

# RECENTE BUNNAVLEIRINGER I NORSKE INNSJØER

AV  
KAARE MÜNSTER STRØM

(MED 1 TEKSTFIGUR)

Ved de undersøkelser over norske innsjøer som jeg siden 1928 har foretatt med støtte av Statens Forskningsfond og av Nansenfondet, har jeg samlet en hel del bunnprøver som er blitt nærmere undersøkt så vel makroskopisk som mikroskopisk, likesom der er gjort kjemiske analyser av dem. Resultatene er offentliggjort i en del avhandlinger<sup>1</sup>, men da det vel kan ha nogen interesse for geologer å ha dem samlet og lett tilgjengelig, er de sammenstillet i det følgende.

De fleste prøver er samlet med rørlodd som bragte op lengder av inntil 60 cm. Nogen få er samlet med grab, men materialet for alle kjemiske analyser er det øverste 10 centimeter lag, når ikke annet er nevnt.

Alt ved en makroskopisk undersøkelse viser der sig stor forskjell på prøvene, der er alle overgangsstadier fra de løse, brunlige organiske avleiringer til de gråhvite, rent mineralske lerer. Beskrivelse av de forskjellige prøver finnes imidlertid i den angitte litteratur, hvor også resultatene av mikroskoperingene er publisert: Påvisning av avleirede organismerester — nesten bare sådanne som finnes i det nuværende plankton — og av mineralpartiklenes størrelser.

---

<sup>1</sup> K. M. STRØM: Limnological observations on Norwegian lakes. — Arch. Hydrobiol. 20, 1930; Feforvatn. A physiographical and biological study of a mountain lake. — *ibid.* 22, 1931; Norwegische Binnenseen. — *Naturwissensch.* 19, 1931; Europas dypeste innsjø. — *N. Geogr. tidsskr.* 4, 1932; Tyrifjord. A limnological study. — *Skr. N. Vidensk.-Akad. Oslo.* 1. M.-N. Kl. 1932, 3; Nordfjord Lakes. A limnological survey. *ibid.* 1932, 8; Nutrition of Algae . . . ; The nutritive substance given off by lake bottom muds. — *Arch. Hydrobiol.* 25, 1933.

Av mere almindelig interesse er spørsmålet om der foreligger årlig stratifikasjon. En sådan er sannsynlig i brevannssjøene i Nordfjord med lag som er fra 0.4 til 0.6 mm tykke. Beregninger over slammengde i vannet og mulig sedimentasjon er offentliggjort i avhandlingen „Nordfjord Lakes“ og resultatene stemmer godt med opfatningen av lagene som årsskiktninger. Denne opfatning styrkes også ved at der i avleiringene fra Loenvatn finnes voldsomme forstyrrelser og tykke lag av grove partikler i en dybde som nettop svarer til katastrofeåret 1905. (Bødalsulykken). I nordamerikanske brevannssjøer er der funnet årslag ca. 5 mm tykke<sup>1</sup>, men disse sjøer er små og grunne og ligger rett nedenfor breene. Som jeg har fremholdt i ovennevnte avhandling avleires de grovere partikler i Nordfjordvannene nær elveørene, og de kolloidale partikler går for største delen tvers igjennem sjøene i overflatelagene og avleires først i den salte fjord; så der er et helt rimelig forhold mellom avleiringen på den dype bunn i Nordfjordsvannene og i de nordamerikanske brevannssjøer.

Interessant vilde det være å få lengere rørloddsprøver i Nordfjordsvannene. Antagelig vilde Jostedalsbreen fremstøt i det 18. århundre vise sig i dem. Muligvis vilde man kunne få en fullstendig kronologi for vekslingene i smeltevatnsmengde og erodert materiale i den tid Jostedalsbreen har eksistert.

Almindelig geologisk interesse har især resultatene av de kjemiske analyser. De er utført av Dr. L. MÖSER i Gießen.

Bestemmende for bunnavleiringenes karakter er proporsjonen mellom mineralslam og organisk detritus. Mineralslammets karakter veksler efter bergartene i nedslagsdistriktet; den organiske detritus er forskjellig eftersom det er humusholdige stoffer fra nedslagsdistriktet eller plankton fra sjøen selv som avleires.

Høit innhold av organisk stoff har bunnavleiringene i Vossevannene, i Feforvatnet og i Hornindalsvatnet. I Vossevannene skriver det organiske innhold sig vesentlig fra detritus fra nedslagsdistriktet, i Hornindalsvatnet vesentlig fra plankton. Feforvatnet inntar en særstilling, idet bunnavleiringene i dette vann, som har et minimalt nedslagsdistrikt, nesten bare består av plankton. Den store rikdom på kiselsyre skriver sig fra de avleirede diatomeer, ikke fra mineral-

---

<sup>1</sup> W. A. JOHNSTONE: Sedimentation in Lake Louise. — Amer. Jour. Sc. 4, 1922;  
E. M. KINDLE: Sedimentation in a glacial lake. — Jour. Geol. 38, 1930.

