

GEOLOGISKA KOMMISSIONEN I FINLAND

GEOTEKNISKA MEDDELANDEN

N:o 20

OM SJÖMALMERNÄ

I NÅGRA SJÖAR I PUSULA, PYHÄJARVI, LOPPIS,
SOMERNIEMI OCH TAMMELA SOCKNAR

AV

B. AARNIO

ÖVERSÄTTNING FRÅN FINSKAN

AV

E. R. LYDÉN

(DEUTSCHES REFERAT)

HELSINGFORS 1918

GEOLOGISKA KOMMISSIONEN I FINLAND

GEOTEKNISKA MEDDELANDEN

N:o 20

OM SJÖMALMERNÄ

I NÅGRA SJÖAR I PUSULA, PYHÄJÄRVI, LOPPIS,
SOMERNIEMI OCH TAMMELA SOCKNAR

AV

B. AARNIO

ÖVERSÄTTNING FRÅN FINSKAN

AV

E. R. LYDÉN

(DEUTSCHES REFERAT)

HELSINGFORS 1918
FINLANDS SENATS TRYCKERI

Innehåll:

	Sid.
Inledning:	
<i>Sjömalternas förekomst</i>	7
<i>Sjömalternas sammansättning</i>	10
<i>Sjömalternas uppkomst</i>	14
Sjömalternerna i några sjöar i Pusula, Pyhäjärvi, Tammela och Somerniemi socknar	19
<i>Traktens allmänna karaktär</i>	19
<i>Berggrunden och de lösa jordarterna</i>	21
Heinäjärvi.....	21
Salovesi.....	28
Saarijärvi	30
Anttainen	31
Vaherma	32
Onkima	35
Vuotainen	37
Punelia	39
Sakara	41
Salkolanjärvi	42
Liesjärvi	43
Oksjärvi.....	46
Kuivajärvi.....	48
Pyhäjärvi	49
Kaukjärvi	51
<i>Sjömalternas bildning</i>	52
<i>Sjömalternas föräldring</i>	56
<i>Sjömalternas kemiska sammansättning</i>	59
<i>Sjömalternas nybildning</i>	61
Deutsches Referat	62

Kartläggningarna för ifrågavarande undersökning äro gjorda under sommaren 1916, analyserna under vintern 1916—1917 och de experimentella arbetena under vintern 1915—1916. Vid kartläggningarna i fältet har jag biträtts av Herr B. Lönnroth. Renritningsarbetet är utfört av Fröken Greta Hall.

Inledning.

Sjömalmernas förekomst.

Järnoxid i form av gel anträffas i vissa jordmånsbildningars anrikningszoner, såväl i kärr som sjöar, varest den omgiver mineralkorn och sammanbinder dem, stundom till en stenhård bildning. Dessa olika formationer, i vilka järnoxiden utfallit såsom geléartad gel, benämnas ortjord och ortsten, myr- och sjömalm. Om även dessa anträffas på olika ställen av jordklotet, t. ex. i laterit och podsoljordmåner,¹⁾ synes det vara sannolikt, att i synnerhet myr- och sjömalm uppträda rikligare inom jämförelsevis begränsade områden. Av dessa äro Fennoskandia och Nordamerika de viktigaste, isynnerhet då man tager i betraktande sjömalmerna. Sjömalmerna äro nämligen karakteristiska för trakter, där jordarterna äro grovkorniga och där klimatet är jämförelsevis kallt och fuktigt. I ett dylikt klimat förmultna de organiska ämnena, huvudsakligen växtrester, långsamt och bilda torvlager, vilka täcka de mineraliska jordarterna och på fuktiga ställen bilda kärr.²⁾ Samma förhållanden råda utom Fennoskandias gränser på nordtyska slättens diluvialområde, varest anträffas rikliga järnoxidanhopningar (Raseneisenstein) och till och med sjömalm.³⁾ De i Kanada förekommande sjömalmerna uppträda under liknande förhållanden som i Fennoskandia.⁴⁾

Närmare skildringar om de förhållanden, varunder sjömalmerna uppträda, fattas nästan helt och hållet.

¹⁾ B. Aarnio: Über die Ausfällung des Eisenoxyds und der Tonerde in finnländischen Sand- und Grusböden. Geologiska kommissionens i Finland Geotekniska meddelanden N:o 16, sid. 1—6.

²⁾ F. M. Stapff: Über die Entstehung der Seerze. Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellschaft 18, 1866, sid. 88.

³⁾ W. Weltner: Über den Tiefenschlamm, das Seerz und über Kalksteinaushöhlungen im Mädüsee (Pommer). Arch. f. Naturgeschichte Bd. I. 1905, sid. 284.

⁴⁾ J. F. Kemp: The Ore Deposits of the United States and Canada, sid. 90—91.

I Sverige omnämner Cronquist ¹⁾ malmfyndigheter i sjön Kolsnaren på ett djup av 2,4—3,6 m med en bredd av 3—30 m och av ungefär 10 km längd, löpande parallelt med stranden. I sjön Viren finnes sjömalm på 3—4,8 m djup. Enligt Nörregaard ²⁾ finnes i Småland sjömalm i Vidöstern, Bolmen m. fl. sjöar. Trakten är jämförelsevis svagt kuperad, men rik på sjöar. Sjöarna höra till den finska typen ; de äro jämförelsevis grunda och rika på holmar och vikar. Jordarterna äro huvudsakligen moränsand och morängrus. Bäckgrunden består av gråaktig järngneis, diorit och dioritskiffer.

Enligt Wesenberg-Lund ³⁾ finnes i de flesta av Danmarks sjöar något malm såsom ärtmalm, rikligare finnes därav endast i Fure- och Tjustrupsjön. Malm finnes huvudsakligen endast i musselskalsbältet, i dess nedre del. Vattendjupet är ungefär 8—11 m. Järnoxiden har utfallit på musselskalen och bildat koncentriska ringar, så att det vita musselskalet småningom helt och hållet försvinner, varvid ärtmalm kvarblir. Där varest sjöbotten bestod av svart, illaluktande dy observerades icke malm. På malmfyndslokalerna var botten ler- och kalkhaltig.

Liknande malmbildningar har Weltner ⁴⁾ observerat i Madüsjön i Pommern, där järnoxiden omgav snäckskal och stenar.

Enligt Inostranzew ⁵⁾ finnes i guvernementet Olonetz enligt äldre undersökningar järnmalm i 165 sjöar. Enligt andra undersökningar befinner sig malmen i några av dessa sjöar på lerbotten, som vilar antingen direkt på bäckgrunden eller är avskild därifrån genom ett gruslager. Malmen förekommer vanligtvis på sjöbottens högre, jämförelsevis plana delar, i de djupare delarna finnes uppslamningar. Slambildningar innehålla ej malm. Denna förekommer på ett djup av 2—16 m och malmbildningens tjocklek uppgår till 10—25 cm. ⁶⁾

I Finland finnes sjömalm i hundratals sjöar. Såsom av bifogade karta framgår, ligga de malmförande sjöarna huvudsakligen i landets

¹⁾ A. W. Cronquist: Om sjömalmsfyndigheten i Kolsnaren, Viren och Högsjön i Södermanlands län. Geol. För. i Stockholm Förhandl. Bd. 5, 1880—1881, sid. 402—414 och Om ockerlager vid Strösjö i Jerfsö och Färila socknar i Helsingland. Geol. För. i Stockholm Förhandl. 1886, sid. 214—220.

²⁾ E. M. Nörregaard: Om Sömalmen og dens Anvendelse til Jernframstilling. Sten och cement. Svensk tidskr. f. prakt. geologi 1916, sid. 50.

³⁾ C. Wesenberg-Lund: Studier over Sökalk, Bönnemalm og Sögytje i danske Indsøer. Meddelelser fra Dansk Geolog. För. Nr 7 1901, sid. 79—88.

⁴⁾ W. Weltner: op. c. sid. 284—289.

⁵⁾ A. A. Иностранцевъ: Геологическій очеркъ Повѣнецкаго уѣзда Олоонецкой губерніи. Матеріалы для геологіи Россіи. 1877, sid. 714.

⁶⁾ K. Bogdanowitsch: The Iron Ore Resources of the World, I. Stockholm 1910, sid. 518.

mellersta och östra delar, varemot i kusttrakterna endast få sjöar innehålla malm. I södra delen av landet finnes malm endast i Pusula, Tammela och Loppis socknar, isynnerhet i den trakt, där dessa socknar gränsa till varandra. De malmförande sjöarna befinna sig

Karta över de viktigaste sjömalmfyndigheterna i Finland.¹⁾

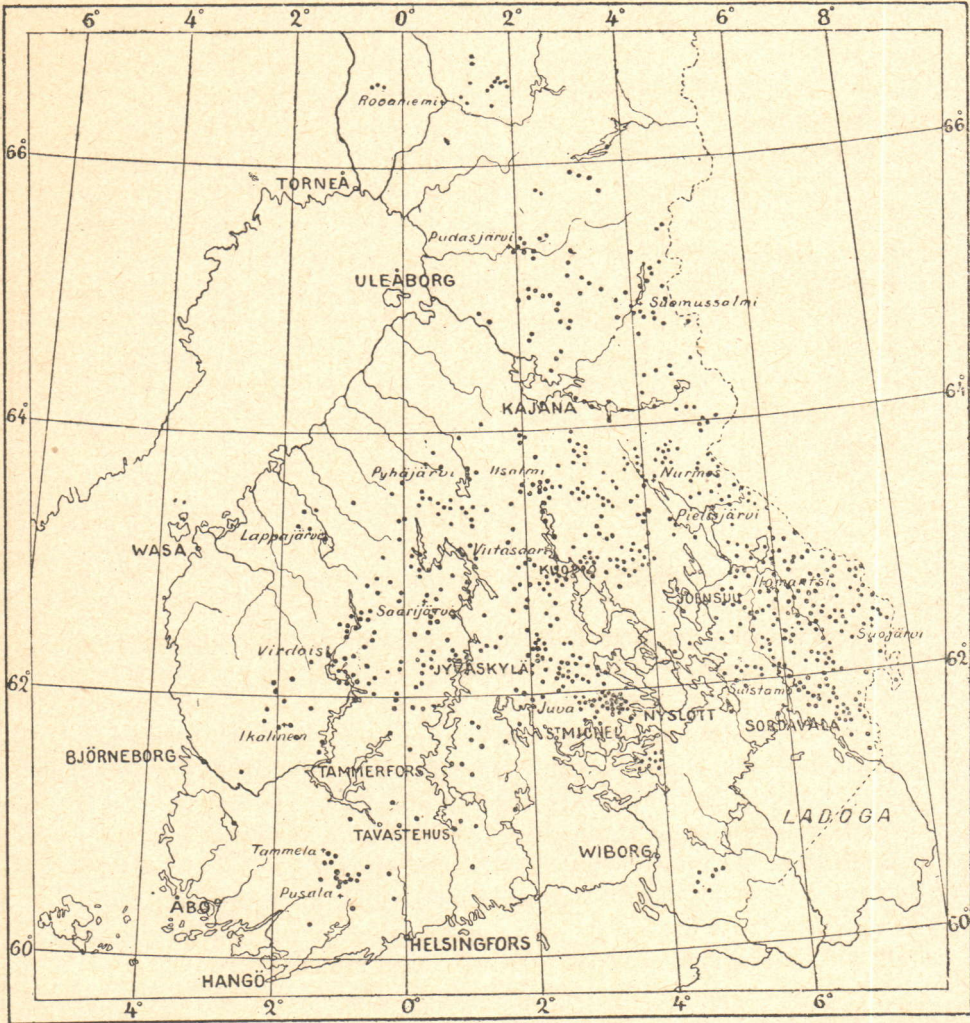


Fig. 1.

• Sjömaln.

¹⁾ B. Aarnio: op. c. sid. 5.

alltså huvudsakligen i trakter, där grus- och sandjordarterna äro förhärskande, medan de däremot äro sällsynta i områden, där jordarterna utgöras av leror. ¹⁾

Enligt C. Rinman ²⁾ förekommer malm i vikar och på grunda ställen på 2—3 och ofta flere alnars djup samt sträcker sig över en areal av 2—3 kappland, men kan stundom vara utbredd över hela sjöns botten, i vilket fall den vanligtvis är oren.

Enligt J. Aschan uppkomma sjömalmen i närheten av långsamt rinnande strömmar, vilka dela sig till stillastående vattensamlingar, eller i sjöar, som erhålla sitt vatten från rinnande strömmar. Malmen förekommer ej på mindre djup än 0,8 m och ej på större djup än 5 m. Någon gång har man erhållit sådan t. o. m. från 12 m djup, men den är då »klastisk» och värdelös. (»De bestå dock av den klastiska värdelösa skorpmalmen.») Enligt Aschan beror detta därpå att vattentrycket förhindrar de järnhaltiga källadrorna att utgjuta sig. Sjömalm förekommer vanligtvis vid långgrunda stränder, parallelt med säv- och vassbestånd och omkring grund, men man har även funnit därav i åar och hav. De manganrikare malmen bildas enligt hans åsikt på mjuk, gyttjig botten, där säv växer; de järnrikare åter vid hårda, med vass bevuxna stränder. Vid starrbevuxna stränder förekommer malm icke. ³⁾

Sjömalmen sammansättning.

Sjömalmen sammansättning varierar inom jämförelsevis trånga gränser. Huvudbeståndsdelen utgöres av järnoxid, varjämte man ofta påträffar manganföreningar, troligen i form av oxid, ävensom organiska ämnen. Övriga ämnen förekomma i växlande mängder, beroende av den mängd slam, som inblandats i malmen. Om analyserna göras så att även silikatbeståndsdelen bestämmas, erhålles naturligtvis ett större antal ämnen, men de böra rätteligen icke räknas till malmen, utan anses som föroreningar av denna. Dylka totalanalyser åskådliggöra därför ej sjömalmen sammansättning, ty det är omöjligt att med stöd av dem avgöra, vilka beståndsdelar hava utfällts ur lösningar och vilka höra till silikatmineralen.

¹⁾ B. Aarnio: op. c. sid. 4—6.

²⁾ C. Rinman: Berättelse ingiven till Hgl. Kgl. Bergs-Collegium, om en uppå dess befallning uti Savolax och Carelen verkställd förrättning år 1792, Stockholm, 1794, sid. 89.

³⁾ Joh: Aschan: Om några förekomster av manganrik sjömalm i norra Savolax. Teknikern 1906, sid. 78—80.

Enligt Senft ¹⁾ innehålla myr- och sjömalmen ävensom limonitbildningarna sand 0—60 %, järnoxid 20—82 %, aluminiumoxid 0—5 %, kiselsyra 0—14 %, fosforsyra 0—10 % och vidare organiska ämnen.

Stapff ²⁾ publicerar några analyser, av vilka må observeras de av honom angivna medelvärdena för 30 av Svanberg utförda sjömalms- och 2 myrmalmsanalyser från Sverige.

	minim.	max.	medelvärde.
Fosforsyra	0.051	1.213	0.476
Svavelsyra	spår	0.430	0.070
Kalkjord	0.266	3.095	1.366
Talkjord	0.021	0.731	0.192
Lerjord	1.232	7.894	3.581
Kiselsyra	5.488	41.258	12.639
Järnoxid	43.225	75.685	62.566
Manganoxid	0.463	34.715	5.578
Vatten (och organiska ämnen) ..	7.576	17.814	13.532
		<hr/>	
		Summa	100.000

Enligt A. W. Cronquist ³⁾ är medelvärdet för 38 sjömalmsprov från sjöarna Kolsnaren (I) och Viren (II):

	I	II
Glödgningsförlust	12.6	11.1
Kiselsyra	22.2	22.1
Järnoxid	54.0	52.4
Lerjord	3.2	3.8
Manganoxiduloxid	3.2	5.4
Kalk	2.0	2.8
Magnesia	2.0	2.1
Svavel	0.07	0.06
Fosfor	0.12	0.93
	<hr/>	
Summa	99.39	100.69

Enligt W. Weltner ⁴⁾ äger Madüsjöns sjömalms följande sammansättning (analys. D:r Winter):

¹⁾ F. Seft: Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen als Erzeugungsmittel neuer Erdrindlagen. Leipzig 1862, sid. 175.

²⁾ F. M. Stapff: Om sjömalms uppkomst. Jernkontorets annaler 1865, sid. 94.

³⁾ A. W. Cronquist: op. c. sid. 402.

⁴⁾ W. Weltner: op. c. sid. 289.

Järnoxid	38.33
Manganoxid	6.25
Kiselsyra	13.91
Fosforsyra	3.60
Svavelsyra	0.04
Lerjord	0.81
Kolsyrad kalk	8.25
» magnesia	0.98
Organiska ämnen + vatten	27.85
	100.02

Av finska sjömalmer har J. Aschan ¹⁾ utfört 18 analyser. Malmerna äro från Onkivesi 1—9, Nerkotjärvi 10—11, Paloisenjärvi 12—13, Kilpijärvi 14—16, Paloisjärvi 17 och Kirmajärvi 18, belägna i närheten av Idensalmi. Malmerna hava förvarats i rumstemperatur 2 månader innan analyserna utförts. Järn-, mangan-, fosfor- och kalkhalten bestämdes genom titrering med kameleonlösning. Mangan, kalk och magnesia åtskiljdes från järn, aluminium och fosfor medels acetatmetoden; mangan utfälldes med brom ur kalk- och magnesialösningen. Organiska ämnen, koldioxid och alkalier bestämdes icke.

Ur J. Aschans publikation framgår ej huruvida med kiselsyra åsyftas i malmen befintliga olösliga mineral eller om analyserna äro

Tabell 1.

N:o	H ₂ O 1550° C	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	S	S beräkn. som SO ₃	Summa ²⁾
1	21.93	12.9	20.47	40.30	0.53	1.1	0.75	0.32	(0.06)	0.15	98.45
2	16.01	14.18	39.48	27.24	0.78	0.68	0.62	spår	—	—	98.99
3	15.22	14.42	56.95	7.85	1.43	3.16	0.44	»	—	—	99.47
4	15.64	11.51	48.81	20.01	0.91	1.89	0.58	»	—	—	99.35
5	18.68	12.1	29.88	36.32	0.89	1.73	0.99	»	—	—	100.59
6	15.31	13.33	43.0	28.40	0.95	0.9	0.59	»	—	—	102.48
7	23.18	12.9	25.83	36.1	0.73	1.04	0.36	»	—	—	100.14
8	12.86	8.68	69.47	3.28	1.25	1.9	0.52	0.37	—	—	98.33
9	17.78	19.42	26.27	32.87	0.45	1.73	0.55	spår	—	—	99.07
10	17.98	9.67	42.05	25.03	0.9	4.02	0.18	»	—	—	99.83
11	11.42	13.12	43.98	25.78	0.74	2.66	0.48	0.19	—	—	98.37
12	14.64	6.37	66.99	7.53	1.2	2.3	0.23	spår	—	—	99.26
13	18.38	13.4	37.43	26.51	0.9	2.25	0.51	0.32	—	—	99.70
14	11.12	8.78	62.81	12.44	1.16	2.0	0.47	spår	—	—	98.78
15	10.61	10.0	61.08	11.45	1.59	2.94	0.39	0.21	—	—	98.27
16	16.7	10.59	46.9	19.99	0.74	2.63	0.59	0.34	—	—	98.48
17	12.61	7.07	67.73	9.63	0.77	2.01	0.42	spår	—	—	100.24
18	16.73	6.97	27.84	46.24	1.0	0.63	0.67	»	(0.06)	0.15	100.23

¹⁾ Joh. Aschan: op. c. sid. 79.

²⁾ Sammanräknat av B. Aarnio.

gjorda såsom silikatanalyser. Dock kan man ej antaga att malmen skulle innehålla så stora kvantiteter syrelöslig kiselsyra. Ur analysresultaten kunde man draga slutsatsen, att de i malmen befintliga mineralen till en stor del bestode av kvarts. Då man nämligen granskar summan av analyserna och tager i betraktande, att de organiska ämnena icke bestämts samt att vattnet vid 155° C endast delvis bortgår, framgår det tydligt av analyserna, att alkalier knappast ens kunna förekomma i malmerna. Hela kvantiteten aluminium i analysen vore sålunda bunden vid kalcium såsom kalkfältspat, vilket ej är sannolikt. Även vad de organiska ämnena beträffar, finnes det därav i malmerna synnerligen litet, högst 1.5 procent. Var de icke bestämda ämnena kunde få plats i analyserna N:ris 5, 6, 7, 10, 13, 17 och 18, är svårt att avgöra. Även manganhalten är mycket hög, uppgående ända till 46 procent. Enligt K. Bogdanowitsch innehålla t. ex. de ryska (karelska) sjömalmen högst 20.18 procent mangan, beräknad såsom Mn_2O_3 .¹⁾

Enligt J. Aschan varierar Fe_2O_3 mellan 20—67.7 procent och MnO_2 mellan 3—46 procent. Det ser ut som om järn och mangan i dessa malmer skulle ersätta varandra, ty de malmer, som innehålla rikligt järn, innehålla mindre mängder mangan och tvärtom, dock ej så att denna regel vore utan avvikelser.

En tydligare bild av sjömalmen hade man otvivelaktigt erhållit, om de malmbildande ämnena järn och mangan hade bestämts särskilt för sig och de i syror (HCl, HNO_3) olösliga silikatmineralen skilt för sig. Såsom en brist bör även framhållas att de organiska ämnena lämnats obestämda.

Av finska sjömalmer äro några analyser av mig utförda, varvid endast järn, mangan och humus bestämts.²⁾

Tabell 2.

Malmart	Fyndort	Fe_2O_3 %	MnO %	Humus %
Penningmalm	Pahkalahti, Jukajärvi	64.45	2.01	3.17
Ärtmalm	Vuotjärvi, Nilsä	58.56	0.00	3.76
»	Ylänurmes, Nilsä	56.53	2.29	2.90
»	Ylä- och Alapieksä, Nilsä	46.04	7.07	3.59
»	Kaavinjärvi, Tuusniemi	46.02	5.00	2.98
Penningmalm	Yläluostajärvi, Rautavaara	45.71	2.14	3.27
Ärtmalm	Viianselkä, Riistavesi	44.21	6.61	3.61

¹⁾ K. Bogdanowitsch: op. c. sid. 518.

²⁾ B. Aarnio: op. c. sid. 25.

I dessa analyser har järnet bestämts sålunda att malmen smälts med kaliumbisulfat och Fe_2O_3 bestämts med kameleonlösning, mangan kolorimetriskt och humus medels elementaranalys.

Sjömalmernas uppkomst.

