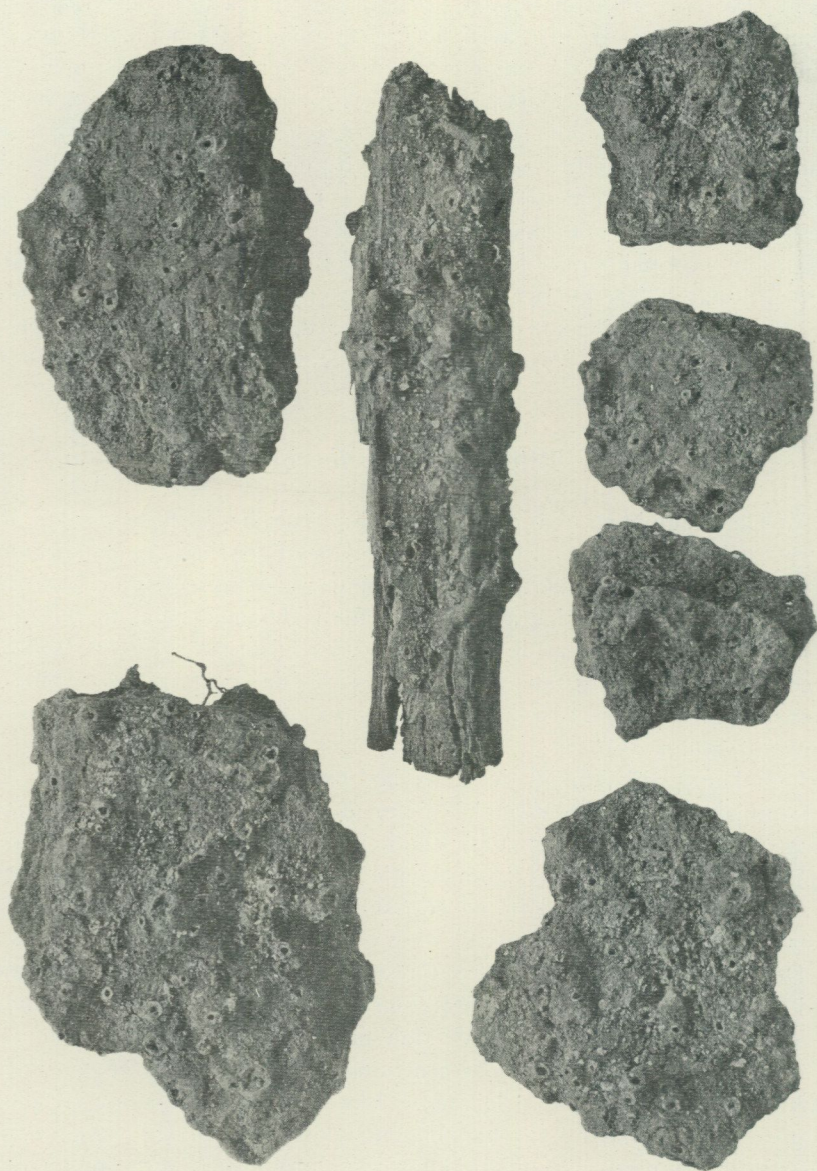


Fig. 12. Svagt förjárnade lerstycken — delvis rikligt vivianitförande — med typiska vivianitrör från Odönslund nära Åminne Bruk. — I mitten ett trästycke, delvis vivianitiserat, och med talrika i ler utbildade vivianitrör.

Ungefär naturlig storlek.

#### IV. Svaveljärnföreningar.

I likhet med vivianit spela svaveljärnföreningar — i form av markasit- och pyritrör — ävenledes en i jämförelse med de egentliga roströren mycket ringa betydelse. Bildningar av denna typ ha bl. a. beskrivits av PALLA.