Kjemiske analyser.  
(I prosent av lufttørrt substans).

Beliggenhet; vannets navn	H. o. h. m	Største dyp m	Prøven tatt fra dyp m	Gløde- tap	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Orga- nisk C	SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<i>Voss</i>														
Lønsvatn .....	75	27	26	19.90	50.73	14.08	6.67	-	2.03	1.27	0.04	-	8.14	3.60
Øvre Vangsvatn .....	50	60	56	22.65	46.12	15.35	6.77	-	2.75	1.36	0.04	-	8.90	3.00
Nedre Vangsvatn .....	50	42	42	21.60	43.70	17.36	9.52	-	1.44	1.09	0.03	-	7.29	2.48
Evangervatn .....	10	107	107	20.83	45.33	16.07	7.90	-	2.44	2.42	0.03	-	8.18	2.82
<i>Gudbrandsdalsfjellene</i>														
Feforvatn .....	878	53.5	53	35.10	55.59	4.28	1.98	-	1.32	0.71	0.03	-	11.16	12.99
Feforvatn 1 .....	878	53.5	53.5	19.76	57.66	9.60	5.45	-	1.74	0.90	0.04	-	6.56	6.01
<i>Ringerike</i>														
<i>(Tyrifjorden)</i>														
Steinsfjord .....	64	22	19	8.76	59.11	16.78	7.45	0.20	1.15	1.71	-	0.11	1.80	3.53
Steinsfjord 2 .....	64	22	20	5.94	55.27	20.17	8.96	0.16	1.16	1.03	-	0.26	0.76	2.74
Hølsfjord 3 .....	64	295	148	8.14	55.42	18.45	8.80	0.48	1.09	1.17	-	0.34	1.55	3.00
Hølsfjord 3 .....	64	295	283	12.70	50.65	17.69	9.65	0.98	0.91	1.08	-	0.38	3.38	2.87
<i>Nordfjord</i>														
Hornindalsvatn .....	53	514	461	18.06	48.82	15.97	7.47	0.28	3.12	1.13	-	0.42	5.67	3.06
Breimsvatn .....	61	278	278	8.94	52.49	17.25	8.65	0.24	2.10	2.88	-	0.31	2.95	3.05
Strynsvatn .....	27	209	209	3.78	57.41	18.34	7.58	0.22	3.21	2.04	-	0.49	1.36	3.13
Loenvatn .....	48	132	132	3.32	57.47	19.34	7.54	0.18	3.03	1.81	-	0.37	0.74	2.97
Oldenvatn .....	36	92	92	3.10	59.40	17.07	7.08	0.16	2.82	2.85	-	0.40	0.65	3.48

1 Prøve av de dypest liggende recente avleiringer, som ligger umiddelbart over glacialeren.

2 Representerer lag som ligger ca. 1 m ned i bunnen.

3 Prøven tatt med grab.

partikler fra nedslagsdistriktet. Dette viser sig særlig klart ved den høje verdi av forholdet  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ , som er nogenlunde konstant i de andre vann, om det enn varierer litt efter bergartene. Hvor langsom avleiringen er i Feforvatnet viser det faktum at glaciallere (breslam) finnes 10 cm under overflaten i rørprøvene. Selv om de flocculente slammasser kan være presset sammen fra 50 cm's virkelig mektighet, viser dog dette tall hvor langsom avleiringen er i en næringsfattig sjø med klart vann og et lite nedslagsdistrikt.

Bunnen i Tyriffjordens to deler består av lere, kun på de største dyp i Holsfjorden synderlig blandet med organiske bestanddeler. Det er vel de sterke strømninger som holder leren ren på mindre dyp.

Nordfjordsvannene (frasset Hornindalsvatnet) er alle mere eller mindre brevannsforsynte, Breimsvatnet relativt minst, Oldenvatnet relativt mest. Innholdet av organisk stoff i bunnaveiringene er omvendt proporsjonalt med den prosentdel av nedslagsdistriktet som inntas av breer. Avleiringene i Oldenvatnet er nesten helt rent mineralske, og består bare av breslam, tørret er de ganske hvitgrå.