Om järnoxidbildningarnas (ortstenens, myr- och sjömalmer-nas) uppkomst har under tidernas lopp flere olika teorier utvecklats. ¹⁾ Dock hava av dessa endast få förblivit gällande. Redan C. Sprengel ²⁾ förklarade deras uppkomst sålunda, att det kolsyrehaltiga regnvattnet intränger i marken och ur det humusrika översta lagret upplöser humussyror och kolsyra, vilka åter ur de underliggande lagren upplösa järnoxid, järnoxidul och fosforsyrad järnoxid. Då vattnet stannar i sitt lopp, oxideras den i kolsyran lösta järnoxidulen och utfälls som järnoxidhydrat. Vid vattnets avdunstning utfällas humussyrad och fosforsyrad järnoxid samt uppblandas med järnoxidhydratet. Även kunna humussyrorna oxideras till kolsyra och järnoxidhydratet utfällas genom luftens invärkan, eller kan den humusyrade järnoxidulen oxideras till olösliga oxidsalter. ³⁾

Vad dessa teorier beträffar bör märkas, att järnkarbonatbildningar hos oss iakttagits i mycket ringa mängd. Om dessa bildningar åter vore humater, borde mellan humusämnen och järn råda ett någorlunda konstant förhållande, vilket analytiskt ej kunnat uppvisas. ⁴⁾

På senare tid hava allt flere forskare kommit till det resultatet, att denna järnets vandring och utfällning följa lagen för kolloider. Enligt denna lag vore järnoxiden dispergerad i de i jorden sipprande lösningarna, och dess utfällning vore en följd av humusämnens och elektrolyters invärkan. Järnoxidkonkrementen vore sålunda icke egentliga kemiska föreningar, utan blandningar, vilkas beståndsdelar ej stå i något konstant förhållande till varandra, utan i vilka de olika substansernas mängder variera inom jämförelsevis vida gränser. Detta faktum är för övrigt analytiskt bevisat. ⁵⁾

Sedan Ehrenberg ⁶⁾ i kärren i närheten av Berlin hade funnit

¹⁾ B. Aarnio: op. c. sid. 27—37.

²⁾ C. Sprengel: Die Bodenkunde, Leipzig 1844, sid. 103.

³⁾ F. M. Stapff: op. c. sid. 137—140. Ad. Mayer: Bleisand und Ortstein. Die landw. Vers. Stat. Bd. 58, 1903, sid. 168.

⁴⁾ B. Aarnio: op. c. sid. 34.

⁵⁾ B. Aarnio: op. c. sid. 35—36.

⁶⁾ Ehrenberg: Vorläufige Mitteilung über das wirkliche Vorkommen fossiler Infusorien und ihre grosse Verbreitung, Pogg. Ann. 38. 1836, sid. 217.

infusiorier, *Gaillonella ferruginea*, och antagit att dessa spelade en viktig roll vid sjömalmerens uppkomst, hava flera forskare antagit att bakterierna skulle invärka på järnoxidbildningarnas och järnmalmernas uppkomst.

F. Cohn ¹⁾ undersökte väl utvecklade bakterier, *Crenothrix polyspora*, vilka till en början voro färglösa, men senare gula eller bruna. Då han konstaterat att den bruna färgen härrörde från järnoxid, antog han att järnoxiden avlagrade sig i cellerna på samma sätt som kiselsyran i kiselalgerens pansar. Zapf åter förmodade att denna företeelse var av rent mekanisk art, på samma sätt som t. ex. ett färgämnes utfällning i lösning, då denna försattes med gelatin. ²⁾

Winogradsky ³⁾ har undersökt järnbakterier, i synnerhet *Leptothrix ochracea*, och anträffat dem i konkrement av järnockra ur kärr och ängar. Synnerligen rikligt och i ren form har han funnit dem i järnoxidulhaltiga (FeCO_3) järnkällor och observerat, att de förefinnas i rikligare mängd, ju starkare halt av järnoxidul vattnet äger.

Med stöd av experimenten har han fastställt de förhållanden, under vilka bakterierna trivas, och kommit till följande resultat:

1) Bakteriernas brunfärgning försiggår endast i järnoxidulhaltigt vatten, sålunda att järnoxidulens oxidation försiggår i själva bandsubstansen.

2) *Leptothrix*banden växa endast i det fall, att järnoxidul regelbundet tillföres lösningen.

3) *Leptothrix* tillväxer i en lösning, som innehåller små mängder organiska ämnen (0.005—0.01 % kalciumbutyrat eller natriumacetat). Enligt hans åsikt beror utfällningen av järnoxid i bakterierna ej på ämnesökning i cellerna, utan på anhopning av de bildade ämnesomsättningsprodukterna. Emedan järnbakterierna tillväxa endast då oxidation av järnoxidul försiggår i deras celler, sluter han därav, att deras livsprocess fortgår under järnoxidulens oxidation till järnoxid på det därvid frigjorda värmets («actuelle Energie») bekostnad.

Enligt Winogradsky är järnbakteriernas uppgift i naturen synnerligen intressant. »De ofantliga järnmalmslager, vilka äro bekanta under namnen myr-, sjö- och ängsmalm o. s. v., kunna mycket sannolikt anses vara resultatet av dessa organismers arbete.»

¹⁾ F. Cohn: Über den Brunnenfaden (*Crenothrix polyspora*). Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. 1. H. 1, sid. 119.

²⁾ S. Winogradsky: Über Eisenbakterien. Bot. Zeit. 1888, sid. 261—262. Zapfs originala avhandling har ej stått mig tills buds.

³⁾ S. Winogradsky: op. c. sid. 263—270.

O. Aschan ¹⁾ anser att denna genom järnoxidulens oxidation frigjorda energi ej är nödvändig för bakterierna och knappast ens sannolik, då dem redan står till buds färdigt uppbyggda (syntetiserade) ämnen, nämligen humussyrorna.

Sjömalmernas bildning tänker han sig försiggå sålunda, att järnbakterien slår sig ned på ett sandkorn och tillgodogör sig den i vatten befintliga ferrihumatlösningen och avsätter omkring sig den del av den närande substansen, som den ej förmår tillgodogöra sig, nämligen vattenhaltig järnoxid, som innehåller litet humusämnen. Malmen giver dessutom organismerna skydd. I dess porer utvecklas generation efter generation och bildar koncentriskt nya malmskikt. Emedan malmerna äro jämförelsevis hårda, anser han även detta vara en följd av bakteriernas arbete. De malmbildande organismerna skulle således till först åstadkomma det i lösning befintliga ferrohumatets oxidation, därefter det bildade ferrihumatets koagulation och slutligen dess långsamt skeende övergång till hård sjö- malm, eller ock skulle dessa processer framkallas genom ingrepp av olika arter.

Enligt H. Molisch ²⁾ trives *Leptothrix ochracea* utan järn och mangan i den organiska näringslösningen. Härav sluter han i motsats till Winogradsky, att järnet i näringsfysiologiskt hänseende är utan betydelse för järnbakterierna, varemot skalet har den huvuduppgiften, att det fungerar såsom filtrum, vilket kvarhåller de upptagna järnföreningarna och i fall av behov oxiderar dem, utan att järnoxiden intränger i cellerna eller plasman. ³⁾

Vad järnbakteriernas förekomst i naturen beträffar, har R. Lieske genom noggranna undersökningar kommit till följande resultat: ⁴⁾

1) Alla järnbakterier tillväxa i klara, stillastående eller rinnande vatten, varemot han aldrig anträffat dem i grumligt, slamblandat vatten. Ett undantag utgöra starkt järnhaltiga källor, i vilka järnoxidhydrat mekaniskt utfällts.

2) Han har aldrig anträffat järnbakterier i vatten, som innehåller riklig organiska ämnen.

3) Alla vatten, vari järnbakterier anträffats, hava varit starkt CO₂-haltiga.

¹⁾ O. Aschan: Humusämnena i de nordiska inlandsvattnen och deras betydelse, särskildt vid sjömalmernas daning. Helsingfors 1906, sid. 151—157.

²⁾ R. Lieske: Beiträge zur Kenntnis der Physiologie von *Spirophyllum ferrugineum* Ellis, einem typischen Eisenbakterium. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Bd. 49. 1911, sid. 97.

³⁾ Hans Molisch: Die Pflanze in ihrer Beziehung zum Eisen, Jena 1892, sid. 70.

⁴⁾ R. Lieske: op. c. sid. 99—100.

4) Alla vatten, i vilka man kan iakttaga att järnbakterierna väl trivas, äga hög järnhalt.

Med stöd av renodlingsförsök har Lieske bl. a. kommit till följande resultat: ¹⁾

Renodlingen av Spirophyllum lyckades i en näringslösning, som förutom oorganiska salter innehöll kolsyrad järnoxidul och helt och hållet saknade organiska näringsämnen.

Utan järntillsats tillväxte Spirophyllum ej.

Andra metaller kunna ej ersätta järn.

Andra järnoxid- och oxidulsalter kunna ej ersätta järnoxidul-karbonat.

Vid tillsats av organiska ämnen hämmas eller upphör Spirophyllums tillväxt helt och hållet.

Järnets avskiljande beror på Spirophyllums livsvärksamhet.

Järnoxidulcarbonatets oxidation till järnoxidhydrat bör anses utgöra kraftkällan till koldioxidens kemiskt-syntetiska assimilation. För att besvara frågan, huruvida järnoxidens avskiljande och anhopning i järnbakteriernas skal är en mekanisk företeelse, såsom Molisch har antagit, eller om den beror på deras livsprocesser, framhåller Lieske, att olika järnbakterier i detta avseende förhålla sig på olika sätt. Så t. ex. är järnoxiden jämt fördelad i Spirophyllumbanden, varemot den hos andra järnbakterier (*Crenothrix polyspora*, *Clostridium fusca* och *Leptothrix ochracea*) är anhopad endast i bakteriernas skal (Scheide), vilka tillväxa då järnmängden ökas. Likväl är det anmärkningsvärt, att man i *Leptothrix*-cellerna ej kunnat påvisa järn och att de döda bakteriernas skal upptaga järn från lösningen. (Molisch och Lieske). Då emellertid gelerna (t. ex. gelatin eller de döda bakteriernas skal) förmå upptaga endast en bestämd mängd järn från en lösning, varemot Spirophyllumbanden upptaga järn så länge de äga liv, drager Lieske därav den slutsatsen, att järnet anhopas i dem genom deras livsprocess. ²⁾

Om man enligt O. Aschan skulle antaga, att sjöalmerna vore något slags bakterieuttömningar, borde väl även deras skal, vilka enligt Lieske huvudsakligen bestå av mineraliska ämnen (0.4965 gr torrsbstans gav 0.4752 gr aska och glödgningsförlusten var endast 0.0213 gr.), vara bibehållna, i synnerhet då de äro mycket varaktiga ³⁾ och sjöalmerna nutida bildningar. Emellertid har man ej anträffat dem allmänt. Så t. ex. har Inostranzew i sjöalmerna från Olonetz ej

¹⁾ R. Lieske: op. c. sid. 125—126.

²⁾ Lieske: op. c. sid. 116—120.

³⁾ W. Rullman: Die Eisenbacterien. F. Lafar: Handbuch der technischen Mykologie. Bd. III, sid. 194.

funnit andra organismer än några diatomacéer, järnbakterier ej alls (но изъ массы различныхъ галлонеллей — Gaillonella ferruginea — не было найдено ни одной).¹⁾ Molisch har undersökt 34 sjö- och myrmalmsprov, varav 2 sjömalmsprov från Wermland i Sverige, och anträffat lämningar av järnbakterier endast i 3 prov (9 %), av vilka 2 voro från Sibirien och ett från Schlesien.²⁾ Då man därtill tager i betraktande de förhållanden, under vilka järnbakterierna trivas, klart CO₂-haltigt vatten, som ej innehåller rikligare mängder organiska ämnen, så inses varför järnbakterier ej observerats i dessa bildningar i Fennoskandia. Vattnen här äro mycket fattiga på koldioxid, men starkt humushaltiga (enl. O. Aschan i medeltal 2 gr organiska ämnen per 100 liter vatten).³⁾ De äro således fullkomligt otjänliga för järnbakteriens utveckling, enär dessa enligt Lieske icke kunna tillgodogöra sig organiska ämnen, utan endast koldioxid, på samma sätt som nitrit- och nitratbakterierna.

E. M. Nörregaard⁴⁾ antager att förutom de tidigare nämnda, orsakerna ännu de klorofyllhaltiga växterna bidraga till sjömalmer-nas bildning, utan att dock närmare förklara detta egendomliga antagande.

¹⁾ Inostranzew: op. c. sid. 717.

²⁾ Hans Molisch: op. c. sid. 75—80.

³⁾ O. Aschan: op. c. sid. 21.

⁴⁾ E. M. Nörregaard: op. c. sid. 54.

Sjömalmerna i några sjöar i Pusula, Pyhäjärvi, Tammela och Somerniemi (Sommarnäs) socknar.

Förklaringen av sjömalmsbildningarna har betydligt försvårats därigenom, att man i allmänhet ej gjort detaljerade undersökningar, genom vilka man kunnat komma till klarhet om de faktorer, av vilka malmernas uppkomst är beroende. Den enda kända omständigheten har varit den, att de äro egendomliga speciellt för de trakter, varest grus och sandjordarterna äro förhärskande och varest kärr förekomma ymnigt, men icke kalk, kalkhaltig lera eller mergel ¹⁾. Dessa förhållanden äro fullkomligt rådande i de trakter i Finland, där sjöalm allmänt förekommer. Kustrakterna, där lerjorden är förhärskande, äro fattiga på sjöalm, vilken åter rikligt förekommer i mellersta och norra Finland. Ej heller har man uppgjort kartor över sjömalmernas utbredning, och i mycket liten utsträckning har man undersökt sjöbottnen, där malmen bildats. Likaså har man ej heller uppmärksammat jordmånsbildningarna i dylika trakter. På detta sätt hava de teorier, som beröra sjömalmernas bildning, blivit i avsaknad av den säkra grund, på vilken man vore i stånd att draga slutsatsre.

Det har varit omöjligt att giva ett svar på frågorna om ursprunget till sjömalmernas järn och orsaken till dess vandring och utfällning.

För att klargöra dessa omständigheter kartlades under sommaren 1916 några sjöar i södra Finland, varest man sedan forna tider kände till sjömalmsförekomster. Stödjande mig på de undersökningar, som jag framställt i mitt arbete *Über die Ausfällung des Eisenoxyds und der Tonerde in finnländischen Sand und Grusböden*, har jag riktat min uppmärksamhet på de jordarter och jordmåner, som omgiva sjöarna, varförutom de viktigaste malmfynden i dessa sjöar kartlagts och sjöbottnen på dessa ställen undersökts.

Traktens allmänna karaktär.

Den trakt, där de undersökta sjöarna ligga, befinner sig i gränstrakterna av Pusula, Pyhäjärvi, Loppis, Tammela och Somerniemi, i Nylands och Tavastehus län. Naturen här skiljer sig helt från den

¹⁾ F. M. Stapff: op. c. sid. 91.

i södra Finland rådande och påminner mycket om inlandsnaturen, på vilken, ifall man undantager omgivningarna av Tammela kyrkoby, M. Sauramos skildring av Kärkölä i Pusula kan tillämpas. »Där synes endast sällan ett vidsträckt område av bärggrunden blottat, utan moränkullarna och de djupa talrika sjöbassängerna giva åt landskapet sin speciella karaktär. Trakten är glest befolkad och de dystra skogarna med sina sjöar, vilkas stränder sällan trampas av människofot, skilja gårdarna vitt från varandra. Jämförd med omgivningen är denna del av socknen som en relik av tidigare bosättning och odling vid sidan av sina modärnare och mera utvecklade grannar. De täta snåren bära vittne om det ursprungliga odlingsättet, och ännu kan man någon sommardag se den blå svedjelandsröken stiga upp bakom den närbelägna skogen. På sjöns motsatta strand synas de solbelysta smultronbackarna och vid deras bryn en låg, grå gård med vit skorsten.»¹⁾

Trakten bildar en vattendelare, från vilken vattnen rinna åt olika håll. Heinäjärvi (122 m. ö. h.), Salovesi (118 m.), Saarijärvi (115 m.), Anttainen och Vaherma (110 m.) avrinna söderut i Pusulanjärvi (42 m.) och därifrån vidare till Lojo sjö. Onkima och Vuotainen flyta till Pyhäjärvi (Nyl. län) och vidare till Hiidenvesi. Salkolanjärvi flyter till Liesjärvi (112.8 m.) och därifrån till Kuiva- och Pyhäjärvi (96.8 m.) i Tammela och vidare åt sydväst till Loimaa och därifrån till Kumo älv. Punelia (108 m.) och Sakara (107.4 m.) åter avrinna åt söder mot Hiidenvesi (31.5 m.).²⁾ I vattendragens övre del, såsom i omgivningarna av Heinäjärvi och Salovesi, resa sig kullarna ända till 160 m. höjd över havet. Åt söder är fallet mycket brant och terrassformigt. Förkastningslinjen löper söder om Vahermajärvi nästan i riktning från väster till öster.³⁾ Mot väster och öster är trakten mindre sluttande.

Mot väster ändrar landskapet småningom sin karaktär; redan vid stranden av Liesjärvi synas bostäder, och i västra ändan av Pyhäjärvi i Tammela begynna de vidsträckta odlade lerbälten. Mot öster och i synnerhet mot norr sträcka sig moränlandskapen och inlandsnaturen jämförelsevis långt. Den glesa bosättningen, de steniga moränmarkerna, sand- och grusåsarna samt kärren äro för dessa trakter säregna. Den självständiga bosättningen har upphört och försvinner efterhand nästan helt och hållet, och allehanda bolag bemäktiga sig allt större områden av dessa skogrika ödemarker.

¹⁾ Matti Sauramo: Pusulan pitäjän geomorfologia. Terra 1915, sid. 127.

²⁾ Höjderna äro tagna från Finlands geologiska undersökning, kartbladen 5 och 18.

³⁾ M. Sauramo: op. c. sid. 128—130.

Bärggrunden och de lösa jordarterna.

Bärggrunden utövar synbarligen ej någon nämnvärd invärkan på sjömalmeras bildning, ty dessa anträffas i områden, vilkas bärggrund är den mest varierande. Från denna regel avviker ej heller det beskrivna området. Sålunda är bärggrunden i norra delen av Pusula huvudsakligen basisk: diorit, kvartsdiorit och hornbländegneiser, då den däremot i omgivningen av de nordligare belägna sjöarna, Punelia och Liesjärvi, består av granit. Längre västerut i Tammela blir bärggrunden åter mera varierande. Så t. ex. bilda röda och gråa graniter, gneiser, hornbländeskiffrar och pegmatiter bärggrunden i omgivningen av Oksjärvi, Kuivajärvi, Pyhäjärvi och Kaukjärvi. ¹⁾

Av jordarterna är morängruset det mest utbredda. Det är till en stor del stenigt och grovkornigt. De moränbetäckta områdena bilda ofta kullar och åsar, vilka sträcka sig från nordväst till sydost (drumlins). Inom området finnas flera rullstensåsar, vilkas riktning även är nordväst—sydost. Den tydligaste av dessa är Tammela åsen, som inom området sträcker sig från Tammela kyrka till sjön Punelia. I förening med åsarna förekommer vanligtvis sand, vilken ställvis utbreder sig till jämna hedar.

Dalarnas och sänkornas botten äro betäckta av torvbildningar, vanligtvis av vitmosstorv.

Lera anträffas endast i områdets västra del, där Mustiala och Forssa lerslätter bilda vikar av de vidsträckta slätter, som sträcka sig väster och sydväst om dem. I centrum är leran så sällsynt, att murlera ofta måste sökas på långa avstånd.

Sjömalmerna i Heinäjärvi, Salojärvi, Saarijärvi och Vaherma.

De ifrågavarande sjöarna äro de första av det vattendrag, som genom Pusula och Nummis socknar flyter till Lojo sjö. Av dessa är den högst belägna Heinäjärvi endast på några kilometers avstånd från Salkolanjärvi, som är den första i det vattendrag, som utmynnar åt väster. Höjdskillnaden mellan Heinäjärvi och Vaherma är endast 12 m.

Heinäjärvi.

Heinäjärvi ligger i en dal, vars omgivning höjer sig i synnerhet på norra sidan, mycket brant, ända till 160 m. höjd. Dess största djup

¹⁾ Finlands geologiska undersökning, kartbladen 5, K. Ad. Moberg, och 18, J. J. Sederholm.

i västra ändan är 11 m. De omgivande jordarterna äro huvudsakligen stenigt grus (morän). Endast på dess nordvästra strand finnas jämförelsevis små fläckar sand, likaså även här och där på den södra stranden samt på den norra invid Heinäjärvi gård i smala tungor längsmed stranden. Sanden är grov- eller medelkornig. Dalarnas och sänkorernas bottenar äro betäckta av vitmosstorv. Dessutom finnes flerstädes på låglänta ställen i närheten av sjöstranden ett tunnt torvlager (under 20 cm) på gruset och sanden.

Den förhärskande jordmånen är järnpodsolen, vilken igenkännes på sin brungula eller bruna färg i B-skiktet. Den är i allmänhet mycket kraftigt utbildad och närmar sig redan vad utseendet beträffar humuspodsolen. A₂-skiktet är vanligtvis mycket tydligt, ofta 10 cm tjockt, och B-skiktet mörkbrunt. Så t. ex. är i försöksgruppen n:o 2, belägen vid landsvägen söderom Kärkölä bönehus, A₁ 5 cm, A₂, ett mycket tydligt blekjordsskikt, 10 cm, B₁, jämförelsevis mörkbrunt, 30 cm och B₂, gulbrunt, 20 cm. C-skiktet består av sandblandat grus. Men isynnerhet humuspodsoljordmånen är i omgivningen av denna sjö starkt utbildad. Nedanför Heinäjärvi gård i försöksgruppen 4 finnes torv A₁ 20 cm, A₂, mycket ljus, 6 cm och under denna ett svagt chokoladfärgat B-skikt 25 cm. Kraftigast har humuspodsolen bildats i sanden på sjöns nordvästra strand vid 5:te malmfyndsstället. Så är i försöksgruppen 10 A₁ 15 cm, A₂, helt vitt, 30 cm, därefter ett 15 cm tjockt svartbrunt ortstensskikt, vilket följes av ett kaffebrunt B-skikt 18 cm, vars undre del består av hård ortsten, slutligen finnes ett ljusare B₂-skikt 38 cm, vars understa del avslutas av ett mycket typiskt, mörkt G-skikt, vars undre gräns mot den grå sanden är mycket skarp. Man kan få ett begrepp om vitjordsskiktets mäktighet, då man erfar att därav transporterats till Arimaa glasbruk såsom kvartssand. För övrigt är detta ställe egendomligt bildat med dess tålriska på varandra följande terrassformationer och dubbla blekjordsskikt, vilket framgår ur bifogade profil.