Själv har jag aldrig iakttagit något dylikt. Det är ju f. ö. klart, att såväl vivianit som svavelföreningar endast kunna spela en skäligen obetydlig roll som inkrusterande faktorer på detta område. Rotkanalen betingar ju nämligen en oxidativ miljö — och alltså måste just järnet i oxidform här dominera. Detta gäller naturligtvis i första hand de fall, där järnlösningarna — antingen från sidan eller uppifrån — framtränga till en redan tom rotkanal och därvid utfällas kring densamma. Men även i de fall, då roten intager sitt naturliga läge i kanalen, måste ju dock genom de centrala partiernas förmultning förr eller senare en oxidationskanal realiseras, varvid även primärt bildade föreningar av annan typ i det stora hela förr eller senare måste överföras i de typiska roströren. Såväl vivianit- som pyrit- och markasitförekomster av denna typ torde väl därför vara av en ganska övergående natur. Möjligen ligger häri också förklaringen därtill, att dylika bildningar endast så ytterst sällan blivit beskrivna. Endast inom ramen av en permanent syrgasspärрад miljö torde de i någon större skala kunna förutsättas.

#### V. Andra utfällningsprocesser kring växtrötter.

Järnanrikning i och kring växtrötter resp. i kanaler därav är, som vi i det föregående närmare framhållit, ett ytterst vanligt förhållande, även om den kanske merendels tar sig uttryck i de företeelser, vilka här första gången beskrivits, och endast i en mindre skala kan antagas leda fram till de typiska och i dess definitiva form sedan länge väl bekanta roströren. Även dylika äro ju dock, som vi sett, mycket vanliga. De uppträda f. ö. icke endast i yngre avlagringar, utan även i äldre, t. ex. i lias-lera. Det synes mig i detta sammanhang icke obefogat att framhålla, hurusom sannolikt en hel del bildningar av typen »*ophiomorpha*» antagligen intet annat representera, än mer eller mindre typiska roströr. Det torde icke sakna sitt intresse att upptaga dessa egendomliga och i stort sett ännu rätt oförklarade bildningar till en närmare behandling enligt de synpunkter, vi i det föregående utvecklat.

Förutom den järnkonzentration, vilken i det föregående avhandlats, är emellertid även en i viss mån likartad kalkanrikning — de s. k. *osteokollerna* — känd. Det förefaller dock — av den hittills föreliggande litteraturen att döma — som skulle dylika bildningar vara relativt sällsynta. För en närmare förståelse av deras morfologi och genesis äro emellertid en serie just härpå inriktade specialundersökningar erforderliga. Jag har ävenledes planerat dylika till utförande. Det synes ju att döma av den utredning, som i det föregående lämnats angående järnanrikningens princip, icke omöjligt att dylika undersökningar skulle kunna sprida ett helt nytt ljus över många marlekors och kalkooliters bildningsförutsättningar.

Andra kring växtrötter genomförda utfällningsprocesser än de, vilka representeras av järn och kalk, ha hittills icke beskrivits. Det synes oss dock ganska sannolikt, att man därjämte — åtminstone inom de begränsade områden, där manganet dominerar över järnet — härvidlag helt enkelt måste räkna ävenledes med denna förstnämnda metall. Mangan har ju nämligen i så många fall visat sig kunna fullständigt »vikariera» för järnet. Så är exempelvis fallet vid den bakteriellt betingade utfällningen av resp. oxider, så ock vid sjö- och myrmalmernas bildning. All sannolikhet torde därför tala i den riktning, att aldeles detsamma — om också endast i undantagsfall — kan göra sig gällande vid de till växtrötter, deras kanaler och övriga härav betingade bildningar knutna anrikningsformer, vilka i det föregående avhandlats.

Vid den orienterande granskning, som i det föregående ägnats frågan om järnets utfällning kring växtrötter, har huvudvikten lagts vid förloppets geologiska sluteffekt. Klart torde emellertid vara, att dessa förhållanden såväl i rent kemisk som ock i biologisk riktning förtjäna en långt mera ingående granskning. I sistnämnda hänseende är det också min avsikt att själv vidare bearbeta dessa frågor.