Marken stiger brant vid stranden till en, från sjöns yta beräknat, 2 m hög terrass, vilken med en bredd av 15 m löper längsmed stranden. Därefter sänker sig marken brant och fortlöper jämt ung. 40 m, varefter följa flera parallela låga åsar, varpå marken småningom stiger. Jordarten består av sand. Dessa åsar hava synbarligen uppkommit genom vågornas invärkan sålunda, att vågorna anhopat sand längs stranden. Av vilken orsak vattnet fallit i sjön, kan ej förklaras utan noggrannare undersökningar. ¹⁾ I dessa åsar anträffas två jord-

¹⁾ Enligt hörsägen har en fällning av Heinäjärvi egt rum under en företagen rensning och fördjupning av en å mellan denna sjö och Salovesi. Möjligen står uppkomsten av sandvallarna i sammanhang härmed.

Profil A i sand på nordvästra stranden av Heinäjärvi.

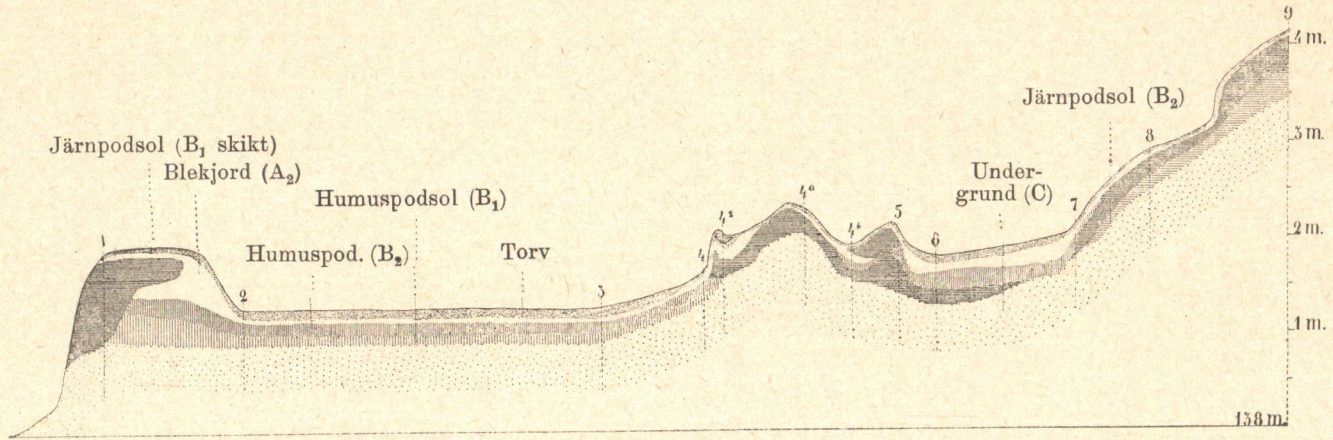


Fig. 2.

månsbildningar, av vilka humuspodsolbildningen är ligger underst och järnpodsolen på denna. Till vardera hör en tydligt utbildad blekjord (A_2) och ett anrikat skikt, av vilka det till humuspodsolen hörande blekjordsskiktet är rätt mäktigt, närmare 20 cm. Detta framgår synnerligen tydligt i den närmare stranden belägna terrassen. Högre upp äro formationerna ej mera så tydliga, enär troligen vågorna där sönderbrutit och ånyo uppbyggt dessa vallar.

Synbarligen har humuspodsolen bildats sålunda, att den av vågorna upptornade vallen har förhindrat vattnets tillbakalopp, varvid en torvbildning uppkommit och genom invärkan av denna en humuspodsolformation. Då vågorna därefter ånyo anhopat sand, har på åsens yta, där fuktigheten på grund av jordarternas lätta genomtränglighet ej kunnat bibehållas, icke bildats något tjockare torvlager, varför jordmåns-skiktet är järnpodsol. Att det dubbla jordmåns-lagret bildats sålunda, att på den färdigbildade jordmåns-skorpan anhopats sand, i vilken en ny jordmånsformation uppkommit, framgår därav, att i skärningen A i försöksgruppen 4 det till den underliggande formationen hörande torvskiktet ännu finnes kvar och är överlagrat av sand, i vilken järnpodsolen bildats.

Skärning i sanden på nordvästra stranden av Heinäjärvi.

Skärning A, försöksgrup 1.

Tabell 3.

Analys n:o	I HCl (1 12) lösta ¹⁾				Totalanalys	
	739	740	742	743	741	744
Jordmåns-skikt	B. järn-podsol	A_2 humus-podsol	B humus-podsol	C	A_2	C
Djuplek cm	10—28	33—48	48—65	110—130	33—48	110—130
SiO ₂	3.99	0.82	1.45	2.21	84.36	77.58
Al ₂ O ₃	7.81	0.33	0.90	0.99	8.51	10.48
Fe ₂ O ₃	4.76	0.05	0.70	1.04	0.79	2.00
MnO.....	0.00	—	spår	—	—	—
CaO.....	0.32	0.09	0.52	0.65	1.06	2.10
MgO.....	0.74	0.04	0.15	0.28	0.86	1.23
K ₂ O.....	0.19	0.23	0.13	0.25	2.95	3.02
Na ₂ O.....	0.23	0.10	0.10	0.08	1.27	1.99
P ₂ O ₅	0.07	0.00	0.05	0.11	—	—
SO ₃	0.07	0.02	0.04	0.03	—	—
Glödgningsförlust.	—	—	—	—	0.62	1.03
Summa	18.18	1.68	4.04	5.64	100.42	99.43
Humus (elem. anal.)	7.30	0.11	2.93	0.23	—	—

¹⁾ Analyserna äro utförda så, att jordprovet kokats 2 timmar med klorvätesyra (sp. v. 1.12). D. J. Hissink, Internat. Mitteil. f. Bodenkunde 1916.

Såsom dessa analyser visa, har i samma skärning försiggått tydlig såväl järn- som humuspodsolbildning. I järnpodsolformationen, i B-skiktet, ha såsom vanligt kiselsyra, aluminium- och järnoxid samt magnesiumföreningarna anrikats. Humusämnen finnas rikligt (7.30 procent), men förhållandet mellan järnoxid och humusämnen (Fe_2O_3 : humus = 1 : 1.53) ligger likväl inom utfällningsgränsen. Härav finna vi, att järnpodsolbildningens uppkomst ej allenast beror på mängden av humusämnena, utan på deras förhållande till järnoxid-solen. Humuspodsolbildningen är helt och hållet urlakad, förutom humusämnena, vilka anrikats.

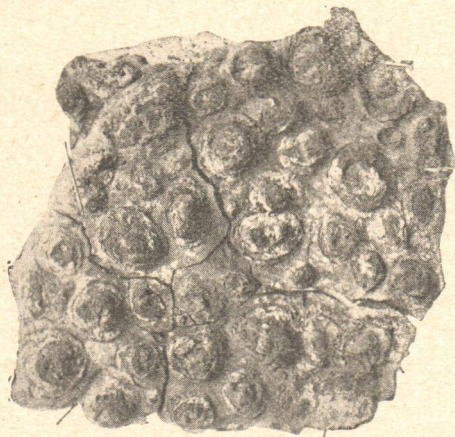


Foto. K. Ruhanen.

Fig. 3. Plåtmalm, Heinäjärvi 5.

$\frac{1}{2}$ nat. storlek.

Sjömalm finnes i denna sjö på flere ställen längsmed stränderna, såsom framgår av kartan. Sålunda finnes därav längs södra stranden på grusblandad sandbotten längs den gräns, där sjögyttjan, som täcker sjöbotten, vidtager. Där, varest gyttjan bildar endast ett tunnt lager, c:a 10—20 cm, förefinnes malm, men där gyttjelagret tilltager i tjocklek, upphör malmförekomsten omedelbart. Malm finnes likväl på södra stranden i ringa mängd, och man har ej heller upptagit av densamma på detta ställe. Vattnets djup på malmfyndstället är 1.50—3 m. Malmen består av ärt- och penningmalm.

Rikligare finnes därav på nordvästra stranden (n:o 5 på kartan) vid den tidigare beskrivna humuspodsolbildningen på sandbotten på ett djup av 2—3.5 m. Djupare, omedelbart ytterom malmen, består botten av mo, som är mycket seg, så att det är mycket svårt

att få försöksjärnet att intränga i densamma. Malmen är s. k. plåtmalm som uppträder i form av breda knottriga skivor på sjöbottens yta.

Malmen har utbildats skivformig sålunda, att till först bildats rund ärtmalm, som sedan småningom på grund av malmbildningen sammanvuxit. Malmens tillväxt har försiggått underifrån, vilket kan iakttagas därigenom, att malmskivornas undre yta består av brunt, mjukt järnoxidgelé, varemot malmens övre yta är hård och ställvis glasartad.

Malm har på detta ställe upptagits för c:a 50 år sedan, varför malmen under denna tid tillvuxit ånyo. Malmskivornas tjocklek är 6 mm och ifall upphöjningarna medräknas 14 mm. Från detta fyndställe mot nordost finnes även litet malm längs stranden på sandbotten på ett djup av 1.50—3.25 m. Den under Rytö gårdar belägna viken har helt och hållet gyttjebotten. Gyttjelagret är c:a 2 m. mäktigt, under detta finnes dy och slutligen sand.

Vid inloppet till denna vik har tidigare — för c:a 50 år sedan — upptagits malm. Nu finnes därav ej mera, vilket synbarligen beror därpå, att botten blivit täckt av ett tjockt gyttjelager, som leder sitt ursprung ur kärren vid sjöns strand, vilkas vatten utmynnar i denna vik. Rikligare malm finnes under Heinäjärväi gård (fyndställe n:o 12). Botten består av grus, men omedelbart vid yttre gränsen av fyndstället vidtager mobotten, vilken även betäckes av gyttja. Vattnets djup är 1.50—3.75 m. Malmen består av ärt- och penningmalm.

I sjöns bottengyttja finnes rikligt sötvattensdiatomacéer (*Melosira*, *Pinnularia*). Själva malmen innehåller inga organismer.

Sjömalm från nordvästra stranden av Heinäjärväi, fyndställe n:o 5.

Anal. n:o 734 ¹⁾	%
Olösligt	5.32
SiO ₂ (löslig i HCl)	2.30
Al ₂ O ₃	2.09
Fe ₂ O ₃	85.89
MnO	1.30
CaO	0.16
MgO	0.04
P ₂ O ₅	0.00
Glödningsförlust	2.85
Summa	99.95

¹⁾ Analysen är utförd sålunda, att de organiska ämnena blivit förstörda genom upphetning med NH₄NO₃, varvid även största delen av vattnet avgår. Efter denna behandling har substansen lösts i klorvätesyra, varvid endast silikaterna (huvudsakligen kvarts och något fältspat) förbliva olösta.

Humus (elem. anal.)	4.52 ¹⁾
Glödgningsförlust för den ursprungliga malmen	23.29

Vatten från Heinäjärvi, fyndställe n:o 5.

Organiska ämnen (humus) ²⁾ per liter 0.005148 gr.

Grundvatten, Heinäjärvi; prof. A, försöksgröp 2.

Humus per liter	0.01596
Fe ₂ O ₃	0.00479

Sjömalm från Heinäjärvi, fyndställe 12, under Heinäjärvi gård.

Anal. n:o 679 ³⁾	
Olösligt i HCl	11.90
Fe ₂ O ₃	55.29
MnO	0.92
P ₂ O ₅	0.00
Glödgningsförlust	22.86
Humus (elem. analys)	4.03

¹⁾ Humus och glödgningsförlust bestämda i den ursprungliga lufttorra malmen.

²⁾ Vattnets humushalt har bestämts med kameleonlösning enligt Istscherekow. Journ. für experim. Landwirtschaft, Bd. 6. 1901, sid. 67.

O. Aschan har i sitt arbete Humusämnen i de nordiska inlandsvattnen sid. 19—21 bestämt de organiska ämnena såsom glödgningsförlust och erhållit i medeltal 1.986 eller med ett jämt tal 2 gr org. ämnen på 100 liter vatten. Då man tager i betraktande, att gelerna kvarhålla en stor del av vattnet, då de torkas vid 110°—120°, bliva de såsom glödgningsförlust bestämda värdena för humusämnen alltför stora.

³⁾ I dessa analyser, vid vilka bestämts endast ovanstående ämnen, har Fe²O³ bestämts sålunda, att den pulveriserade malmen smälts med kaliumbisulfat och titrerats med kameleonlösning, MnO har bestämts kolorimetriskt (W. F. Hillebrand: Analyse der Silikat- und Karbonatgesteine. Leipzig 1910, sid. 118—120). Den i klorvätesyra olösliga delen består huvudsakligen av kvarts och något fältspat.

Salovesi.

Salovesi är endast genom en kort å skild från Heinäjärvi. Sjön är till sin natur en verklig ödemarkssjö, på vars stränder varken boningar eller odlingar finnas. Dess södra strand är till hela sin utsträckning brant, norra stranden är mera långsluttande. Stränderna bestå nästan helt och hållet av stenigt grus; endast på ett par ställen finnas små sandområden. Dessutom finnas vitmosskärr vid den från Heinäjärvi utmynnande ån samt på sjöns nordöstra strand ävensom vid utfallsån.



Foto, B. Lönnroth.

Fig. 4. Landskap från Salovesi.

Jordmånen består till största delen av järnpodsol. Endast på västra stranden finnas mindre områden humuspodsol. Denna är till en stor del kraftigt utbildad; vitjordsskiktet är mycket tydligt och B-skiktet mörkbrunt. Så är exempelvis på sjöns västra strand i humuspodsolbildningen (försöksgrop 20) A_1 3 cm, A_2 27 cm och B 20 cm, till färgen kaffebrunt. I järnpodsolbildningen uppnår vitjorden (A_2) icke så stor mäktighet, men den är även i denna jordmånsbildning vanligtvis flera cm mäktig.

I Salovesi finnes rätt litet sjömalm, endast vid dess västra strand, fyndställe 1, finnes därav i större utsträckning. Malmen ligger på sandbotten, som betäcks av ett tunnt c:a 20 cm mäktigt lager av sjöslam. Djupet är 1.50—3 m. Omedelbart ytterom malmen består botten av mo, som överlagras av ett c:a 50 cm mäktigt lager av sjöslam, vilket längre ut på fjärden blir allt mäktigare.

Malmen har på detta fyndställe bildat nästan runda, uppåt konvexa, om romerska runda sköldar påminnande tunna stycken, vilka i diameter kunna mäta 9 cm och vilka jag benämnt *sköldmalm*.

Från detta fyndställe fortsätter malmförekomsten längs stranden norrut, men bildar endast en smal zon och uppträder sparsamt. I den vik, i vilken ån från Heinäjärvi utmynnar, finnes ej malm; dess botten är betäckt av ett tjockt slamlager. Vid norra stranden finnes ännu en smal malmzon. Bottnen där är av samma beskaffenhet som på fyndplatsen 1.



Fig. 5. Sköldmalm, Salovesi I.
1/4 av nat. storlek.

Sjömalm från västra stranden av Salovesi, fyndställe 1.

Anal. n:o 729 ¹⁾

Olösligt	2.24
SiO ₂	1.70
Al ₂ O ₃	2.63
Fe ₂ O ₃	85.25
MnO	4.76
CaO	spår
MgO	0.14
P ₂ O ₅	0.00
Glödningsförlust	3.76
	Summa 100.48

Humus (bestämd i den ursprungliga substansen m. elem. anal.)	5.86 %
Glödningsförlust i den ursprungliga substansen	26.89

Vatten från Salovesi, fyndställe 1.

Humus per liter	0.00566 gr.
Fe ₂ O ₃	0.0024

¹⁾ Utförd såsom anal. n:o 734.

Vatten från Salovesi, men nära fyndställe vid motsatta stranden.

Humus per liter	0.00566 gr.
Fe ₂ O ₃	0.0024

Vattenproven från alla sjöar äro tagna från sjöns botten, dock så att bottenfällningen ej medföljt.

Såsom ur det ovanstående framgår, är humus- och järnhalten vid vardera stranden densamma.

I bottenslammet finnes sötvattensdiatomacéer (*Melosira* m. fl.). I malmen har man ej iakttagit organismer.

Ur Salovesi har aldrig upptagits malm.

Saarijärvi.

Omgivningarna kring Saarijärvi bestå nästan helt och hållet av stenigt grus (morän), endast vid sjöns östra ända finnes en ås,



Fig. 6. Sköldmalm, Saarijärvi 4.
 $\frac{1}{7}$ av nat. storleken.

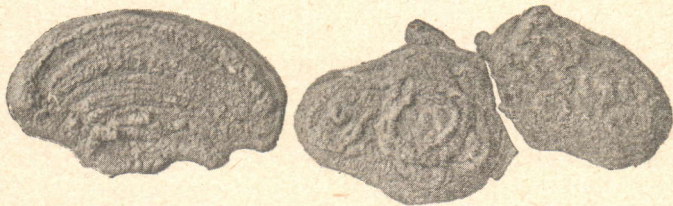


Foto. K. Ruhanen.
Fig. 7. Sköldmalm, Saarijärvi 4.
 $\frac{1}{3}$ av nat. storleken.

som sträcker sig från nordväst till sydost. Dalbottnarna betäckas av vitmosstorv. Jordmånerna bestå nästan uteslutande av järnpodsol. Stränderna äro steniga och sjöbottnen är betäckt av sjöslam.

Sjön innehåller endast obetydligt malm. Den uppträder i allmänhet på gränsen mellan den stenbundna och den gyttjiga botten på ett djup av 1.5—3 m. Malmformationen betäcker vanligtvis såsom en tunn hinna stenarnas nedre kant. Endast på fyndstället 4 anträffades rikligt välutbildad malm, ehuru på ett mycket litet område. Även här uppträdde malmen på gränsen mellan den steniga och den gyttjiga botten. Mellan stenarna finnas små såsom penningmalm utbildade individer, men på slammet är malmen väl utbildad i form av sköldmalm. Denna ligger på slammet med den konvexa sidan uppåt. Slammet är mycket löst, varför det formar sig efter malmindividens yta, vilket man observerar vid upplyftandet av malmen, då man kan iakttaga ett kupigt ställe i sjöslammet.

Sjömalm från Saarijärvi, fyndställe 4.

Anal. n:o 707.	%
Olösliga i HCl	1.51
Fe ₂ O ₃	61.84
MnO	1.00
P ₂ O ₅	0.27
Glödgningsförlust	26.00
Humus (elem. anal.)	6.53

Vatten från Saarijärvi, fyndställe 4.

Humus per liter 0.00669 gr.

I bottenlammet finnas sötvattensdiatomacéer (Melosira, Pinnularia). Malmen innehåller ej organismer.

Antiainen.

Stränderna, som omgiva Antiainen, bestå av grus, grusblandad sand och vitmosstorv. Jordmånen är järnpodsol med ett par undantag, varvid den består av humuspodsol. I järnpodsolen har jordmånsbildningen varit jämförelsevis svag, vitjordsskiktet endast par cm, men i humuspodsolen kan det uppnå ända till 15 cm mäktighet.

Sjöns botten består av grus och sand, som betäckas av sjöslam, vilket mitt i sjön kan bilda ett flera meter tjockt lager.

I Antiainen finnes icke sjömalm och man har ej heller upptagit därav ur sjön i mannaminne, ehuru H. J. Holmberg ¹⁾ omnämner

¹⁾ H. J. Holmberg: Materialier till Finlands Geognosi. Helsingfors 1858, sid. 32.

sjön såsom malmförande. Likväl erhöles under slammet på ett ställe en liten bit gul järnockra, varför det är troligt, att sjön tidigare varit malmförande, ehuru malmen blivit betäckt av ett mäktigt lager av sjöslam.

Sjövatten från Anttainen.

Humus per liter 0.00566 gr.

Vaherma.

Sjön Vaherma ligger lägst av de undersökta, till detta vattendrag hörande sjöarna. Söder om Vaherma börjar marken slutta brant och den ur sjön flytande ån bildar något söder om Tytylampi en lång stenig fors, som sträcker sig nära intill Tarkeela sjö.

Den omkring sjön befintliga jordarten består huvudsakligen av stenigt grus (morän). Sand finnes endast inom små områden, av vilka de största befinna sig i sjöns västra ända.

Jordmånerna äro till största delen järnpodsol, endast mindre områden bestå av humuspodsol. Järnpodsolen är ej särskilt kraftigt utbildad, blekjordsskiktet är endast några cm mäktigt, men likväl tydligt. I humuspodsolen är blekjordsskiktet mäktigt, vilket iaktages t. ex. i försöksgruppen 1a på sjöns nordvästra strand, varest A₁ är 11 cm, A₂ 10 cm och B skiktet 47 cm, till färgen kaffebrunt. Grundvattnet ligger här på ett djup av 60 cm.

Grundvatten från Vaherma, försöksgrup 1 a.

Humus per liter 0.03604 gr.
Fe₂O₃ 0.00479

I Vaherma finnes jämförelsevis litet malm, huvudsakligen i västra ändan av sjön och även där inom ett mycket begränsat område. Rikligare finnes därav på fyndstället 1b. Malmen ligger på en jämförelsevis smal åsliknande upphöjning på sjöbotten på ett djup av 1.5—4.25 m. Sjöns botten består av sand, som ytterom malmfyndet övergår i mo. Malmen är plåtmalm av samma beskaffenhet som i Heinäjärvi, fyndställe 5.

Plåtmalm från Vaherma, fyndställe 1 b.

Anal. n:o 680.	%
Olösligt i HCl	3.86
Fe ₂ O ₃	67.91

MnO	0.002
P ₂ O ₅	0.00
Glödningsförlust	21.59
Humus (elem. anal.)	3 76

* *Sjövatten från Vaherma 1 b.*

Humus per liter	0.004119 gr.
-----------------------	--------------



Fig. 8. Sköldmalm från Vaherma 3.
Nat. storlek.

Från detta fyndställe norrut finnes på sjöns botten på c:a 2—3 m djup brunfärgad dy, som ger stark järnreaktion.

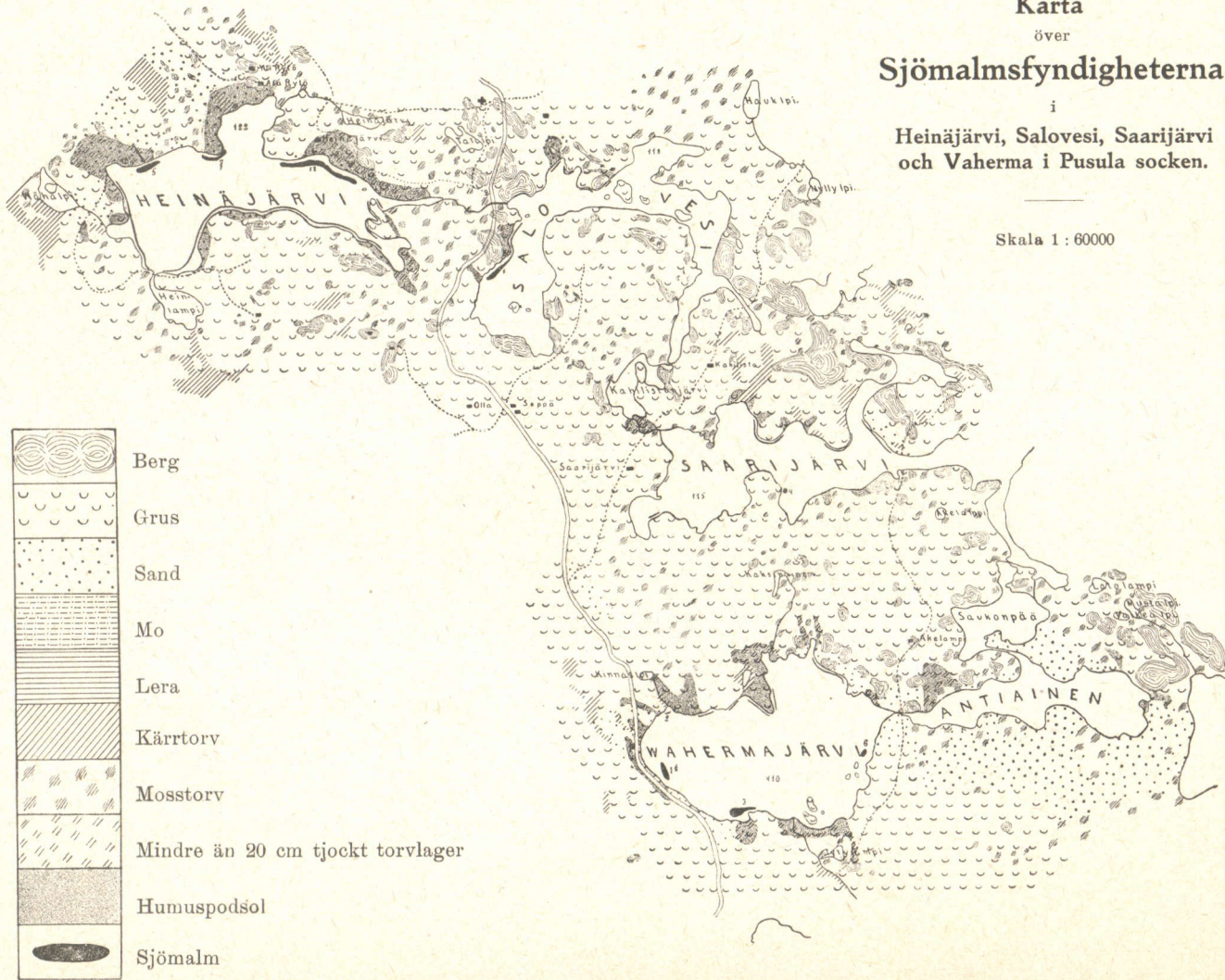
I sjöns nordvästra hörn, utanför den i sjön utmynnande bäcken, finnes ett under vatten beläget stenigt grund, ytterom vilket anträffas litet malm.

Vid sydvästra stranden av sjön, på fyndstället 3, finnes åter rikligare malm. Bottnen består av fin sand, som överlagras av ett tunnt slamlager, på vars yta malmen ligger, på ett djup av 2.5—3 m. På 4 meters djup och därifrån längre ut består bottnen av mjuk mo. Malm uppträder jämförelsevis glest. Den består av sköldmalm, i mycket väl utvecklade stycken.

Karta
över
Sjömalmssfyndigheterna

i
Heinäjärvi, Salovesi, Saarijärvi
och Vaherma i Pusula socken.

Skala 1 : 60000



Sköldmalm från Vaherma, fyndställe 3.

Anal. n:o 706.	%
Olösligt i HCl	5.06
Fe ₂ O ₃	61.48
MnO	1.78
P ₂ O ₅	spår
Glödgningsförlust	23.87
Humus (elem. anal.)	4.03

Vid sjöns norra strand finnes något litet formlös malm på gränsen mellan den steniga botten och sanden, likaså på dess östra strand.

Från Vaherma har veterligen ej upptagits malm.

I bottenlammet finnes rikligt sötvattensdiatomacéer (Melosira, Pinnularia, Pleurosigma, Hyalodiscus). Malmen innehåller ej organismer.

Onkima.

Onkima ligger i hörnet av Pyhäjärvi, Loppis och Tammela socknar. Sjön har en fullkomlig inlandsnatur, stränderna uppstiga mycket brant, utom i sjöns nord- och sydända, där de äro låga. De sjön omgivande jordarterna bestå nästan uteslutande av stenblandat grus (morän) och vitmosstorv. Endast i dess sydligaste del finnas små sandområden.

Den förhärskande jordmånen är järnpodsol, i vilken vitjordskiktets mäktighet varierar mellan 3 och 5 cm. Humuspodsolen bildar endast smärre områden. Mäktigheten av dess blekjordsskikt varierar mellan 4 och 15 cm. Onkimasjöns botten är i allmänhet stenig och betäckes av sjöslam, som i mitten av sjön bildar ett mäktigt lager. I synnerhet uppträder slammet i sjöns nordända mycket rikligt, vilket synbarligen beror på förekomsten av kärr vid stränderna.

Sjömalm finnes i Onkima på flere ställen, på de flesta dock i ytterst ringa mängd. Fyndstället 1 är ett stenigt undervattensgrund, där malmen ligger på ett djup av 3.25 m. Malmen har bildat plåtar, vilkas undre del är gul, medan den övre delen är mörk och glasartad. På fyndstället 2 finnes en smal, längs stranden löpande malmzon. Botten är stenig och överlagrad av ett tunnt slamlager. Då slammet uppnår en mäktighet av 0.5 m upphör malmförekomsten. På fyndstället 4 under Louke torp finnas längs stranden undervattensgrund, utanför vilka malm i riklig mängd uppträder. Botten är stenig och sandig. Malmen består av plåt- och penningmalm, som ofta vuxit

omkring stenarna. Plåtmalmen har bildats ur mindre, runda malm-individer, vilka hopvuxit. Vattendjupet är 1.5—3.5 m. På djupare ställen är botten betäckt av slam och malmen upphör.

Plåtmalm från Onkima, fyndställe 4.

Anal. n:o 711.	%
Olösligt i HCl)	6.56
Fe ₂ O ₃	64.87
MnO	1.92
P ₂ O ₅	0.15
Glödgningsförlust	22.01
Humus (elem. anal.)	4.33

Sjövatten från Onkima, fyndställe 4.

Humus per liter 0.01184 gr.

I nordändan av Onkima finnes obetydligt malm, vanligtvis på stenig botten vid slamgränsen.

Rikligare malm förekommer på fyndstället 11, vid västra stranden av sjön. Ett vitmosskärr, som är beläget väster om fyndet, fortsätter under sjöns yta. Malmen ligger delvis på vitmosstorven på ett djup av 1.50—2 m. Malmen är mycket tunn plåtmalm, 2—3 mm.

Plåtmalm från Onkimajärvi, fyndställe 11.

Anal. n:o 712.	%
Olösligt i HCl	2.70
Fe ₂ O ₃	68.71
MnO	0.95
P ₂ O ₅	0.07
Glödgningsförlust	21.89
Humus (elem. anal.)	3.88

Nära stranden finnes malm, som bildats omkring barkbitar.

På fyndstället 12 finnes malm på sandbotten på ett djup av 1.5—3 m. Malmen består av penningmalm, som i mitten vanligtvis innehåller en liten sten.

Penningmalm från Onkima, fyndställe 12.

Anal. n:o 713.	%
Olösligt i HCl	17.30
Fe ₂ O ₃	53.37
MnO	2.03
P ₂ O ₅	spår
Glödgningsförlust	21.75
Humus (elem. anal.)	4.31

Från Onkima har upptagits obetydligt malm för c:a 30 år sedan, huvudsakligen från fyndstället 4.

Malmen innehåller ej organismer.

Vuotinainen.

Sjön Vuotinainen, som är belägen söder om Onkima, ligger några meter lägre än sistnämnda sjö. De omgivande jordarterna äro huvudsakligen grusblandad sand och grus.

Jordmånerna äro huvudsakligen järnpodsol, endast mindre områden äro humuspodsol, vilket framgår av kartan. Jordmånsbildningens mäktighet är densamma som för jordmånerna omkring Onkima. Malm finnes i Vuotinainen jämförelsevis rikligt. På fyndstället 1 ligger malmen på en under vatten befintlig ås, på mobotten, vilken är betäckt av något slam. Moskiktets mäktighet är endast c:a 50 cm; under detsamma finnes sand. Vattnets djup är överallt 2.5 m. Malmen är ej utbildad på något särskilt sätt. Ytterom åsbildningen, där vattnets djup tilltager, är sjöns botten betäckt med slam.

På fyndstället 4 finnes ett stengrund, omkring vilket malm i tjocka skivor ligger på sandbotten på ett djup av 0.5—2 m. Då vattnets djup tilltager, betäckes bottnen av sjöslam och mo, varvid malmen upphör. Malmen har bildat formlösa skivor, vilkas tjocklek är c:a 1 cm. Den har ej bildats sålunda att mindre malmindivider hopvuxit, såsom t. ex. i Heinäjärvi, utan har ursprungligen bildat skivor, vilka av en senare malmbildning förenats. Malmen har synbarligen länge fått utvecklas orubbad, ty dess övre yta är glasartad och hård.

Järnmalm från Vuotinainen, fyndställe 4.

Anal. n:o 708.	%
Olösligt i HCl	16.74
Fe ₂ O ₃	52.25

MnO	7.05
P ₂ O ₅	0.29
Glödningsförlust	19.67
Humus (elem. anal.)	2.64

Fyndstället 5 är en under vatten liggande sandås, på vars krön malmen befinner sig på ett djup av 0.5—2 m. Malmen består av små individer av penningmalm och »knappmalm» och ännu mindre av hagelmalm, av vilka hagelmalmen synbarligen är av yngre datum och under tidernas lopp genom tillväxt bildar penningmalm.



Fig. 9. Skraggmalm, Vuotinainen 4.
2/3 av nat. storlek.

Penning- och hagelmalm från Vuotinainen.

Anal. n:o 709.	%
Olösligt i HCl	9.62
Fe ₂ O ₃	58.48
MnO	2.03
P ₂ O ₅	spår
Glödningsförlust	20.59
Humus (elem. anal.)	3.18

Sjövatten från Vuotinainen, fyndställe 1.

Humus per liter	0.00824 gr.
-----------------------	-------------

Från Vuotinainen har upptagits mycket malm från fyndstället 1, senast för c:a 20 år sedan.

Sjömalmfyndigheterna

i

Onkima och Vuotinainen i Pyhäjärvi socken (N. 1.)

Skala 1 : 40000



I bottenslammet finnes rätt obetydligt diatomacéer. Malmen innehåller ej organismer.

Punelia.

Lika utpräglad inlandsnatur, som i det föregående omnämnts, har naturen omkring Punelia sjö, som ligger i Loppis socken. Grus- och sandåsar, kärr och djupa skogar äro karaktäristiska för landskapet. Sjön ligger på samma vattendelare som de föregående och utfaller åt söder först i den lilla sjön Sakara, varifrån vattnet flyter vidare till Hiidenvesi. På dess stränder finnas endast obetydliga odlingsmarker och av bostäder endast Kukkari gård på dess östra strand.

Jordarterna bestå av mycket stenigt grus (morän) och sand, vilken delvis är grusblandad.

Av jordmånerna är järnpodsolen den förhärskande och är i allmänhet svagare utbildad än humuspodsolen. Mäktigheten hos blekjordsskiktet varierar mellan 2 och 5 cm, B.-skiktet är åter i vanliga fall c:a 15 cm, under vilket ett ofta svagt utbildat B₂-skikt ligger.

Humuspodsolen är i allmänhet, och främst i sand, mycket kraftigare utvecklad, och i detta fall betäckas de mineraliska jordarterna av ett tjockare torvlager. Så finnes exempelvis i försöksgropen 4, i sand, torv (A₁) 7 cm, blekjord (A₂) 14 cm, starkt mörkbrun ortsten 10 cm och brun sand (B) 20 cm. Humuspodsol finnes omkring denna sjö jämförelsevis rikligt. Malmen uppträder nästan utan undantag på sandbotten och sträcker sig vanligtvis så djupt, att dess botten betäckes av sjöslam. Sålunda finnes malm under Salmis, fyndställe 1, på sandbotten på ett djup av 1—1.50 m. Malmen är plåtmalm.

På fyndstället 3 finnes ett litet malmområde på sandbotten, vilket överlagras av ett tunnt, c:a 30 cm mäktigt lager av sjöslam. Sjömalmen är till färgen mörk och smulas lätt. Malmen är formlös.

Malm från Punelia, fyndställe 3.

Anal. n:o 720.	%
Olösligt i HCl	14.30
Fe ₂ O ₃	59.92
MnO	0.50
P ₂ O ₅	0.48
Glödgningsförlust	22.59
Humus (elem. anal.)	0.95

På fyndstället 4, i Valkeavesi viken, finnes litet malm på sandbotten på ett djup av 1.25—2 m. Malmen har fullständigt

upptagits för c:a 20 år sedan. Sjöns östra strand, söder om sundet mellan Pieni och Iso Punelia, är på en bredd av c:a 50—100 m mycket låg, varefter följer en brant terrass. Emedan botten består av fin sand, invärkar vågsvallet i hög grad på densamma. Så har man t. ex. i närheten av försöksgruppen 4 tidigare (för c:a 20 år sedan) upptagit malm, men numera kunde ej ens ett spår av malmen iakttagas. Troligen har den av vågorna transporterade sanden betäckt densamma. Från sistnämnda plats söderut, på fyndstället 6, anträffas litet malm på sandbotten på ett djup av 2 m.

Längre söderut härifrån ligger sjöns viktigaste malmfyndställe (n:o 11 på kartan). Här är sandstranden mycket långgrund. Vid dess yttre gräns finnes på en mot väster löpande sandås malm på ett djup av 1.50—3.50 m. Malmen utgöres av penningmalm, som är jämförelsevis tunn (2—3 mm). Enligt malmlyftarnas uppgifter har malmen helt och hållet upptagits för c:a 20 år sedan. Den nu uppträdande malmén är sålunda bildad sedan dess. Därav finnes jämförelsevis rikligt, ehuru de enskilda malmindividerna äro tunna.

Penningmalm från Punelia, fyndställe 11, Kukkari grund.

Anal. n:o 722.	%
Olösligt i HCl	40.18
Fe ₂ O ₃	42.50
MnO	1.30
P ₂ O ₅	0.17
Glödgningsförlust	11.63
Humus (elem. anal.)	0.92

Såsom ur analysen framgår, innehåller malmen rikligt sand, huvudsakligen kvarts och fältspat samt en mycket obetydlig kvantitet organiska ämnen.

Fyndstället 10 befinner sig mitt i sjön, i södra ändan av Selkäsaari. Malmen ligger på sandbotten på ett djup av 1.50—2.50 m. På större djup betäcks botten av mo, varvid malmförekomsten upphör. Malmen uppträder som formlösa skivor och är starkt sandblandad.

Malm från Punelia, fyndställe 10.

Anal. n:o 721.	%
Olösligt i HCl	57.90
Fe ₂ O ₃	22.05
MnO	8.00
P ₂ O ₅	0.24
Glödgningsförlust	9.89
Humus (elem. anal.)	0.89

Karta

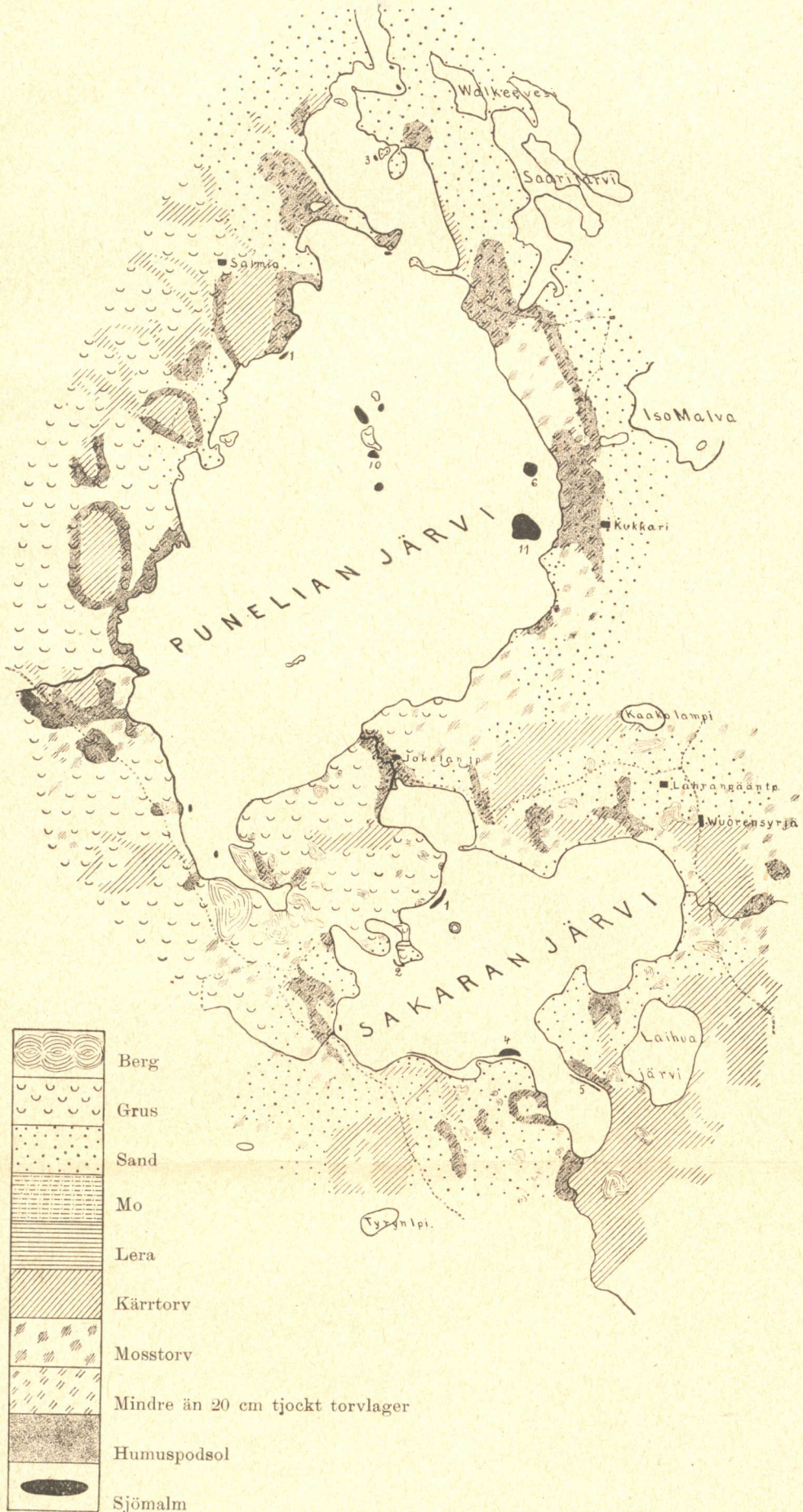
över

Malmfyndigheterna

i

Punelia och Sakara i Loppis socken.

Skala 1 : 40000



Sjövatten från Punelia, fyndställe 11.

Humus per liter 0.00566 gr.

Sjöns bottenslam innehåller sötvattensdiatomacéer (*Pinnularia*, *Pleurosigma*). Malmen innehåller ej organismer.

Sakara.

Förhållandena i omgivningarna av Sakara äro väl överensstämmande med dem vid sjön Punelia. Den förhärskande jordarten utgöres av sand, stenigt grus (morän) och vitmosstorv. Jordmånen är huvudsakligen järnpodsol med övergång till humuspodsol. Den typiska humuspodsolen bildar här och där mindre områden. Jordmånsbildningens mäktighet är huvudsakligen densamma som i omgivningarna av Punelia.

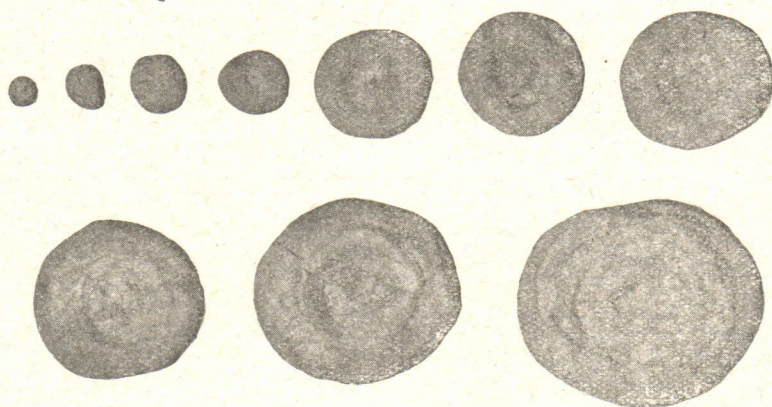


Fig. 10. Malmens tillväxt. Ärt- och penningmalm från Sakara.
Nat. storlek.

Malmen uppträder i allmänhet på sandbotten vid gränsen till mo. På fyndställena 1 och 2 vid nordvästra stranden av sjön finnes därav obetydligt på ett djup av 1.50—2.50 m. Omedelbart vid malmförekomstens yttre gräns betäckes botten av mo.

Den viktigaste malmupptagningsplatsen i Sakara ligger vid sjöns södra strand, fyndställe 4. Här ligger malmen på sandbotten på ett djup av 1.25—2.50 m, på större djup är botten betäckt av mo.

Under helt och hållet samma förhållanden uppträder litet malm på fyndställena 5 och 6.

Malmen utgöres i hela sjön av hagel- och penningmalm.

På östra sidan av sjön är bottnen betäckt av ett tjockt slamlager, vilket medföljt vattnet från de stora Löytö kärren.

Från Sakara har malmen helt och hållet upptagits så att endast rätt obetydligt malm återstår. Därav har upptagits för c:a 20—30 år sedan, samt även från Punelia till Rautakoski bruk t. o. m. senare, sista gången för 5 år sedan.

Hagel- och penningmalm från Sakara.

Anal. n:o 723.	%
Olösligt i HCl	20.72
Fe ₂ O ₃	59.12
MnO	0.95
P ₂ O ₅	0.18
Glödningsförlust	15.68
Humus (elem. anal.)	1.69

Sjövatten från Sakara, fyndställe 4.

Humus per liter 0.00772 gr.

Malmen innehåller ej organismer.

Salkolanjärvi.