## Anförd litteratur.

- ANDERSSON, G., Om sen-glaciala och post-glaciala aflagringar i mellersta Norrland. — Geolog. Fören:s Förhandlingar. Bd XVI. 1894.
- BERKMANN, M., Untersuchungen über den Einfluss der Pflanzenwurzeln auf die Struktur des Bodens. — Int. Mitt. f. Bodenkunde. 1913.
- ERDMANN, E., Jernoxidbildningar i lager tillhörande rätiska formationen i Skåne. — Geolog. Fören:s Förhandlingar. Bd V. 1880—81.
- FEGRÆUS, T., Om de lösa jordaflagringarna i några af Norrlands älfdalar. — Geolog. Fören:s Förhandlingar. Bd XII. 1890.
- GÆRTNER, A., Über Vivianit und Eisenspaat in Mecklenburgischen Mooren. — Diss. Güstrow 1897.
- HOUTERMANS, E., Über angebliche Beziehungen zwischen der Salpetersäure-assimilation und der Manganabscheidung der Pflanze. — Sitzber. der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Wien 1912.
- LIESEGANG, R. E., Geolog. Diffusionen. — Dresden und Leipzig 1913.
- MOLISCH, H., Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. — Jena 1892.
- Über lokale Membranfärbung durch Manganverbindungen bei einigen Wasserpflanzen. — Sitzber. der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Wien 1910.
- Über die Fällung des Eisens durch das Licht und grüne Wasserpflanzen. — L. c. 1909.
- NAUMANN, E., Södra och mellersta Sveriges sjö- och myrmalmer. Deras bildningshistoria, utbredning och praktiska betydelse. — S. G. U. Årsbok 13 (1919). Stockholm 1921.
- PALLA, E., Rezente Bildung von Markasit in den Mooren von Marienbad. — N. Jahrb. f. Min. 1887.
- RAMANN, E., Bodenkunde. — Berlin 1911.

---

## Resumé.

1. Der Verfasser gibt in der vorliegenden Mitteilung eine Übersicht über derartige Bildungen, welche durch die Konzentration des Eisens an Pflanzenwurzeln (»Roströhre« u. s. w.) zu stande kommen.
2. Die betreffenden Bildungen können genetisch folgendermassen gruppiert werden:

## I. Das Eisen ist autochton.

1. Das Eisen wird direkt in den Pflanzenwurzeln angereichert.
2. Das Eisen wird in derartigen Bildungen, welche durch den biologisch-mechanischen Effekt der Wurzeltätigkeit auf die Struktur des Bodens (Krümeln, Wurzelröhren u. s. w.) zu stande kommen, angereichert.

II. Das Eisen ist allochthon, d. h. wird durch Grundwasser u. s. w. den Standorten herbeigeführt.

Einteilung wie unter I.

3. Das Eisen kann in den betreffenden Bildungen vor allem als  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , als  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$  und als  $\text{FeS}_2$  auftreten.
4. Von diesen Verbindungen sind die von  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sehr gewöhnlich; die anderen aber sehr selten.
5. Die Anreicherung des Eisens als Oxyd kann von den folgenden Gesichtspunkten betrachtet werden:

I. Die Anreicherung erfolgt in rein chemisch-physikalischer Weise (und zwar der Hauptsache nach rein postvital und ohne irgend eine Beeinflussung durch die Wurzeln) in den Strukturelementen, welche durch die biologisch-mechanische Wirksamkeit der Wurzeln entstanden sind. Sowohl Roströhre wie auch die kompliziertesten Oolitbildungen können in dieser Weise entstehen.

Dieser Fall ist gewiss sehr allgemein vorhanden und zwar vor allem in tonigen Böden. In dieser Weise gebildete »Roströhre« sind auch seit langer Zeit wohl bekannt.

II. Die Anreicherung erfolgt direkt in den Wurzeln. — Auch dieser Fall ist tatsächlich sehr häufig vertreten. Die Qualität der Vegetation scheint hierbei — ebenso wenig wie in dem Fall I — keinen näheren Einfluss auszuüben. Diese Anreicherung ist nämlich ebenfalls rein postvital. Sie kommt hier vor allem durch eine Anreicherung des Eisens in und an absterbenden Zellen zustande. Wahrscheinlich handelt es sich hier sehr oft um eine Anreicherung an gerbstoffgefüllten Zellen. Eine Anreicherung des Eisens nach diesem Typus ist vom Verfasser vor allem für verschiedene Mitglieder der Sumpf- und der Wasservegetation nachgewiesen.

Selbstverständlich können die Fälle I und II kombiniert vorliegen. In dem Fall I dürfte aber die rein chemische Oxydation des in den Wurzelröhren hervortretenden Eisens die Hauptrolle spielen.