Från Salkolanjärvi, i hörnet av Pusula, Someroniemi och Tam-mela, vidtager ett vattendrag, som genom Liesjärvi, Kuivajärvi och Pyhäjärvi för sitt vatten till Kumo älv. Sjön är belägen på vatten-delaren i närheten av Heinäjärvi. Sjöns omgivningar förete helt och hållet inlandsnatur, de äro glest bebyggda och litet odlade. Jord-arterna utgöras av sand, grusblandad sand och torv. Sandjorden är likväl den dominerande.

Jordmånerna, vilka i allmänhet äro väl utvecklade, utgöras av järn- och humuspodsol, av vilka järnpodsolen är förhärskande, om ock humuspodsolen uppträder jämförelsevis rikligt.

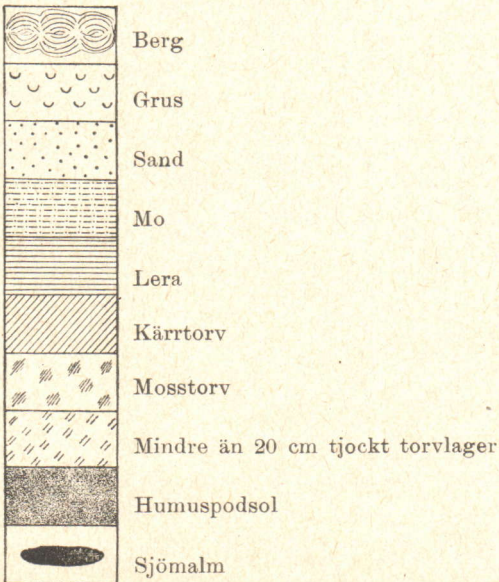
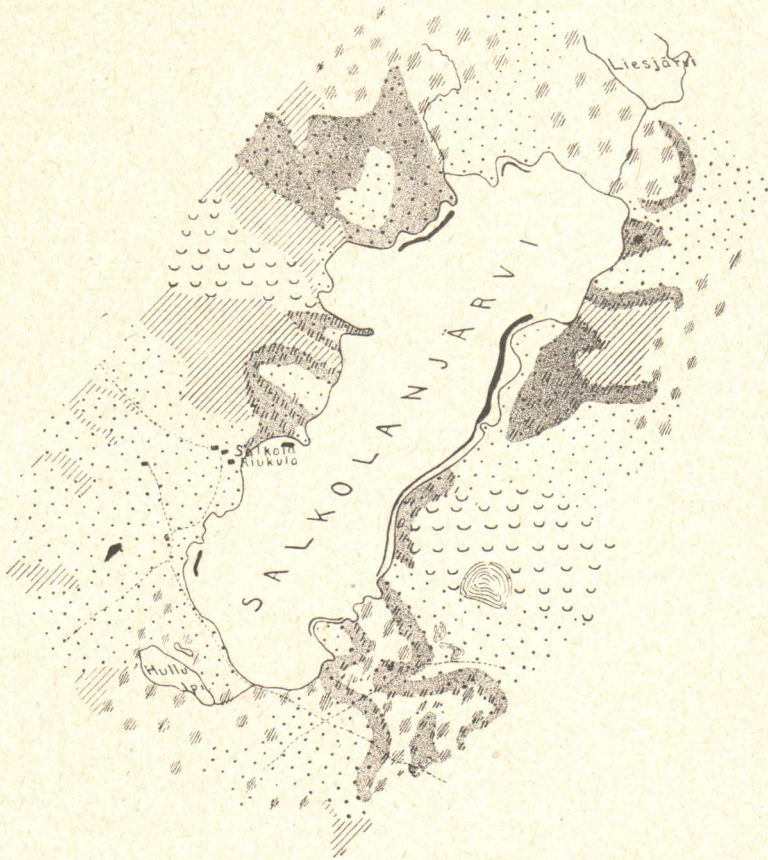
Malm finnes vid sjöns nordvästra strand på sandbotten på ett djup av 1.50—2.50 m. På större djup betäckes bottnen av mo. Malmen är plåtmalm.

Plåtmalm från nordvästra stranden av Salkolanjärvi.

Anal. n:o 718.	%
Olösligt i HCl	14.50
Fe ₂ O ₃	53.87
MnO	8.00

Karta
över
Malmfyndigheterna
i
Salkolanjärvi i Someroniemi socken.

Skala 1 : 40000



P ₂ O ₅	0.19
Glödgningsförlust	18.67
Humus (elem. anal.)	2.58

På sjöns västra strand under Salkola by är den på sjöbotten liggande sanden starkt brun, vilket beror på färgning av järnoxid. Sandens yta är glest beströdd med små individer av penningmalm. Detsamma är förhållandet något söder om detta ställe. Vid sjöns längs stranden östra strand finnes ett jämförelsevis långsträckt gebit av malm på hård sandbotten, på ett djup av 1.50—3 m. Malmen består av tjock penningmalm.

Penningmalm från sjöns östra strand.

Anal. n:o 719.	%
Olösligt i HCl	8.30
Fe ₂ O ₃	62.32
MnO	1.10
P ₂ O ₅	0.28
Glödgningsförlust	21.33
Humus (elem. anal.)	2.61

Sjövatten från östra stranden av Salkolanjärvi.

Humus per liter 0.00463 gr.
Malmen innehåller ej organismer.

Liesjärvi.

Ehuru omgivningarna av Liesjärvi ännu äro mindre lämpliga för odlingar, företer densamma ej den ödemarksprägel som de tidigare beskrivna, ty dess stränder äro redan tätare bebyggda. Landskapet reser sig ej särdeles brant ur sjön. Den är till en stor del omgiven av vackra sandstränder. De omgivande jordarterna utgöras huvudsakligen av sand, endast vid sjöns sydända finnes rikligare grus.

Jordmånerna äro mestadels järnpodsol, som är jämförelsevis kraftigt utbildad. Så t. ex. finnes på sjöns östra stranden i försöksgruppen 1 i sand, torv (A₁) 4 cm, blekjord (A₂) 13 cm och ett brunt anrikat skikt (B) 13 cm. Likaså är invid malmfyndstället 3 blekjorden 7 cm och B skiktet 49 cm mäktigt.

Humuspodsolen är här liksom annorstädes väl utvecklad. Så är exempelvis på sjöns nordöstra strand, på norra sidan av Harju

egendom, jordmånen i skärningen 2 följande: torv (A_1) 6 cm, blekjord (A_2) 16 cm och B-skiktet 23 cm.

Malm har bildats mycket rikligt i sjön och därav har under årtiondenas lopp regelbundet upptagits hundratals lass årligen. Från Liesjärvi har erhållits största delen av den malm, som har förarbetats till järn på Högfors bruk i Pyhäjärvi. Sjön är synnerligen lämplig för malmupptagning, emedan den har en jämn sandbotten, från vilken malmen lätt kan upptagas med de hos oss använda primitiva håvarna.



Fig. 11. Malmbåv vid Liesjärvi.

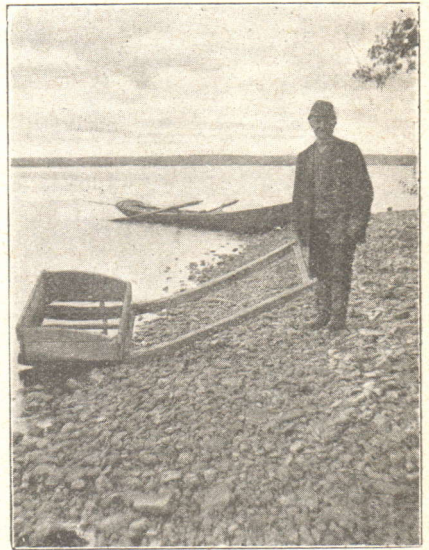


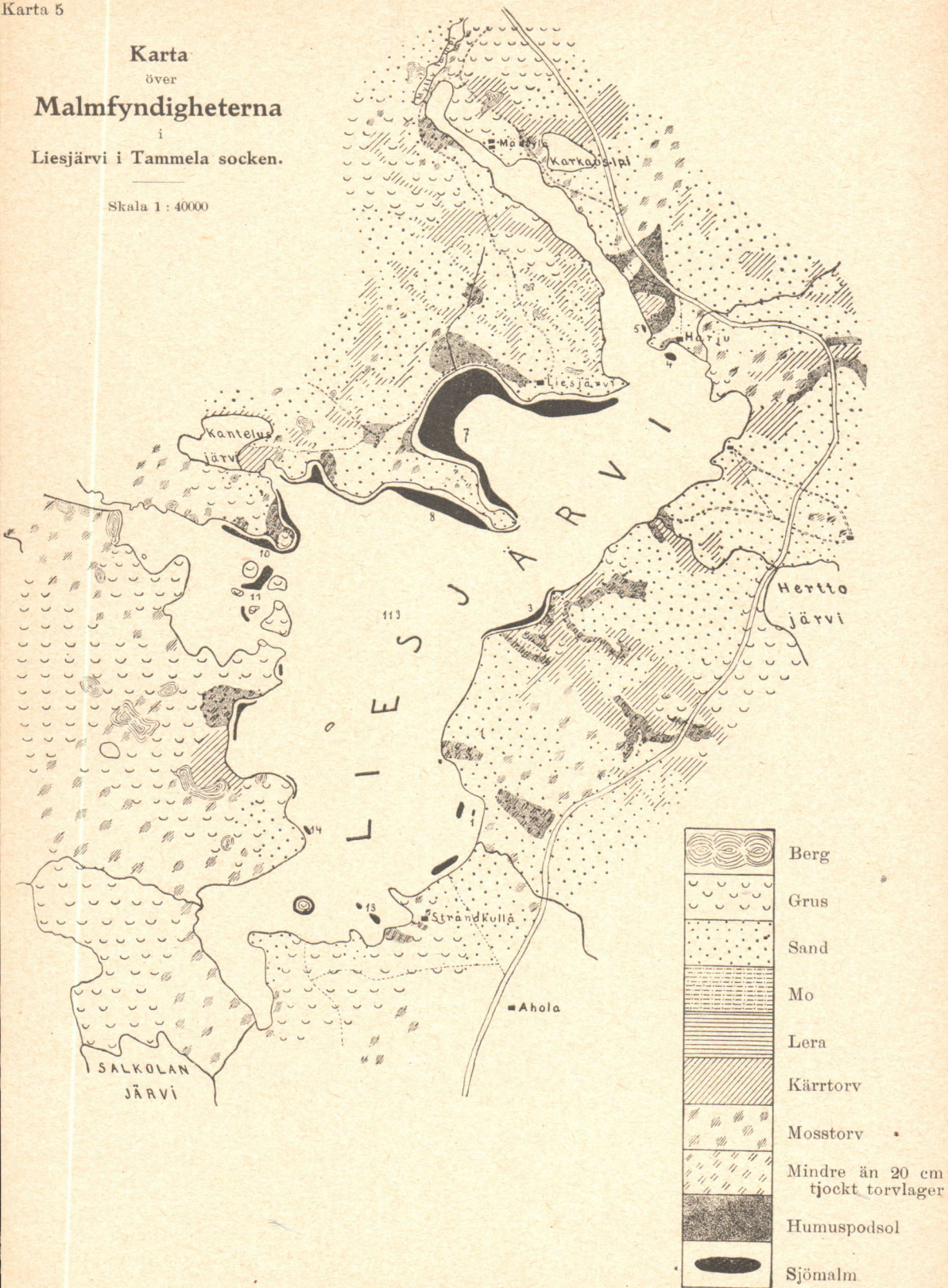
Fig. 12. Säll, varmed malmen rengöres från slam.

På fyndstället 1 i södra ändan av sjön vid dess västra strand finnes malm på ett litet område på ett djup av 1—1.50 m. Malmen är penningmalm. Något längre ut från detta ställe ligger en undervattenssandås, på vilken malm förekommer på ett djup av 1.50—3 m. På vardera sidan om åsen består botten av mjukt slam. På fyndstället 3 ligger malmen på sandbotten på ett djup av 2 m. Malmen är penning- och hagelmalm. På fyndstället 4, under Harju egendom, finnes likaså på sandbotten på ett djup av 1.25—2.50 m småväxt penningmalm. På större djup består sjöns botten av mycket hård mo.

På sjöns västra strand finnes malm på ett mycket vidsträckt område (fyndställe 7). Sjöbotten består av sand. Malmen ligger på ett djup av 1.25—2.25 m. Utanför malmfyndet finnes sjöslam. Då

Karta
över
Malmfyndigheterna
i
Liesjärvi i Tammela socken.

Skala 1 : 40000



slammet uppnår en mäktighet av 25 cm, upphör malmförekomsten. Likaså finnes malm på fyndstället 8 på ett djup av 1—3.50 m. På 3.75 m. djup beräknat från vattenytan vidtager grå mo.

Malm finnes på dessa ställen numera endast i ringa mängd, ty den är mycket noga upptagen under de senaste åren och på stranden ligger ännu hopar av malm, som man ej hunnit bortföra. Malmen består av penning- och hagelmalm, som ofta bildats omkring stenar.

Penningmalm från Liesjärvi, fyndställe 7—8.

Anal. n:o 716.

Olösligt i HCl	28.84
Fe ₂ O ₃	46.66
MnO	2.20
P ₂ O ₅	0.15
Glödgningsförlust	12.37
Humus (elem. anal.)	2.30



Fig. 13. Malm bildad omkring en sten, Liesjärvi 7.
Nat. storlek.

Från dessa malmfynd söderut liggande fyndställen äro till sina förhållanden likartade.

På fyndstället 14 finnes riklig malm på stenig sandbotten på ett djup av 1.50—2 m. Malmen består av penningmalm, som ofta i mitten innehåller en sten.

Penningmalm från Liesjärvi, fyndställe 14.

Anal. n:o 717.	%
Olösligt i HCl	12.46
Fe ₂ O ₃	57.04
MnO	3.94
P ₂ O ₅	0.27
Glödgningsförlust	21.81
Humus (elem. anal.)	2.25

I sjöns södra ända finnes något malm på stenbunden botten (fyndställe 13).

Botten av de vikar, som finnas i vardera ändan av sjön, är betäckt med ett tjockt slamlager, och man har ej funnit malm i dem.

Sjövatten från Liesjärvi, fyndställe 8.

Humus per liter 0.01029 gr.

I bottenslammet finnes rikligt sötvattensdiatomacéer (Melo-sira, Surirella, Pinnularia). Malmen innehåller ej organismer.

Oksjärvi.

En utpräglad ödemarksnatur företer landskapet omkring Oksjärvi, som hör till samma vattendrag. Jordarterna äro grus, sand och torv samt något mo. Jordmånen är huvudsakligen järnpodsol. Humuspodsol bildar flerstädes mindre områden.

Järnmalm uppträder på flera ställen. Vanligtvis ligger den på stenbunden botten vid gränsen till sjöslam. Så uppträder den på fyndställena 1 och 2, varest därav finnes i ringa mängd, på ett djup av 2—2.50 m. Detsamma är förhållandet på fyndställena 4, 5, 6, 7 och 9. På sandbotten är malmförekomsten rikligare på fyndställena 3 och 8. På fyndstället 3 är vattendjupet 2.50 m och på fyndstället 8 1.50—3.25 m. På alla ställen upphör malmförekomsten, där sjöslammet betäcker botten.

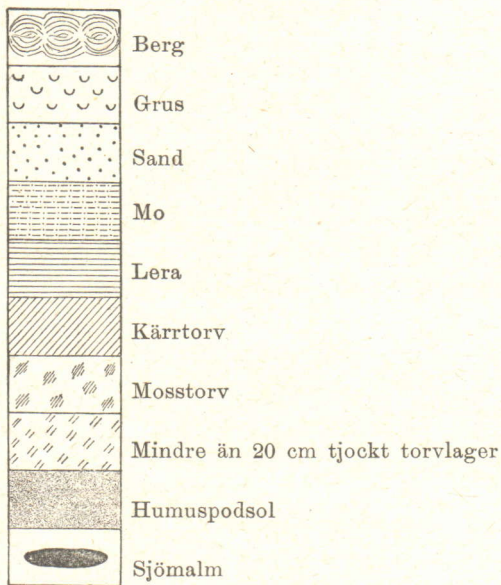
Malmen är i hela sjön av samma beskaffenhet, nämligen tunn plåtmalm.

Plåtmalm från Oksjärvi.

Anal. n:o 724.	
Olösligt i HCl	11.94
Fe ₂ O ₃	59.60
Mn O	4.00

Karta
över
Malmfyndigheterna
i
Oksjärvi i Tammela socken.

Skala 1 : 40000



P ₂ O ₅	0.45
Glödningsförlust	20.71
Humus (elem. anal.)	3.94

Sjövatten från Oksjärvi.

Humus per liter	0.01133 gr.
-----------------------	-------------

Från Oksjärvi har, så långt man kan minnas, aldrig upptagits malm.

Malmen innehåller ej organismer.

Kuivajärvi.

Kuivajärvi har bildats i en bassäng, som på norra och södra sidan är begränsad av höga stränder, i nordost av grusåsar och i sydväst av Tammela åsen. I sjöns sydvästra ända utflyta Salkolanjärvi och Liesjärvi, i nordvästra ändan Oksjärvi och Kaukjärvi. Kuivajärvi är genom två sund i förening med Pyhäjärvi, av vilka det mera västerut belägna numera är uppdammt vid landsvägen. Sjön är i allmänhet mycket grund, i medeltal under 2 m.

Jordarterna äro på norra stranden huvudsakligen grus och på södra sidan sand. Dessutom finnes i östra ändan mo och kärtrorv samt i västra ändan lera.

Jordmänen är nästan uteslutande järnpodsol, varförutom i de finkornigare jordarterna finnes grundvattenspodsol.

Malm finnes endast på ett undervattensgrund mitt i sjön på sandbotten på ett djup av 0.5—2 m. Malmen är skraggmalm. Kring fyndplatsen utgöres sjöbottnen av lera, som betäckes av ett slamlager.

Malm från Kuivajärvi.

Anal. n:o 725.	%
Olösligt i HCl	75.98
Fe ₂ O ₃	8.94
Mn O	2.95
P ₂ O ₅	0.27
Glödningsförlust	6.08
Humus (elem. anal.)	0.74

Såsom ur analysen framgår, utgöres malmen av järnoxidhaltigt slam, som bildat konkretioner.

Sjövatten från Kaukjärvi.

Humus per liter 0.01416

Malmen innehåller en och annan kiselalg (Pinnularia):

Pyhäjärvi.

Näst efter Liesjärvi har man från Pyhäjärvi i Tammela upptagit den största kvantiteten malm inom det beskrivna området. Nybildningen synes här, liksom i Liesjärvi, vara ganska snabb, vilket man kan sluta däraf att malm upptages någorlunda ofta.

Vad jordarterna beträffar, äro omgivningarna av Pyhäjärvi mycket varierande; på norra och östra sidan är sanden förhärskande, på södra och västra sidan lera och grus. Sanden är delvis grusblandad, i synnerhet på krönet av Tammela ås, delvis jämnkornig, på åsens sidor. Gruset är i allmänhet starkt stenblandat.

Jordmånen är nästan uteslutande järnpodsol, undantagandes två mindre områden, i vilka finnes humuspodsol. I lerorna har dessutom grundvattenspodsol utvecklats. Likväl bör märkas att järnpodsolen flerstädes närmar sig humuspodsol, så att grundvattnet är jämförelsevis starkt humushaltigt. Så exempelvis innehåller brunsvatten från Eskola brunn, vid stranden av Pyhäjärvi söderom kyrkan

humus per liter 0.01519 gr,

då däremot källvatten invid Rauhaniemi gård innehåller

humus per liter endast 0.00180 gr.

Den förstnämnda befinner sig i sandjord, den senare i grus (morän.) För övrigt är det svårt att avgöra jordmånens förhållande i närheten av kyrkan, på södra sidan om landsvägen, ty trakten har redan länge varit uppodlad, så att odlingen förstört den ursprungliga jordmånsbildningen.

Malm finnes endast vid sjöns norra strand i närheten av Tammela kyrka. Den ligger på sandbotten vid lergränsen på ett djup av 2—2.75 m. Malmskiktets yttre gräns följer noggrant den gräns, där leran begynner betäcka sjöbotten. Malmformationen förlöper rakt, oberoende av de vikar och uddar, som stranden bildar.

Malmen är hagelmalm.

Hagelmalm från Pyhäjärvi i Tammela.

Anal. n:o 738 ¹⁾	%
Olösligt i HCl	5.14
Si O ₂ (löslig)	1.86

¹⁾ Malmen har före analysen behandlats med NH₄NO₃.

Al ₂ O ₃	2.71
Fe ₂ O ₃	82.29
Mn O	0.87
Ca O	0.10
Mg O	0.13
P ₂ O ₅	2.66
Glödgningsförlust	3.50
	Summa 99.26

Humus (från den lufttorra malmen, elem. anal.)	3.29
Glödgningsförlust (från lufttorr malm)	21.45

Från detta fyndställe söderut finnes malm på ett undervattensgrund, på stenig botten. Vattnets djup är 2.60—4 m. Även på detta ställe äro grundet och malmlagret omgivna av lerbotten. Malmen förekommer i ringa mängd och är formlös.

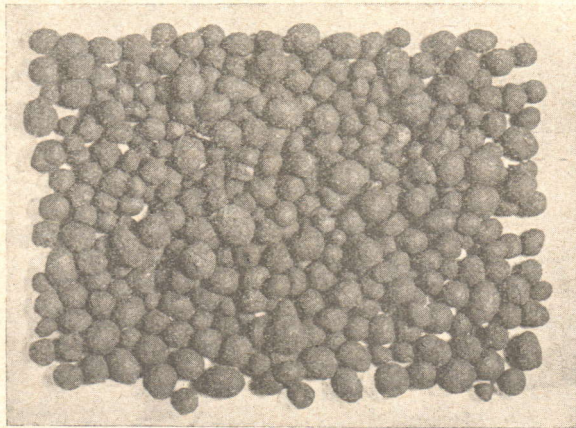


Fig. 14. Hagelmalm, Pyhäjärvi.
Nat. storlek.

Sjövatten från Pyhäjärvi.

Humus per liter	0.00978 gr.
-----------------------	-------------

Från Pyhäjärvi har intill senaste tid upptagits malm, senast under vintern 1915. Malmen forslas till Högfors.

Bottenslammet innehåller något sötvattensdiatomacéer (*Melosira*, *Pinnularia*).

Malmen innehåller ej organismer.

Karta
 över
Malmfyndigheterna
 i
 Pyhäz, Kuiva- och Kaukjärvi
 Tammela socken.

Skala 1 : 4000



Berg

Grus

Sand

Mo

Lera

Kärrtorv

Mosstorv

Mindre är 20 cm tjockt torvlager

Humuspodsol

Sjömalm

Kaukjärvi.

Kaukjärvi är en smal och djup sjö, belägen på norra sidan om Tammela ås. Jordarterna omkring densamma äro grus på södra, lera på norra stranden och sand i dess västra ända. Jordmånen är uteslutande järnpodsol.

Malm finnes helt obetydligt, endast utanför en udde vid södra stranden på stenblandad sandbotten. Malmen omgiver vanligtvis stenar. Vattendjupet är 2 m. På större djup är botten betäckt av lera. I västra ändan av sjön är botten betäckt av ett tjockt slamlager. Sjöns vatten är mycket grumligt.

Sjövatten från Kaukjärvi.

Humus per liter 0.00180 gr.



Foto. K. Ruhanen

Fig. 15. Omkring stenar bildad malm. Kaukjärvi.
 $\frac{2}{3}$ av nat. storleken.

Malm från Bottniska viken.

För jämförelsens skull må här anföras en analys av en malm-bildning, som är tagen av Hydr.-biologiska Kommissionen från Bottniska viken utanför Jakobstad (N Lat. $63^{\circ} 47.5'$ och E Long. $21^{\circ} 31'$) från ett djup av c:a 58 m.

Anal. n:o 727.	%
Olösligt i HCl	42.72
Fe ₂ O ₃	31.00
Mn O	1.22
P ₂ O ₅	3.64
Glödgningsförlust	13.11
Humus (elem. anal.)	1.25

Sjömalmernas bildning.

Om vi granska de ovan anförda fallen, finna vi att sjömalm bildas i sjöar, som omgivas av grus- eller sandjordarter. Även i sådana sjöar, i vilkas omgivningar finnes lerjord, såsom fallet är med Pyhäjärvi i Tammela, uppkommer malmen endast vid de stränder, i vilkas närhet jordarterna utgöras av sand. Malmernas bildning förutsätter således en lätt genomtränglig jordart. Denna omständighet finner stöd i iakttagelserna även i de omtalade fallen, ty vi observera att malmen snabbare förnyas i de sjöar, i vilka jordarterna vid malmformationerna utgöras av sand, genom vilket det järnhaltiga grundvattnet flyter, och som är lättare genomträngligt än grus (morän). De sjöar, från vilka malm mest upptagits, såsom Liesjärvi, Pyhäjärvi, Punelia och Sakara, äro dylika. I Heinäjärvi ligger det viktigaste malmupptagningsstället, fyndstället 5, invid sandjord. Detsamma är förhållandet med de mest givande fyndställena 1 b och 3 i Vaherma, ity att de ligga invid sandstranden. I sådana sjöar åter, vilka äro omgivna av grus (morän), finnes i allmänhet litet malm, och man har ur dem ej heller upptagit nämnvärda mängder. Sålunda finnes rätt obetydligt malm i Salovesi, Saarijärvi, Vaherma, Oksjärvi och Onkima. Ur dessa sjöar har man ej upptagit malm, undantagande Onkima, där försök blivit gjorda. Då vi veta, att järnoxid-solen i egenskap av positiv kolloid icke kan röra sig genom fina kapillarrör, utan utfälles,¹⁾ förstå vi på vilken grund järnhaltiga soler icke kunna röra sig i mo- och lerjord.

Även jordmånerna invärka på sjömalmernas uppkomst. På kartorna se vi att de flesta viktigare malmformationer befinna sig i närheten av humuspodsoljordmånar. Sålunda belägna äro i Heinäjärvi fyndställena 5, 7 och 12 ävensom hela södra stranden, i Salovesi 1, i Vaherma 1 b och 3, i Onkima de flesta fyndställen, i Vuotinainen 1 och 4, i Punelia alla malmfynd, i Sakara 4 och 5, i Salkolanjärvi största delen, likaså i Liesjärvi och Oksjärvi. Vid Pyhäjärvi kan man visserligen ej iakttaga humuspodsolbildning vid malmfyndet, ty största delen av stranden är uppodlad till åker, varigenom jordmånsskiktet är förstört, men grundvattnet är starkt humushaltigt och till färgen alldeles gult. I allmänhet äro trakterna inom det undersökta området mycket rika på kärr och vattnen humushaltiga.

¹⁾ Naima Sahlbom: Kapillaranalyse kolloider Lösungen. Kolloidchemische Beihäfte Bd. 2, H. 3—5. Sid. 79—141.

De järnoxidmängder, som vi påträffa i sjöalmerna, leda otvivelaktigt sitt ursprung från de jordarter, som omgiva dessa sjöar. Det i jorden inträngande vattnet upplöser ur ytlagrets mineral bl. a. järnföreningar och bortför en del av dessa, eller också utfalla de delvis i det under den urlakade blekjorden befintliga skiktet. I fall lösningen är starkt humushaltig, vandrar järnoxidsolen vidare.¹⁾ En förklaring till denna företeelse är att humusämnenas utgöraskyddskolloider och i humuspodsolja förhindra järnoxidsolens koagulation i B-skiktet. Enligt försök utfaller järnoxidsolen inom följande gränsvärden:²⁾

1 Fe_2O_3 : 0.2 humus	—	1 Fe_2O_3 : 3 humus
1 Fe_2O_3 : 0.07 P_2O_5	—	1 Fe_2O_3 : 14.40 P_2O_5
1 Fe_2O_3 : 0.04 SiO_2	—	1 Fe_2O_3 : 0.86 SiO_2
samt aluminiumoxidsolen		
1 Al_2O_3 : 1 humus	—	1 Al_2O_3 : 30 humus
1 Al_2O_3 : 0.73 SiO_2	—	1 Al_2O_3 : 14.63 SiO_2

Ur det ovanstående framgår, att järnoxidsolen icke utfaller, om lösningen innehåller mera än den 3-faldiga mängden humus, utan vandrar vidare, till dess förhållandena förändras eller någon annan faktor förändrar de mellan dessa soler förhandenvarande förhållandena. Dessa gränsvärden äro likväl beroende av humusämnenas beskaffenhet, sålunda att det övre gränsvärdet t. o. m. kan understiga 3. Så är exempelvis det övre gränsvärdet för en humuslösning, som framställdes ur vitmosstorv (oförmultnad) från Bjärnä, endast 0.48 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1$), ur torv från Odnäs 2.18 och ur torv från Westankvarn 1.53, alla likväl låga värden. För aluminiumoxidsol äro gränsvärdena mycket större, för lösningar beredda ur torv 24—26. Dessa gränsvärden stå i fullkomlig överensstämmelse med förhållandena i naturen, ty i humuspodsolmarker, från vilka järnet avlägsnats, är aluminiumoxiden anrikad, då däremot sjöalmerna innehålla synnerligen litet aluminiumoxid, vilket beror därpå, att humusämnenas i jordlösningarna ej uppnå det höga, i medeltal 25-faldiga gränsvärde, som aluminiumoxiden erfordrar för att kvarbliva dispergerad. Härur framgår även, av vilken orsak bärggrunden icke invärkar på sjöalmsbildningen, ty det i sjöalmerna befintliga järnet leder huvudsakligen sitt ursprung ur de jordarter, som omgiva sjöarna och i vilka den bildade humuspodsolen speciellt invärkar på järnoxidsolens vandring.

¹⁾ Jämför B. Frosterus: Versuch einer Einteilung der Böden des finnland. Moränengebietes. Geotekn. Meddelanden n:o 14 och B. Aarnio op. c. sid. 14—23.

²⁾ B. Aarnio: op. c. sid. 53—70.

Dispergerad i det humusrika grundvattnet vandrar järnoxid-solen och utgjutes med grundvattnet i sjöarna. Detta försiggår i en zon, varest de genomträngliga och ogenomträngliga jordarterna gränsa till varandra, fullkomligt på samma sätt som källbildningarna vid jordytan. Detta framgår därav att malmbildningen tillväxer nedåt och mot sidorna samt dessutom därav, att malmbildningens undersida består av brun och mjuk järnoxid, då däremot malmens övre del, i synnerhet i äldre och tjockare bildningar, är hård och ofta helt och hållet glasartad.

Ifall grundvattnet sipprar jämnt över hela malmzonen, så uppkommer ej på något särskilt sätt utbildad malm, utan sjöbottnen betäckes av en formlös järnmalm (jämför Vuotinainen 4, fig. 9). Annat är sakförhållandet om det järnoxidhaltiga grundvattnet uppstiger långsmed särskilda kanaler. Dyliga kanaler utgöra synbarligen främst växternas rötter, vilkas inre delar förmultnat. Ifall dyliga kanaler uppträda tätt vid varandra, såsom t. ex. i sandbotten, där endast ett tunnt slamlager täcker sanden, uppkommer hagel- eller ärtmalm, som under förloppet av en längre tid kan giva upphov åt penningmalm (fig. 11). Ifall malmen lämnas orubbad, kunna malmindividerna sammanväxa och då uppkommer plåtmalm (jämför Heinäjärvi 5, fig. 3). Då den genomträngliga bottnen är betäckt av ett svår genomträngligt skikt, såsom dy, och kanalerna ligga glesare, tillväxer malmen mot kanterna och man erhåller vackert utbildade individer, sköldmalm (jämför Salovesi 1, Saarijärvi och Vaherma 3 figg. 5, 7 och 8). I dessa måste kanalens mynning befinna sig under malmindividen och vara belägen mitt under densamma, varigenom det järnhaltiga vattnet diffunderar åt alla håll och malmen tillväxer i kanterna som koncentriska ringar. Dessa sköldmalmer äro även i mitten högre och påminna sålunda till sin skapnad om en sektion av en sfäryta, vilken omständighet även tyder därpå, att den järnoxidhaltiga lösningen uppstiger från ett bestämt ställe. Likaså sammanväxa sköldmalmer sällan och äro vanligtvis glest fördelade, vilket synbarligen beror därpå att kanalerna ej ligga tätt vid varandra.

Då järnoxidsolen jämte det humushaltiga grundvattnet uppstiger ur sjöbottnen, utfaller järnoxiden och en del av humusämnen såsom malm. Denna utfällning försiggår otvivelaktigt omkring något föremål, vanligast omkring ett mineralkorn eller en sten, men koagulationscentrum kan även utgöras av andra föremål, såsom t. ex. någon gång en skärva av ett musselskal eller en barkbit. Därefter fortsättes utfällningen på ytan av den sålunda bildade malmen. Utfällningen sker således ej på samma sätt som för myrmalmer, hos vilka man ej finner på särskilt sätt utbildade individer, utan järnoxiden koagulerar i kärren till en geléartad massa, som då gelen blir

äldre skrumpanar till formlösa klumpar. På detta sätt försiggår processen, om järnoxiden och humusämnen förefinnas i sådana inbördes förhållanden att utfällningen är snabb. Hos sjöalmerna finna vi likväl icke dessa förhållanden, utan järnoxid och humusämnen förhålla sig i sjömalmer ungefär som 1 : 0.07. Härvid finna vi en företeelse som påminner om de förhållanden, som råda vid kristallbildningen eller fuktighetens kondensation i luften. En övermättad lösning kan bibehållas oförändrad, men om den bringas i beröring med det fasta ämnet, begynner kristallisationen. Till en början är kristallen liten, men den växer fortfarande sålunda, att ny substans lagrar sig på dess ytor. Om man åter inleder vattenånga i ett dammigt rum, så kondenseras vattenången, varvid dammkornen utgöra kondensationscentra. I fall man däremot vid liknande försöksbetingelser inleder vattenånga i dammfri luft, uppkommer ingen dimbildning. ¹⁾ En liknande företeelse är pisolitbildningen i heta källor, varvid centrum utgöres av ett sandkorn och till och med av en gasbubbla. ²⁾ Varpå denna företeelse beror, är tillsvidare ej teoretiskt förklarad.

Solerna äro vanligtvis obeständiga och utfällningen försiggår i dem ofta lätt. Om de invärkande faktorerna äro svaga eller icke stå i ett fördelaktigt förhållande till solen, förlöper koagulationen långsamt eller först efter en längre tids förlopp.

För att klargöra på vilket sätt olika mineral invärka utfällande på järnoxidsol, gjordes en mängd försök. Försöken utfördes i till slutna glascylindrar, i vilka sattes 125 cm³ järnoxidsol, som innehöll 0.0100 Fe₂O₃. På cylinderns botten anbragtes olikartade utfällningscentra, och cylindrarna uppbevarades delvis i dagsljus, delvis i mörker. Jämsides med dessa uppbevarades några cylindrar, vilka innehöllo samma mängd järnoxidsol utan utfällningscentra. I dessa sistnämnda hade ingen utfällning ägt rum efter 1 års förlopp.

Försök	Fe ₂ O ₃ -sol	+ ortoklas	utfallit efter 6 månaders förlopp.
2.	»	» + lera	» » 6 » »
3.	»	» + snäckskal	» » 6 » »
4.	»	» + granit	» » 6 » »
5.	»	» + glödgad för- vittrad granit	» » 4 » »
6.	»	» + kvarts	» » 4 » »
7.	»	» + glimmer	» » 4 » »
8.	»	» + kalksten	» » 1 » »
9.	»	» + kärrtorv, järnoxiden utfaller småningom omkring torven såsom en geléartad mantel.	

¹⁾ H. Freundlich: Kapillarchemie, Leipzig 1909, sid. 293—294.

²⁾ H. Schade: Zur Entstehung der Harnsteine und ähnlicher konzentrisch geschichteter Steine organischen und anorganischen Ursprungs. Koll. Zeitschr. 1909, Bd 4, sid. 263—266.

Vart och ett av dessa försök gjordes upprepade gånger med samma resultat.

Delvis invärka vid dessa försök de från mineralen lösta ämnena. Så t. ex. utfaller förvittrad granit snabbare än oförvittrad och kalkstenen jämförelsevis snabbt, men vanligtvis äro mineralen mycket svårslösliga och de ur desamma upplösta ämnenas värkan på denna grund ringa. Härvid bör dock märkas att de flesta fasta ämnen i vatten äro negativt elektriska, då däremot järnoxidsolen är positiv. Resultat i samma riktning giva även försöken med dialyserad humussol, vilka utfördes på samma sätt som försöken med järnoxidsol. I humussolen, som är negativ, kunde ej iakttagas utfällning, fastän en del av försökscyldrarna lämnats att stå under två års tid.



Foto. W. W. Wilkman.

Fig. 16. Omkring torv koagulerad järnoxid.

Då vi nu undersöka sjömalternas bildning i denna belysning, är det klart, att järnoxidsolen, som befinner sig i lösning med humusämnena nära utfällningsgränsen, lätt utfaller. Enär denna utfällning vanligtvis sker omkring något mineralkorn, utgör detta ett utfällningscentrum, som slutligen åstadkommer koagulation. Då därtill den järnoxidhaltiga lösningen småningom framsipprar från botten och alltjämt bringar med sig ny substans och otvivelaktigt med olika hastighet under olika årstider, så erhålles en malm, som till en början blir sfärisk, men småningom tillväxer endast i kanterna och sålunda ger upphov åt olika malmformer, i vilka man vanligtvis iakttagger en koncentrisk byggnad.

Sjömalternas föråldring.

Såsom redan i det föregående framhållits, är den senast bildade delen av malmen vanligtvis gulbrun och geléartad, varemot den äldre delen är hård och slutligen helt och hållet glasartad. Denna företeelse, övergången från geléartad konsistens till allt hårdare och slutligen till kristallinisk, är allmän hos gelerna och benämnes gelernas föråldring. Denna hänför sig ej endast till järnoxidgelen, utan densamma anträffas allmänt i naturen även hos andra geler. Sålunda har man sig bekant, att kiselsyran från amorft tillstånd, från gel övergår i

kristalliniskt, från opal till kalcedon. På samma sätt övergår Al_2O_3 -gelen i lateriter till kristallinisk hydrargillit.¹⁾

Till likartade resultat har C. Doelter²⁾ kommit genom laboratorieförsök. Enligt honom förändras järnoxid- och aluminiumoxidgel i skakmaskin efter 88 dygns förlopp till kristalliniska. Även erhålles genom upphettning av Al_2O_3 -gel på vattenbad kristallinisk $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ och $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ samt av Fe_2O_3 -gel inom några dagar svart göthit $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ och vid långsam upphettning hämatit Fe_2O_3 .

Gelernas förändring och övergång i kristalliniska produkter försigår alltså samtidigt som de förlora vatten. För att klarställa, på vilket sätt upphettning invärkar på järnoxidgel, anställdes följande försök.

Tabell 4.

Efter upphettning i 4 timmars tid	Vatten % ³⁾	Hygroskopicitet %
Vid 100°	10.00	34.12
» 200°	1.54	42.24
» 300°	1.06	29.62
» 400°	0.72	19.48
» 500°	0.70	6.13
» 600°	0.20	0.94
» 700°	0.00	0.00

Tabell 5.

Efter upphettning i 4 timmars tid	Hygroskopicitet	
	Nyss framställt järnhydrat	Myrmalm, Outokumpu
Vid 100°	28.04	10.04
» 200°	1.35	10.97
» 300°	2.78	19.62
» 400°	3.92	20.01
» 500°	0.98	17.39
» 550°	0.59	14.70

Järnhydrat, som framställts genom utfällning med ammoniak, lämnades att stå i luft under 10 månaders tid. Under denna tid

¹⁾ A. Luz: Laterit. Koll. Zeitschr. 1914, sid. 81.

²⁾ C. Doelter: Über die Umwandlung amorpher Körper in kristallinische. Koll. Zeitschr. 1910, sid. 90—91.

³⁾ Vattnet är bestämt enl. Penfields metod. W. F. Hillebrand: op. c. sid. 67—68.

förändrades hydratet från geléartat till hårt. Substansen pulveriserades och upphettades till olika temperatur under 4 timmars tid, varefter det kvarblivna vattnet ävensom substansens förmåga att ånyo absorbera vatten ur luften, d. v. s. hygroskopiciteten (Tabell 4) bestämdes. ¹⁾

Ur dessa försök framgår att vattnet avgår kontinuerligt och likaså att hygroskopiciteten minskas sålunda, att absorptionsförmågan försvunnit, så snart vattnet helt och hållet avgått. Företeelsen är synnerligen klar, gelens egenskaper försvinna helt och hållet genom upphettning till 700°. Även på lösligheten invärkar upphettning sålunda, att järnoxidgelen blir allt svårslösligare, till ju högre temperatur den upphettas. Järnoxidgel, som utfällts med ammoniak och lämnats att stå i luft under 5 månader, utsattes för invärkan av N/1 ättiksyra och saltsyra (spec. v. 1.05 och 1.19). Substansen (2 gr.) behandlades med dessa lösningsmedel (50 cm³) under 24 timmars tid i skakmaskin vid rumstemperatur, varefter den lösta delen bestämdes (såsom Fe₂O₃).

Tabell 6.

	Löslig del % i			Olöslig del %
	N/1 ättiksyra	Saltsyra		
		spec. v. 1.05	spec. v. 1.19	
Nyss utfälld	100.00 ²⁾	—	—	—
Stått i luft 5 mån.	7.90 ²⁾	57.53	34.57	—
Efter upphettning i 4 timmars tid				
Vid 105 ⁰	7.21 ²⁾	65.89	26.90	—
» 200 ⁰	0.11	1.69	48.85	49.34
» 300 ⁰	1.41 ²⁾	0.40	55.47	42.72
» 400 ⁰	0.13	0.54	76.29	23.03
» 550 ⁰	0.06	0.10	63.60	36.24
Myrmalm, Outokumpu, stått i luft 5 år	0.27	2.46	50.97	25.75
Efter upphettning i 4 timmars tid				
Vid 100 ⁰	0.30	1.83	67.35 ²⁾	4.90
» 200 ⁰	0.50	3.02	48.93 ²⁾	23.13
» 300 ⁰	0.09	5.69	94.21	—
» 400 ⁰	0.18	3.87	56.89	29.71
» 550 ⁰	0.07	1.16	25.97	63.50

¹⁾ E. A. Mitscherlich: Bodenkunde, Berlin 1913, sid. 66.

²⁾ Härvid bildades ett för kolloida lösningar egendomligt skum.

Lösligheten visar i allmänhet samma företeelser som hygroskopiciteten: ju äldre gelen är, desto svårsligare är densamma. Friskt, nyss berett järnoxidhydrat löser sig fullständigt i ättiksyra under bildning av en typisk kolloidal lösning. Järnoxid, som stått 5 månader i luft, löser sig endast obetydligt i ättiksyra, men helt och hållet i saltsyra. Myrmalmen, som redan i sig själv är en äldre bildning och dessutom stått 5 år i rumstemperatur, löser sig i mycket ringa grad i ättiksyra och är ej heller fullständigt löslig i saltsyra. Upphettning invärkar följaktligen på lösligheten, sålunda att ämnet blir svårsligare. Härvid bör likväl iakttagas en egendomlig omständighet i avseende å det friska järnhydratets och myrmalmens hygroskopicitet, i det att denna i någon mån stiger vid 300° och 400°. På samma sätt tilltager lösligheten efter upphettning vid dessa temperaturer. Orsakerna härtill hava hittills icke hunnit utrönas.

Likväl bekräfta redan dessa försök den i naturen gjorda iakttagelsen, att järnoxidgelen jämförelsevis hastigt föråldras. Denna företeelse är allmän i lateriterna, i vilka järn- och aluminiumoxid-konkretionerna oftast äro hårda och aluminiumoxiden småningom övergår i kristallinisk modifikation. Detsamma är förhållandet beträffande myrmalmen. Såsom i det föregående framhållits, anträffas i äldre sjömalmer en del av desamma förändrad till hård och helt och hållet glasartad malm.

Sjömalmenas kemiska sammansättning.

Sjömalmenas viktigaste beståndsdelar äro de i syror olösliga mineralen kvarts och fältspat samt järn- och manganoxid, organiska ämnen och vatten. Om vi taga i betraktande de olösliga ämnena, järnoxiden och glödningsförlusten (vatten + organiska ämnen), så erhålla vi ett någorlunda konstant talvärde, vilket i alla dessa malmer närmar sig 90 procent. Järnoxid finnes vanligtvis desto mera, ju mindre olösliga mineral förekomma i malmen. I de malmer, som bildats långt från stranden, finnes synnerligen litet järnoxid (Punelia 10 och Kuivajärvi). Manganoxiden varierar mellan 0.002 och 8 procent. Till och med i samma sjö kan skillnaden vara betydande. Någon regel för manganmängden kan man dock ej erhålla ur dessa sjöar. Aschans iakttagelse, att de manganrika malmen skulle bildas på mjuk gyttjig botten ¹⁾ överensstämmer ej med förhållandet i dessa sjöar, ty de på sandbotten befintliga malmen innehålla redan växlande mängder mangan. Likaså äro de malmer, som innehålla rikligast mangan (Punelia 10 och Salkolanjärvi), bildade på sandbotten. Likväl bör observeras att dessa malmer överhuvudtaget äro jämförelsevis manganfattiga.

¹⁾ Aschan: op. c. sid. 79.