6. Diese Anreicherungsform des Eisens spielt vor allem für die Genesis der Sumpferze eine bedeutungsvolle Rolle. Für die Genesis der Seen-Erze ist sie aber nur von einer ganz nebensächlichen Bedeutung.

7. Vivianitrohre kommen sehr oft mit den Oxydröhren kombiniert vor. Pyrit- bzw. Markasitrohre sind aber nur sehr selten anzutreffen, was ja eigentlich mit Rücksicht auf die Art des oxydierenden Milieus, das ja die Wurzeltätigkeit vor allem bedingt, als fast selbstverständlich bezeichnet werden kann.

Frühjahr 1919.

### Erklärung der Textabbildungen.

Fig. 1. Schematisches Profil durch ein grasbewachsenes Boden, wo eine verhältnissmässig dünne humose Schicht auf Ton lagert. In der erstgenannten entsteht durch die Wirksamkeit des Wurzelsystems vor allem die Klump-, in der letztgenannten aber vor allem die Röhrenstruktur.

Fig. 2—3. Exemplare von *Scirpus palustris*, die Vererzung des älteren absterbenden Wurzelsystems sehr gut zeigend. — Man vergleiche vor allem die Dicke jüngerer (nicht vererzten) bezw. älterer (ausgiebig vererzten) Wurzeln!

Fig. 4 a. Schema der Vererzung absterbender Wurzeln bei *Phragmites*. Dasselbe Schema gilt noch für mehrere andere Pflanzen der Sumpf- und Wasservegetation. — Fig. 4 b stellt einen anderen, ebenfalls sehr verbreiteten Vererzungstypus dar. — Fig. 4 c. Schema verschiedener Typen der »Erz-Haube« bei See- und Sumpfpflanzen.

Fig. 5. *Juncus supinus* f. *fluitans*. Exemplar mit kleineren Roströhren.

Fig. 6. Tonkonkretionen (nicht vererzte) aus dem glazialen, von der jetzigen Gytja überlagerten Ton des See Vidöstern. — Nat. Grösse.

Fig. 7. Ebenso. Hier aber hauptsächlich geldförmige Konkretionen. Entstehen wie die in Fig. 6 abgebildeten um Pflanzenwurzeln und sind deshalb zentral durchgebohrt. Die Geldform folgt ohne weiteres aus dem schichtigen Bau des glazialen Tons. — Durch die Vererzung derartiger Elemente entstehen die verschiedensten Erzformen. — Vergr. 2 : 1.

Fig. 8. Vererzte Tonkonkretionen aus glazialen Ton bei dem Fluss Lule Älv. — Nat. Grösse.

Fig. 9. Vererzte Tonkonkretionen aus einem anderen glazialen Ton. — Nat. Grösse.

Die verschiedensten Formen können in dieser Weise entstehen. Die Formbildung hängt sowohl von der ursprünglichen Struktur des Tons, wie von der Art des Wurzelmaterials, ab. Einfache Wurzeln ergeben gewöhnliche, zylindrische Röhre (vergl. Fig. 8), verzweigte hingegen mehr kompliziert aufgebaute (vergl. Fig. 9). Selbstverständlich können sich auch die verschiedensten Diffusionsprozesse — vergl. hierbei vor allem die grundlegenden Arbeiten LIESEGANGS l. c. 1913 — bei Ausbildung der Formen beteiligen. Es entstehen in dieser Weise oft somit auch Bildungen, die sonst eine Art von Gerölle vortäuschen können.

Fig. 10. Schematischer Schnitt durch einen glazialen Ton. Um die Wurzelkanäle typische Roströhrenbildungen, ebensowie kleinere Systeme von Oxydationsringen. — Nat. Grösse.

Fig. 11. Teil des Wurzelsystems nebst anhängenden Elemente der Bodenstruktur eines Grasses. Es ist vor allem in derartigen Klump- und Röhrenbildungen, wo sich das allochthone Eisen anreichert. — Nat. Grösse.

Fig. 12. Vivianitröhre in einem stark vivianithaltigen Ton. — Nat. Grösse.

STOCKHOLM 1921. KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER. 202303