De organiska ämnena, humusämnena, variera i dessa malmer mellan 0.74 och 6.53 procent. De förefinnas ungefärligen i samma kvantiteter i malmer, som bildats i samma sjö. De stå ej i något som hälst förhållande till de mängder humusämnen, som förefinnas i sjöarnas vatten, vilken omständighet är begriplig, då man betänker att malmen bildas omedelbart, då grundvattnet uppstigit ur sjöbotten. Grundvattnet åter innehåller vanligtvis rikligt humusämnen. Av dessa utfaller med järnoxiden endast en del. Humusämnena utgöra således vid sjömalmsbildningen skyddskolloider, i det att de förhindra järnoxidens utfällning i de sjön omgivande jordarterna. Då grundvattnet utgjuter sig i sjöarna, förändras koncentrationsförhållandena, och järnoxiden utfaller såsom tidigare är nämnt. Med manganföreningar äro försök ej utförda, men synbarligen följa de samma lagar som järnoxiden, om ock utfällningsgränserna äro olika. ¹⁾ Fosforsyra förekommer i dessa malmer i små mängder, förutom i Pyhäjärvi, var-est därav finnes 2.08 procent. Möjligtvis har denna höga halt rönt invärkan därav, att i malmfyndets närhet finnes mycket odlingar, från vilka de lösliga fosforföreningarna förflyttas i grundvattnet.

Av övriga ämnen innehålla sjömalmen vanligen rätt litet, aluminiumoxid c:a 2 procent, likaså rätt litet löslig kiselsyra, CaO och MgO blott såsom spår.

Tabell 7.

Sjö malm	Olösliga	Fe ₂ O ₃	Mn O	P ₂ O ₅	Glödgrings- förhållst	Summa	Humus
Heinäjärvi 12	11.90	55.29	0.92	0.00	22.86	90.97	4.03
Saarijärvi 4	1.51	61.84	1.00	0.27	26.00	90.62	6.53
Vaherma 1 b	3.86	67.91	0.002	0.00	21.59	93.36	3.76
» 3	5.06	61.48	1.78	spår	23.87	92.19	4.03
Onkima 4	6.56	64.87	1.92	0.15	22.01	95.51	4.33
» 11	2.70	68.71	0.95	0.07	21.89	94.32	3.88
» 12	17.30	53.37	2.03	spår	21.75	94.45	4.31
Vuotinainen 4	16.74	52.25	7.05	0.29	19.67	96.00	2.64
» 5	9.62	58.48	2.03	spår	20.59	90.72	3.18
Punelia 3	14.30	59.92	0.50	0.48	22.59	97.79	0.95
» 11	40.18	42.50	1.30	0.17	11.63	95.78	0.92
» 10	57.90	22.05	8.00	0.24	9.89	98.08	0.89
Sakara	20.72	59.12	0.95	0.18	15.68	96.65	1.69
Salkolanjärvi	14.50	53.37	8.00	0.19	18.67	94.73	2.58
»	8.30	62.32	1.10	0.28	21.33	93.33	2.61
Liesjärvi 7—8	28.84	46.66	2.20	0.15	12.37	90.22	2.30
» 14	12.46	57.04	3.94	0.27	21.81	95.52	2.25
Oksjärvi	11.94	59.60	4.00	0.45	20.71	96.70	3.94
Kuivajärvi	75.98	8.94	2.95	0.27	6.08	94.22	0.74
Pyhäjärvi	7.92	64.23	0.68	2.08	21.45	96.36	3.29

¹⁾ Dessa omständigheter skola bliva föremål för en särskild undersökning.

Sjömalmernas nybildning.

Sjömalmens bildning är en recent process, vilken vid växlande förhållanden försiggår med olika hastighet. I en del av de undersökta sjöarna försiggår tillväxten mycket långsamt, i synnerhet i de sjöar, som omgivas av grusjordarter. I de sjöar, såsom exempelvis Salovesi och Saarijärvi, ur vilka malm aldrig upptagits och tillväxten således försiggått under tusentals år, har resultatet varit mycket anspråkslöst; oaktat den långa bildningsperioden har malm uppkommit endast i obetydliga mängder. I andra sjöar sker åter malmbildningen snabbt. Så t. ex. äga vi kännedom om att malmen i Punelia, fyndställe 11, bildats under 20—30 år. Likaså är nybildningen i Pyhäjärvi och Liesjärvi snabb. I dessa sjöar är den nära malmformationen befintliga jordarten sand. Malmbildningens hastighet beror synbarligen till stor del på jordarternas genomtränglighet. Ju lättare genomtränglig den jordart är, ur vilken det järnhaltiga grundvattnet härleder sig, desto hastigare försiggår malmens tillväxt.

Sjömalmerna hava således å det undersökta området bildats:

I sjöar, vilka omgivas av de lätt genomträngliga jordarterna sand och grus.

Jordmånerna äro järn- eller humuspodsol. Humuspodsolbildningarna befinna sig vanligtvis i närheten av malmbildningslokalerna.

Malmen uppkommer på sjöbottnens yta där, varefter grundvattnet framtränger ur jorden.

I malmen har ej anträffats organismer, vilka kunde antagas åstadkomma malmens bildning.

Malmbildningen begynner omkring något koncentrationscentrum, som vanligtvis utgöres av ett mineralkorn eller en sten.

Malmens huvudsakliga beståndsdelar äro järnoxid, humusämnen och olösliga mineral, varförutom den vanligtvis innehåller manganoxid och fosforsyra.

Malmens föråldring följer de lagar, enligt vilka de oorganiska gelerna övergå i kristalliniskt tillstånd.

Malmernas tillväxthastighet beror på de i närheten av malmformationerna befintliga jordarternas genomtränglighet.

Über die Seeerzbildung in einigen süd- finnischen Binnenseen.

Einleitung.

Die Bildung der Seeerze, welche hauptsächlich in Fennoskandia und Nord-Amerika vorkommen, hat zu vielen Theorien Anregung gegeben. Diese Theorien kann man in drei Gruppen zusammenführen: *Die chemische, die physikalische und die bakteriologische.*

Von den chemischen sind die Karbonat- und Humattheorien die wichtigsten. Man hat angenommen, dass das kohlenstoffhaltige Regenwasser in den Boden dringe und von der humusreichen oberen Schicht Kohlensäure und Humussäure löse. Das kohlenstoffhaltige Eisenoxydul wird oxydiert und als Eisenoxydhydrat niedergeschlagen.¹ Das lösliche Ferrohumat wird zu schwerer löslichem Ferrihumat oxydiert und ausgefällt.²

Später haben einige Forscher (Ramann, Rohland, Albert, Rother) erklärt, dass die Ausfällung des Eisenoxyds als physikalischer Prozess anzusehen sei, und dass das Eisenoxyd durch Humusstoffe, Elektrolyte oder Konzentrationsänderungen ausgefällt werde.³ Mehrere Forscher haben angenommen, dass die Seeerze durch bakteriologische Prozesse entstanden sind. Schon Ehrenberg⁴ hat den Infusorien einen grossen Einfluss auf die Entstehung des Raseneisens zugeschrieben. Er hat *Gaillonella ferruginea* in Sümpfen um Berlin gefunden und nimmt an, dass diese den starken Eisengehalt in derselben Weise besitzen, wie sich phosphorsaurer Kalk in Knochengallerten vorfindet.

¹ C. Sprengel: Die Bodenkunde, Leipzig 1844. S. 103.

² Ad. Mayer: Bleisand und Ortstein. Die landwirtsch. Vers. Stat. Bd. 58, 1903, S. 168.

³ Ausführlicher sind diese Theorien in meiner Arbeit: Ueber die Ausfällung des Eisenoxyds und der Tonerde in finnländischen Sand- und Grusböden. Geotechn. Mitteil. von der Geol. Komm. in Finland N:o 16, S. 27—41 referiert.

⁴ Ehrenberg: Vorläufige Mitteilungen über das wirkliche Vorkommen fossiler Infusorien und ihre grosse Verbreitung. Pgg. Ann. 38, 1836. S. 217.

F. Cohn¹ hat gut entwickelte Bakterien, *Crenothrix polyspora*, untersucht. Diese waren anfangs farblos, wurden aber später gelb oder braun. Nachdem er festgestellt hatte, dass die braune Farbe vom Eisenoxyd herstammte, nahm er an, dass das Eisenoxyd in den Scheiden in derselben Weise ausgefällt sei, wie die Kieselsäure in den Panzern der Diatomaceen.

Winogradsky hat Eisenbakterien in den Eisenoxydanhäufungen gefunden. Besonders reichlich kommen diese in eisenoxydulhaltigen (FeCO_3) Eisenquellen vor.

Durch Reinkulturversuche hat er die Verhältnisse bestimmt, in welchen die Eisenbakterien gedeihen:

Die Braunfärbung der Bakterien geschieht nur in eisenoxydulhaltigem Wasser durch Oxydation des Eisenoxyduls in den Scheiden. Die Bakterien wachsen nur, wenn Eisenoxydul der Lösung zugeführt wird.

Leptothrix entwickelt sich in der Lösung, welche kleine Mengen organischer Substanz (0.005—0.01 proc. butters. Kalzium oder essigsaur. Natrium) enthält. Die Energiequelle für die Bakterien ist die durch Oxydation des Eisenoxyduls im Eisenoxyd freigewordene Wärme (»aktuelle Energie«). Nach Winogradsky sind Ablagerungen von Eisenerzen wahrscheinlich der Tätigkeit der Organismen zuzuschreiben.²

Nach O. Aschan³ ist eine solche durch Oxydation des Eisenoxyduls freigewordene Energie für die Bakterien nicht nötig, weil diesen eine fertig synthetisierte Substanz, die Humussäuren, zu Gebote stehen.

Nach ihm bilden sich die Seerze so, dass die Bakterien, welche sich an Sandkörner angesetzt haben, die Ferrohumatlösung verwenden und sich um den nicht anwendbaren Teil des Nährsubstrates, das wasserhaltige Eisenoxyd, mit etwas Humusstoffen lagern. »In den Poren des Erzstückes nimmt die eine Generation nach der anderen mit ihrer Nachkommenschaft ihren Wohnsitz, immer neue Schichten darauf konzentrisch ablagernd.« Wenn sich auch in Seerzen eine grosse Menge solcher Organismen befinden sollte, ist es nach ihm jedoch bisher nicht gelungen, sie zu entdecken.⁴

¹ F. Cohn: Ueber den Brunnenfaden (*Crenothrix polyspora*). Beiträge zur Biologie der Pflanzen Bd. 1 H. 1. s. 119.

² S. Winogradsky: Ueber Eisenbakterien. Bot. Zeit. 188, N:o 17. S. 263—270.

³ O. Aschan: Humusämnen i de nordiska inlandsvatten och deras betydelse, särskildt vid sjömalmenas daning. Helsingfors 1906. S. 151—157.

⁴ O. Aschan: Zeitschr. f. prakt. Geol. XV 1907. S. 60—61.

Auch die Verälderung der Seeerze ist nach ihm ein Werk von Bakterien.

Nach Molisch¹ ist das Eisen für Bakterien ohne nährphysiologische Bedeutung. Nur die Scheiden wirken als Filtrum, indem sie die Eisenverbindungen festhalten und wenn es nötig ist oxydieren, ohne dass das Eisenoxyd in die Zellen eingeht.

Nach R. Lieske² wachsen die Eisenbakterien nur in klaren, stehenden oder fließenden Gewässern, niemals aber in trüben und schlammhaltigen. Er hat niemals Eisenbakterien in Gewässern angetroffen, welche in reicherem Maasse organische Stoffe enthielten.

Alle Gewässer, in denen die Eisenbakterien gut fortkommen, haben einen reichlichen Eisengehalt und sind stark CO₂-haltig.

Durch Reinkulturversuche hat er festgestellt, dass *Spirophyllum* in einer Nährlösung, die ausser anorganischen Salzen kohlensaures Eisenoxydul enthält, organische Nährstoffe gar nicht vorkommen. Durch Zusatz von organischen Stoffen wird das Wachsen des *Spirophyllum* aufgehoben oder hört vollständig auf.³

Die Absonderung des Eisenoxyds wird durch den Lebensprozess des *Spirophyllum* veranlasst.

Wenn, wie O. Aschan annimmt, die Seeerze als ein Rückstand der Bakterien zu betrachten wären, müsste man doch die Scheiben, welche nach Lieske hauptsächlich aus mineralischen Stoffen bestehen, in den Seeerzen entdecken, um so mehr als diese sehr beständig⁴, und die Seeerze rezente Bildungen sind. Solche hat man jedoch nur in sehr geringem Maasse angetroffen. So hat z. B. Inostranzew in Seeerzen aus dem Gouvernement Aunus (Karelien) keine Eisenbakterien, nur einige Diatomaceen gefunden, obgleich die Seeerze von 165 Seen untersucht worden.⁵ Molisch hat 34 Proben von See- und Sumpferzen untersucht, davon 2 Proben Seeerz aus Wärmland in Schweden, und Eisenbakterien nur in 3 Proben angetroffen. Von diesen waren 2 aus Sibirien und 1 aus Schlesien.⁶ Wenn man dazu in Betracht zieht, dass die Eisenbakterien im klaren, CO₂-haltigen Wasser, welches nur wenig organische Stoffe enthält, gedeihen, so ist es begreiflich,

¹ H. Molisch: Die Pflanze in ihrer Beziehung zum Eisen. Jena 1892. S. 70.

² R. Lieske: Beiträge zur Kenntnis der Physiologie von *Spirophyllum ferrugineum* Ellis. Jahrb. f. Wissensch. Botanik. Bd 49, 1911. S. 99—100.

³ R. Lieske: op. c. S. 125—126.

⁴ W. Rullman: Die Eisenbakterien. F. Lafar: Handbuch der Techn. Mykologie. Bd. III. S. 194.

⁵ A. A. Иностранцевъ: Геологическій очеркъ Повѣнецкаго уѣзда Оло-нецкой губернии. Матеріалы для геологіи Россіи. 1887 S. 717.

⁶ Hans Molisch: Op. c. S. 75—80.

dass man nicht Eisenbakterien in Fennoskandia entdeckt hat. Die Gewässer hier sind sehr CO_2 -arm, aber humushaltig (nach Aschan 2 g organische Stoffe in 100 Liter Wasser.¹⁾ Diese Gewässer eignen sich also nicht für das Gedeihen der Eisenbakterien, weil letztere nach Lieske nur Kohlendioxid, wie die Nitrit- und Nitratbakterien, nicht aber organische Stoffe verwerten können.

¹ O. Aschan: Humusämnera etc. S. 21.

Spezieller Teil.

Die Gegend, in welcher die untersuchten Seen sich befinden, liegt auf einem Wasserteiler in Südfinnland. Der Heinäjärvi- (122 m ü. M.), Salovesi- (118 m), Saarijärvi- (115 m), Antiainen- und Vaherma-See fließen nach Süden in den Finnischen Meerbusen, so auch der Onkima- und Vuotinainen-See, ebenso wie der Punelia- (108 m) und Sakara-See. Der Salkolanjärvi-, Liesjärvi- (112.8 m), Kuivajärvi- und Pyhäjärvi-See (96.8 m) fließen dagegen nach N.W. in den Bott-nischen Meerbusen.

Das Felsengerüst besteht aus Urgebirge: Granit, Quarzdiortit, Diorit, Hornblendegneis, Hornblendeschiefer und Pegmatit.

Von Bodenarten ist die Moräne die am meisten verbreitete, welche Hügel und Rücken (drumlins) bildet. In der Gegend sind viele Erdrücken und im Zusammenhang mit diesen breiten sich hier und da Sandfelder aus. Tonbodenarten kommen nur im westlichen Teile der Gegend vor.

Zwischen den Hügeln und Rücken decken die Torfbildungen (hauptsächlich der Sphagnumtorf) die mineralischen Bodenarten.

Die Böden sind hauptsächlich Eisen- und Humuspodsol. Charakteristisch für Eisenpodsol ist das Vorkommen von Bleicherde und dass die B-Schicht in Bezug auf Humusstoffe, Al_2O_3 , Fe_2O_3 und SiO_2 angereichert ist. Die Humuspodsole sind durch eine Anreicherung von Humusstoffen und Tonerde und eine Auslaugung von Eisenoxyd und Kieselsäure charakterisiert.¹ Diese verschiedenen Bodenbildungsprozesse sind durch die Einwirkung der Humusstoffe auf die Al_2O_3 und Fe_2O_3 - Sole verursacht. Auf Grund von Experimenten geschieht die Ausfällung in folgenden Verhältnissen:²

1 Fe_2O_3 : 0.2 Humus — 1 Fe_2O_3 : 3 Humus und für die Tonerde.

1 Al_2O_3 : 1 Humus — 1 Al_2O_3 : 30 Humus.

¹ B. Aarnio: Ueber die Ausfällung des Eisenoxyds und der Tonerde etc. S. 14—24.

² B. Aarnio: Op. c. S. 53—70.

In Gegenden, in welchen die Humusbildung weniger reichlich ist, wird die Tonerde und das Eisenoxyd in der B-Schicht ausgefällt, in solchen aber, wo die Rohhumusbildung sehr stark ist, wird nur die Tonerde ausgefällt, wogegen das Eisenoxyd mit dem humusreichen Grundwasser auswandert. Mit diesen Daten ist sowohl analytisch als auch experimentell ein Grund für die Erklärung der Seeerzbildung theoretisch gelegt. Es bleibt nur übrig zu untersuchen, wie die Verhältnisse in der Natur damit übereinstimmen. Zu diesem Zwecke wurden im Sommer 1916 einige Binnenseen in Süd-Finnland, in welchen Seeerze vorkommen, untersucht. Bei diesen Untersuchungen wurden sowohl die Bodenarten und die die Seen umgebenden Böden, als auch die wichtigsten Fundorte der Seeerze und bei den Fundorten der Boden des betreffenden Sees kartiert.

Der Heinäjärvi-See.

Der Heinäjärvi ist der erste See des Wasserlaufes der durch Salovesi, Saarijärvi, Anttainen und Vaherma nach Süden fließt. Die Bodenarten um den See sind hauptsächlich Grus (Möräne) und Sand. Die Böden sind Eisenpodsol und Humuspodsol, so stark ausgebildet, dass die A₂-Schicht 10—30 cm mächtig ist. Die B-Schichten sind dunkelbraun gefärbt. Die Humuspodsole sind gewöhnlich stärker ausgebildet als die Eisenpodsole.

Die Seeerze sind den Ufern entlang in einer Wassertiefe von 1 bis 3 m entstanden. Das Erz ist an der Grenze zwischen den durchlässigen Bodenarten (Grus, Sand) und den undurchlässigen (Schlamm, Lehm) ausgebildet. Am reichlichsten kommt es im W-Ende vor, wo man im Sandboden eine sehr starke Humuspodsolbildung antrifft. Das Erz zeigt hier die Bildung nussgrosser Erzstücke, welche dann zusammengewachsen sind (Scheibenerz Fig. 3). An dieser Stelle ist vor 50 Jahren Erz gehoben worden.

Im Bodenschlamm findet man Süßwasserdiatomaceen (*Melosira*, *Pinnularia*). In dem Erz kann man keine Organismen entdecken.

Humus in Seewasser 0.005148 g in 1 Liter.

Der Salovesi-See.

Die Bodenarten sind hauptsächlich Grus und nur sehr wenig Sand. Die vorherrschenden Böden sind Eisenpodsol, nur am westlichen Ufer findet man kleine Gebiete von sehr stark ausgebildeten Humuspodsolen. Im Salovesi ist sehr wenig Seeerz vorhanden. Nur am W-Ufer kommt es auf Sandboden in einer Tiefe von 1.5—3 m

vor. Es ist in grossen Scheiben (9 cm Durchmesser), welche an römische Schilde erinnern, ausgebildet = Schilderz (Fig. 5).

Im Bodenschlamm trifft man Süsswasserdiatomaceen, im Erz aber keine Organismen an.

Humus im Seewasser 0.00566 g in 1 Liter.

Der Saarijärvi-See.

Die Bodenarten um den Saarijärvi sind beinahe ausschliesslich Grus (Moräne)- und Sphagnumtorf, die Böden Eisenpodsol. Der Steinboden an der Grenze von Grus und Schlamm, in einer Tiefe von 1.5—3 m, enthält sehr wenig Erz. Dagegen findet man es am Südufer etwas reichlicher und gut ausgebildet = Schilderz (Fig. 6—7).

Im Bodenschlamm trifft man Südwasserdiatomaceen, im Erz aber keine Organismen an.

Humus im Seewasser 0.00669 in 1 Liter.

Der Vaherma-See.

Die Bodenarten sind hauptsächlich Grus (Moräne). Sand kommt nur auf kleineren Gebieten vor, von denen die grössten am W-Ufer liegen. Die Böden sind zum grössten Teil Eisenpodsol, nur hier und da findet man Humuspodsol.

Seeerz ist verhältnismässig wenig auf Sandboden in einer Tiefe von 1.5—4.25 m vorhanden. (Scheibenerz 1:b und Schilderz 3).

Im Bodenschlamm giebt es reichlich Süsswasserdiatomaceen, im Erz aber gar keine Organismen.

Humus im Seewasser 0.004119 g in 1 Liter.

Der Onkima-See.

Die Bodenarten sind Grus und wenig Sand, die Böden Eisenpodsol mit kleineren Gebieten von Humuspodsol. Erz findet man an mehreren Stellen, aber in geringen Quantitäten. Es kommt auf Stein- und Sandboden in einer Tiefe von 1.5—3.5 m vor. Das Erz ist Scheiben- oder Pfennigerz. Es enthält keine Organismen.

Humus im Seewasser 0.01184 g in 1 Liter.

Der Vuotinainen-See.

Die Bodenarten sind hauptsächlich Sand und Grus, die Böden Eisenpodsol mit wenig Humuspodsol. Seeerz ist reichlich auf Sandboden vorhanden. Das Erz ist Hagel-, Pfennig- und Schraggerz. Man kann keine Organismen darin entdecken.

Humus im Seewasser 0.00824 g in 1 Liter.

Der Punelia- und Sakara-See.

Die Bodenarten um den Puneliasee sind steiniger Grus und Sand, die Böden Eisenpodsol und Humuspodsol.

Seeerze findet man an vielen Stellen, von denen die wichtigste am E.-Ufer liegt. Das Erz liegt auf Sandboden in einer Tiefe von 1.50—3.50 m. Es ist Pfennigerz, frei von Organismen.

Humus im Seewasser des Punelia-Sees 0.00566 g in 1 Liter.

» » » » Sakara-Sees 0.0772 in 1 Liter.

Der Salkolanjärvi-See.

Die Bodenarten sind hauptsächlich Sand, die Böden Eisen- und Humuspodsol.

Das Erz liegt auf Sandboden in einer Tiefe von 1.5—3 m. Es ist Pfennigerz, frei von Organismen.

Humus im Seewasser 0.00463 g in 1 Liter.

Der Liesjärvi-See.

Die Bodenarten sind Sand, nur am Südennde giebt es etwas Grus. Die Böden sind hauptsächlich Eisenpodsol, doch kommt auch das Humuspodsol an vielen Stellen vor.

Seeerz ist reichlich vorhanden mit sehr schneller Neubildung. Es liegt auf Sandboden in einer Tiefe von 1—3.50 m. Das Erz ist gewöhnlich Pfennigerz, oft um die Steine gewachsen (Fig. 13). Es ist frei von Organismen.

Humus im Seewasser 0.01029 g in 1 Liter.

Der Oksjärvi-See.

Die Bodenarten sind Grus, Sand, Lehm (Mo) und Torf, die Böden Eisen- und etwas Humuspodsol.

Erz ist an vielen Stellen auf Sandboden in einer Tiefe von 1.5—3.5 m vorhanden. Das Erz ist dünnes Scheibenerz, frei von Organismen.

Humus im Seewasser 0.01133 g in 1 Liter.

Der Kuivajärvi-See.

Die Bodenarten sind Grus auf der N-Seite, Sand am S-Ufer, Lehm (Mo) am E- und Ton am W-Ende. Die Böden sind Eisenpodsol und GleyPodsol in Lehm und Ton.

Seeerz findet man nur auf einem Grund in der Mitte des Sees auf Sandboden, in einer Tiefe von 0.5—2 m.

Im Erz entdeckt man einige Diatomaceen (*Pinnularia*).

Humus im Seewasser 0.01416 g in 1 Liter.

Der Pyhäjärvi-See.

Die Bodenarten um den Pyhäjärvi-See weisen schon eine grosse Verschiedenheit auf. Im N und E sind Sandböden, im S und W Grus- und Tonböden vorherrschend. Die Böden sind hauptsächlich Eisenpodsol, nur an der N-Seite giebt es kleinere Gebiete mit Humuspodsol. In Tonböden findet man Gley-podsolböden ausgebildet.

Nur am N-Ufer unter der Kirche des Kirchspiels Tammela ist Seeerz reichlich vertreten. Es liegt auf Sandboden in einer Tiefe von 2—2.75 m, längs der Grenze von Sand- und Tonboden und zwar als Hagelerz (Fig. 14).

Im Erz kann man keine Organismen entdecken.

Humus im Seewasser 0.00978 g in 1 Liter.

Der Kaukjärvi-See.

Im Kaukjärvi-See giebt es nur sehr wenig Seeerz, welches sich um die Steine gebildet hat (Fig. 15).

Humus im Seewasser 0.00180 g in 1 Liter.

Die Bildung der Seeerze.

Aus den untersuchten Fällen geht hervor, dass die Seeerze in Seen entstehen, welche von Grus- und Sandbodenarten umgeben sind. Auch in Seen mit Lehm- und Tonböden, wie der Pyhäjärvissee im Kirchspiel Tammela, entdeckt man Seeerz, jedoch nur an Ufern, die aus Sandbodenarten bestehen. Die Seeerzbildung geschieht also im Zusammenhang mit durchlässigen Bodenarten.

Aus den Karten ist zu ersehen, dass die wichtigsten Erzfunde sich in der Nähe der Humuspodsolböden befinden, so im Heinäjärvi-See die Fundorte 5, 7 und 12 und das ganze S.-Ufer, im Salovesi-See 1, im Vaherma-See 1 b und 3, die meisten im Onkima-See, im Vuotinainen-See 1 und 4, alle im Punelia-See, im Sakara-See 4 und 5, die meisten im Salkolanjärvi-See, wie auch im Liesjärvi- und Oksjärvi-See. Beim Pyhäjärvi-See kommen nicht viel Humuspodsolbildungen vor, jedoch ist das Grundwasser sehr humusreich, (0.01519 g im Liter).

Die Eisenoxydmengen in den Seeerzen stammen von den die Seen umgebenden Bodenarten her. Das in den Boden sickende Wasser löst die Eisenverbindungen aus den obersten Schichten und das Eisenoxyd wandert dispergiert im humusreichen Grundwasser in die Seen. Das humus- und eisenoxydhaltige Grundwasser steigt vom Seeboden an den Stellen hervor, wo die durchlässigen und undurchlässigen Bodenarten sich begegnen, ähnlich den Quellenbildungen auf der Erde.

Wenn das Grundwasser aus dem Boden gleichförmig hervorsickert, wird das Erz formlos. Wenn aber der durchlässige Boden von einer dünnen undurchlässigen Schicht überdeckt ist und das Grundwasser durch Kanäle, wie z. B. verwesene Wurzeln, heraus sickert, entstehen die verschiedenen Erzformen. Liegen nun diese Gänge dicht an einander so entsteht das Hagelerz, das später zum Pfennigerz ausgebildet werden kann (Fig. 10). Durch das Zusammenwachsen dieser beiden Formen entsteht das Scheibenerz (Fig. 3). Wenn der durchlässige Boden von einer dickeren undurchlässigen Schicht (Schlamm) überdeckt ist, kann das Erz sich zu schönen Stücken ausformen, Schilderz (Fig. 5, 7 und 8).

Das Wachstum der Seeerze geschieht von unten und nach den Seiten hin. Man kann nämlich beobachten, dass der untere Teil der

Erze oft gelb und gallertartig, der obere dagegen hart, oft glasartig ist. Die Koagulation beginnt gewöhnlich um ein Sandkorn oder Gesteinstückchen, doch kann als Koagulationskern auch eine Muschelschale, ein Stück Rinde etc. dienen. Dann setzt sich die Koagulation auf der Oberfläche des Erzes fort. Das Erz erhält gewöhnlich einen konzentrischen Bau, doch kann es auch formlos sein (Fig. 9).

Wenn das Eisenoxyd- und Humussol in solchen Konzentrationsverhältnissen zu einander stehen, dass die Koagulation schnell vor sich geht, erhält man formlose Konkretionen, wie bei Sumpferzen. In den Seeerzen verhält sich das Eisenoxyd zu Humusstoffen durchschnittlich wie 1 : 0.07. Hier haben wir also ein Phänomen, das an die Verdichtung des Wasserdampfes in der Luft erinnert. Wenn man Wasserdampf in ein staubiges Zimmer leitet, verdichtet sich der Wasserdampf, wobei die Staubkörner als Konzentrationszentra dienen. Leitet man aber unter denselben Verhältnissen den Wasserdampf in eine staubfreie Atmosphäre, trifft keine Nebelbildung ein.¹ Auch die Bildung der Pisolithe ist eine ähnliche; der Konzentrationskern bei diesen ist ein Sandkörnchen oder ein Gasbläschen² (Hochstetter).

Theoretisch ist dieses Phänomen noch unerklärt.

Die Sole sind im Allgemeinen sehr unbeständig und die Koagulation tritt überhaupt leicht ein. Sind die Agentien dagegen schwach oder stehen sie in einem unvorteilhaften Verhältnis zu dem Sol, so tritt die Koagulation langsam ein.

Um zu erfahren, wie verschiedene Mineralien auf die Koagulation des Eisenoxyds einwirken, wurden einige Versuche gemacht. Im geschlossenen Glaszylinder befand sich 125 ccm Eisenoxydsol, welches 0.0100 Fe₂O₃ enthielt. Auf den Boden eines jeden Zylinders wurden verschiedene Konzentrationskerne gelegt und zum Teil im Tageslicht zum Teil im Dunkeln verwahrt. Neben diesen befanden sich einige Zylinder mit Eisenoxydsol ohne Konzentrationszentra. Von diesen letzteren wurde kein einziges innerhalb eines Jahres ausgefällt.

Versuch	1	Fe ₂ O ₃ -Sol	+ Orthoklas	ausgefällt	innerhalb	6 Monate
»	2	»	+ Ton	»	»	6 »
»	3	»	+ Muschelschale	»	»	6 »
»	4	»	+ Granit	»	»	6 »
»	5	»	+ geglühter verwitterter Granit	»	»	4 »

¹ H. Freundlich: Kapillarchemie. Leipzig 1909. S. 293—294.

² H. Schade: Zur Entstehung der Harnsteine und ähnlicher konz. geschichteter Steine org. und anorg. Ursprungs. Koll. Zeitschr. Bd 4. 1909. S. 264—266.

Versuch 6	Fe ₂ O ₃ -Sol	+ Quartz	ausgefällt	innerhalb	4	Monate
»	7	»	+ Glimmer	»	»	4 »
»	8	»	+ Kalkstein	»	»	1 »
»	9	»	+ Torf,	das Eisenoxyd	koaguliert	allmählich um den Torf als ein gallertartiges Häutchen (Fig. 16).

Hierbei könnte man vielleicht annehmen, die Mineralien hätten sich etwas gelöst und die gelösten Elektrolyte hätten nun die Koagulation hervorgebracht. So koaguliert der verwitterte Granit schneller als unverwitterter und der Kalkstein verhältnismässig schnell; im allgemein sind diese Mineralien jedoch sehr schwer löslich. Doch ist dagegen einzuwenden, dass die meisten festen Stoffe gegen Wasser negativ geladen sind, wogegen das Eisenoxydsol positiv ist. Auch ist zu bemerken, dass in dialysierten Humussolen, welche negativ geladen sind, keine Koagulation durch diese Mineralien stattfand, obgleich ein Teil der Versuchszylinder zwei Jahre aufbewahrt wurden.

Die Verälderung der Seeerze.

Wie schon hervorgehoben wurde, ist der zuletzt gebildete Teil des Erzes gewöhnlich gelbbraun und gallertartig, wogegen der ältere hart und sogar glasartig ist. Diese Erscheinung, die Veränderung vom Gel zum kristallinischen Zustande, ist bei Gelen allgemein. So wissen wir, dass Kieselsäure sich von Gel, Opal, zu kristallisiertem Chalcedon verändert, wie auch Al₂O₃-Gel in Lateriten in Hydrargillit.¹

Dieselben Resultate hat Doelter bei Versuchen im Laboratorium erhalten. So wird das Eisenoxyd- und Tonerdegel in der Schüttelmaschine im Laufe von 88 Tagen kristallinisch. Auch kann man durch Erhitzung auf dem Wasserbade von Al₂O₃-Gel kristallinischen Al₂O₃ · 3H₂O und Al₂O₃ · H₂O sowie von Fe₂O₃-Gel in einigen Tagen schwarzen Göthit, Fe₂O₃ · H₂O, und Hämatit, Fe₂O₃ erhalten.²

Die Verälderung der Gele und ihre Umwandlung in kristallinische geschieht unter Wasserverlust. Um zu erfahren, wie die Erhitzung auf Eisenoxydgel einwirkt, wurden einige Versuche gemacht.

Durch Ausfällung mit Ammoniak verfertigtes Eisenhydrat wurde 10 Monate lang im offenen Gefässe aufbewahrt. Es wurde pulverisiert

¹ A. Luz: Laterit. Koll. Zeitschr. 1914. S. 81.

² C. Doelter: Über die Umwandlung amorpher Körper in kristallinische. Koll. Zeitsch. 1910. S. 90—91.

und in verschiedenen Temperaturen 4 Stunden lang erhitzt, worauf das zurückbleibende Wasser und die Hygroskopizität bestimmt wurden.

Nach 4-stündigem Erhitzen in	Wasser % ¹	Hygroskopizität % ²
100°	10.00	34.12
200°	1.54	42.24
300°	1.06	29.62
400°	0.72	19.48
500°	0.70	6.13
600°	0.20	0.94
700°	0.00	0.00

Sumpferz von Outokumpu.

Nach 4-stündigem Erhitzen in	Wasser %	Hygroskopizität %
100°	14.00	10.04
200°	2.25	10.97
300°	1.30	19.62
400°	0.70	20.01
500°	0.28	17.39
600°	0.28	14.70
700°	0.26	14.90
800°	0.08	1.40
900°	0.00	0.02
1,000°	—	0.004

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass das Wasser kontinuierlich abgeht, die Hygroskopizität abnimmt und gleich Null ist, wenn kein Wasser mehr zurück bleibt. Doch ist zu bemerken, dass sich die Hygroskopizität in Temperaturen von 200° bis 400° steigert.

Auch auf die Löslichkeit wirkt die Erhitzung ein; das Eisenoxydgel wird immer schwerer löslich, je höher es erhitzt wird. 2 g durch Ammoniak ausgefälltes Eisenoxyd, das 5 Monate im offenen Gefäße aufbewahrt war, wurde mit 50 ccm N/1 Essigsäure und Salzsäure (sp. gew. 1.05 und 1.19) während 24 Stunden in der Schüttelmaschine behandelt, worauf die gelösten Mengen bestimmt wurden.

¹ Das Wasser ist nach Penfield bestimmt. W. F. Hillebrand: Analyse der Silikat- und Karbonatgesteine. Leipzig 1910. S. 67—68.

² E. A. Mitscherlich: Bodenkunde. Berlin, 1913. S. 66.

	G e l ö s t %			Ungelöst %
	in N/1 Essigsäure	in Salzsäure		
		Sp. Gew. 1.05	Sp. Gew. 1.19	
Frisch gefälltes Eisenhydrat	100.00 ¹	—	—	—
Im offen. Gefässe 5 Mon. bewahrt	7.90 ¹	57.53	34.57	—
Nach 4-stündigem Erhitzen in				
105°	7.21 ¹	65.89	26.90	—
200°	0.11	1.69	48.85	49.34
300°	1.41 ¹	0.40	55.47	42.72
400°	0.13	0.54	76.29	23.03
550°	0.06	0.10	63.60	36.24
<i>Sumpferz, Outukumpu</i>				
Im off. Gef. 5 Jahre bewahrt	0.27	2.46	50.97	25.75
Nach 4-stündigem Erhitzen in				
100°	0.30	1.83	67.35 ¹	4.90
200°	0.50	3.02	48.93 ¹	23.13
300°	0.09	5.69	94.21	—
400°	0.18	3.87	56.89	29.71
550°	0.07	1.16	25.97	63.50

Diese Versuche bestätigen die schon in der Natur beobachtete Erscheinung, dass das Eisenoxydgel verhältnismässig schnell verältert. Allgemein ist die Erscheinung in Lateriten, wo das Eisenoxyd und die Tonerde oft harte Konkretionen bilden; ebenso verhält es sich mit den Sumpferzen. Wie schon hervorgehoben wurde, beobachtet man in älteren Seerzen sowohl harte, als auch glasartige Teile.

Die Zusammensetzung der Seerze.

Die Seerze sind hauptsächlich aus ungelösten Gesteinen, Quarz und Feldspat, Eisen- und Manganoxyd, org. Stoffen und Wasser zusammengesetzt. Das Eisenoxyd ist gewöhnlich um so reichlicher, je weniger von unlöslichen Gesteinen vorhanden ist. Sehr wenig Eisenoxyd findet man in den Seerzen, welche entfernt vom Ufer gebildet sind. (Punelia 10 und Kuivajärvi). Manganoxyd ist von 0.002

¹ Erzeugt für kolloide Stoffe charakteristische Schaumbildung.

bis 8 % vorhanden. Unerforscht ist noch, woher diese verschiedenen Mengen des Manganoxyds stammen.

Die Humusstoffe variieren in diesen Erzen von 0.74 bis 6.53 Proz. In den Erzen, welche in demselben See gebildet wurden, sind die Humusmengen ung. gleich. Von Phosphorsäure ist in diesen Erzen wenig zu entdecken mit Ausnahme des Pyhäjärvi (2.08 %). Vielleicht steht der hohe Phosphorsäuregehalt im Zusammenhang mit den kultivierten Feldern, von denen die löslichen Phosphorsäureverbindungen ins Grundwasser gelangen.

Seeerz von	Unlös- lich	Fe ₂ O ₃	MnO	P ₂ O ₅	Glüh- verlust	Summa	Humus
Heinäjärvi-See 12.....	11.90	55.29	0.92	0.00	22.86	90.97	4.03
Saarijärvi-See 4.....	1.51	61.84	1.00	0.27	26.00	90.62	6.53
Vaherma-See 1:b.....	3.86	67.91	0.002	0.00	21.59	93.36	3.76
» 3.....	5.06	61.48	1.78	Spur.	23.87	92.19	4.03
Onkimaa-See 4.....	6.56	64.87	1.92	0.15	22.01	95.51	4.33
» 11.....	2.70	68.71	0.95	0.07	21.89	94.32	3.88
» 12.....	17.30	53.37	2.03	Spur.	21.75	94.45	4.31
Vuotiainen-See 4.....	16.74	52.25	7.05	0.29	19.67	96.00	2.64
» 5.....	9.62	58.48	2.03	Spur.	20.59	90.72	3.18
Punelia-See 3.....	14.30	59.92	0.50	0.48	22.59	97.79	0.95
» 11.....	40.18	42.50	1.30	0.17	11.63	95.78	0.92
» 10.....	57.90	22.05	8.00	0.24	9.89	98.08	0.89
Sakara-See.....	20.72	59.12	0.95	0.18	15.68	96.65	1.69
Salkolanjärvi-See.....	14.50	53.37	8.00	0.19	18.67	94.73	2.58
».....	8.30	62.32	1.10	0.28	21.33	93.33	2.61
Liesjärvi-See 7—8.....	28.84	46.66	2.20	0.15	12.37	90.22	2.30
» 14.....	12.46	57.04	3.94	0.27	21.81	95.52	2.25
Oksjärvi-See.....	11.94	59.60	4.00	0.45	20.71	96.70	3.94
Kuivajärvi-See.....	75.98	8.94	2.95	0.27	6.08	94.22	0.74
Pyhäjärvi-See.....	7.92	64.23	0.68	2.08	21.45	96.36	3.29

Die Neubildung der Seeerze.

Die Seeerzbildung ist ein rezenter Prozess, der mehr oder weniger schnell vor sich geht. In einigen von den untersuchten Seen geschieht die Bildung sehr langsam, besonders in solchen, wo die Grusbodenarten vorherrschen. In Seen, wie z. B. dem Salovesi- und Saarijärvi-See, aus welchen Erz niemals gehoben worden und wo die Bildung also im Laufe von Jahrtausenden fortgeschritten ist, findet man sehr wenig Erz. In anderen geschieht die Neubildung sehr

schnell, wie z. B. im Punelia-See, Fundort 11, von dem man weiss, dass das Erz in 20—30 Jahren neugebildet ist. Auch im Liesjärvi- und Pyhäjärvi-See ist die Neubildung eine sehr schnelle. Um diese Seen herum herrschen die Sandbodenarten vor, ganz besonders in der Nähe der Erzfundorte. Die Schnelligkeit der Neubildung hängt also zum grössten Teil von der Durchlässigkeit der Bodenarten ab.

Als Resultate der Untersuchungen können wir also feststellen:

Die Seeerze bilden sich in Seen, in deren Umgebung die durchlässigen Bodenarten Sand und Grus vorherrschen.

Die Böden sind Eisen- oder Humuspodsol. In der Nähe der Erzbildungsstellen findet man gewöhnlich Humuspodsol.

Das Erz ist auf dem Seeboden, wo das Grundwasser heraussickert, gebildet.

In den Erzen hat man keine Organismen, welche man sich als Ursache der Erzbildung denken könnte, entdeckt.

Die Erzbildung beginnt um einen Koagulationskern, der gewöhnlich ein Mineralkorn oder Steinstückchen ist.

Die Hauptbestandteile der Erze sind: Eisenoxyd, Humusstoffe und unlösliche mineralische Gemengteile, dazu kommen gewöhnlich Manganoxyd und Phosphorsäure.

Die Verwitterung der Erze folgt denselben Gesetzen, nach welchen die unorganischen Gele sich in kristallinische umwandeln.

Die Neubildung ist von der Durchlässigkeit der den Erzbildungsstellen nahe liegenden Bodenarten abhängig.

GEOLOGISKA KOMMISSIONEN I FINLAND

GEOTEKNISKA MEDDELANDEN

- N:o 1. Bidrag till kännedomen om våra lerors tekniska egenskaper. Av Benj. Frosterus. Pris: Mk. 0: 50.
- N:o 2. Bidrag till Pitkäranta malmfälts historik. Av Otto Trüstedt. Pris. Mk. 0: 50.
- N:o 3. Sydvästra Finlands kalkstenar och kalkindustri. Av Benj. Frosterus. Pris: Mk. 0: 50.
- N:o 4. Om grundvattnet i Finland, dess förekomst, mängd och rörelser. Av J. J. Sederholm. Pris: Mk. 0: 50.
- N:o 5. Orijärvi malmfält. Av Otto Trüstedt. Pris: Mk. 0: 50.
- N:o 6. Det finska lermaterialet som geologisk bildning och teknisk produkt. Av Benj. Frosterus. Pris: Mk. 1: —.
- N:o 7. Brynstenstillverkningen i Finland. Av Benj. Frosterus. Pris: Mk. 0: 50.
- N:o 8. Om de tekniska egenskaperna hos finska graniter. Av J. J. Sederholm. Pris: Mk. 1.
- N:o 9. Lertekniska studier: Vattenhalten i våra tegelleror. — Försök att genom tillblandningar höja smältpunkten hos finska lera. Av Benj. Frosterus. Pris: Mk. 0: 75.
- N:o 10. Jordmånernas uppkomst och egenskaper. Av Benj. Frosterus. Pris Mk. 1.
- N:o 11. Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwest-Europas Moränengebieten. Von Benj. Frosterus (I) und K. Glinka (II). Pris: Mk. 0: 50.
- N:o 12. Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwest-Europas Moränengebieten (III). Von Benj. Frosterus. Pris: Mk. 0: 50.
- N:o 13. Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwest-Europas Moränengebieten (IV). Von Benj. Frosterus. Pris: Mk. 0: 50.
- N:o 14. Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwest-Europas Moränengebieten (V). Von Benj. Frosterus. Pris Mk. 3.
- N:o 15. Bestämning av järnets oxidationsgrad i humushaltiga lösningar. Av Eero Mäkinen. Pris: Mk. 0: 50.
- N:o 16. Über die Ausfällung des Eisenoxyds und der Tonerde in finnländischen Sand- und Grusböden. Von B. Aarnio. Pris: Mk. 2.
- N:o 17. Iakttagelser rörande gruf- och mineralindustrin i Kanada och Förenta staterna. Af J. J. Sederholm. Pris: Mk. 0: 50.
- N:o 18. Om förekomsten af några sällsyntare kemiska grundämnen i Finland. Af Eero Mäkinen. Pris: Mk. 0: 50.
- N:o 19. Våra ekonomiska kartor. Av B. Aarnio. Pris Mk. 0: 50.
- N:o 20. Om sjömalmera i några sjöar i Pusula, Pyhäjärvi, Loppis, Somerniemi och Tammela socknar. Av B. Aarnio. Pris Mk. 2.
-