Det kan endelig være grunn til å nevne litt om sjømalms optreden i Holsfjorden. Analyser av de øverste 10 cm bunn gir følgende resultater på jern og mangan:

*Analyser av bunnaveiringer i  
Steinsfjord og Tyriffjord på jern og mangan.  
(I prosent av lufttørret substans).*

	Dyp m	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Mn}_2\text{O}_3$	Sum
Steinsfjord ..	6	7.84	0.28	8.12
— ..	19	7.45	0.20	7.65
— ..	20	8.96	0.16	9.12
Holsfjord....	7	7.68	0.25	7.93
— ....	10	7.86	0.54	8.40
— ....	23	8.16	0.65	8.81
— ....	32	8.08	0.48	8.56
— ....	80 <sup>1</sup>	8.96	0.16	9.12
— ....	148 <sup>1</sup>	8.80	0.48	9.28
— ....	283 <sup>1</sup>	9.65	0.98	10.63
— ....	287	9.12	0.49	9.61

Innholdet er altså nogenlunde konstant, det stiger gjennomgående men ubetydelig mot de store dyp i Holsfjorden. Fra ca. 5 m's dyp og nedefter er imidlertid store partier av bunnen i Holsfjorden (ikke

<sup>1</sup> Tatt med grab.

i Steinsfjorden) dekket av skorpeformet jernmalm (som er medtatt i ovennevnte bunnprøver). Det synes som om hele bunnen er dekket; og en typisk profil ser ut som på figuren.

Disse tufflignende skorper, svarte, med en rødlig overgangszone mot leren, finnes ennå på 80 m's dyp, dog litt mere spredt, fra 148 m kom der op meget tynnere og lysere (grålige) masser, som langt fra kunde ha dekket hele bunnen. De kjemiske analyser viser sjømalmsens egenskaper:

*Analyser av sjømalm i Holsfjorden.*

(I prosent av lufttørret substans).

Dyp m	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sum
9	44.88	4.06	48.94
80	41.92	4.86	46.78
148	24.40	1.82	26.22

Oprinnelsen til disse avleiringer er utførligere diskutert i avhandlingen „Tyrifjord“, det er vel rimeligst å anta at jernet er løst ut av selve leren. Det er da forståelig at avleiringene finnes på mindre dyp og forsvinner mot de store dyp. På mindre dyp bunnfelles nesten ingen organisk detritus eller recente lerer, mens der er store avsetninger av disse stoffer på de store dyp, så jernavleiringene der ikke får tid til å danne utstrakte skorper. Steinsfjordens alkaliske vann har derimot ikke kunnet oppløse synderlig meget jern, så der er ingen skorper avleiret i det hele tatt.

Endelig kan nevnes at etter mine undersøkelser („Tyrifjord“, „Nordfjord Lakes“, „Nutrition of Algae“) synes sjøbunnen å være en hovedkilde for de fosfater som finnes oppløst i vannet. Da fosfater i våre sjøer nesten alltid er minimumsstoffer for den organiske urproduksjon, er det lett å innse at bunnens fosfatforråd, som igjen er avhengig av opprinnelsesbergartene, er av en overordentlig betydning for urproduksjonen.

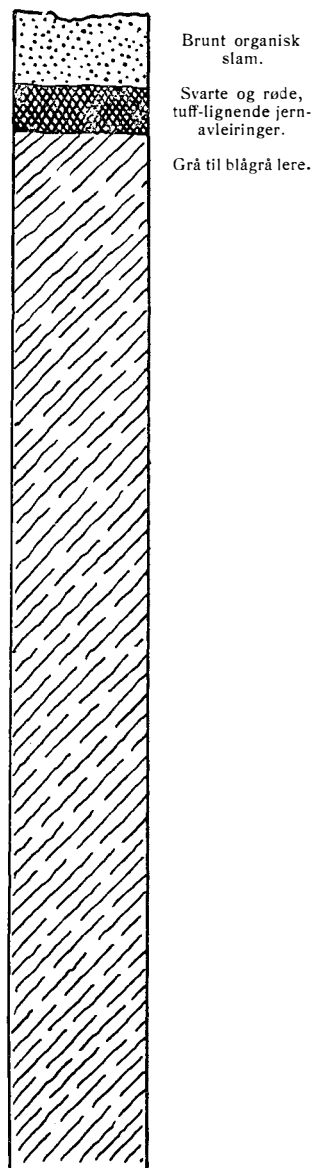


Fig. 20.  
Halv-skjematisk.

Algeforsøk viser at selv helt mineralsk slam som fra Oldenvatn er en fortrinlig fosfatkilde. Imidlertid avhenger det bl. a. av vannets reaksjon om fosfatene skal kunne oppløses<sup>1</sup> og forbli oppløst i innsjøens vann. Reaksjonen er igjen avhengig av nedslagsdistriktets bergarter og for øvrig av bunnen selv, så også her er et grenseområde mellom limnologi og geologi, hvor der kan utrettes meget.

Hvorledes fosfatene oppløses fra bunnen viser de følgende analyser fra Steinsfjorden. Til tross for at innholdet av organisk C tiltar sterkt opover i avleiringene, avtar innholdet av fosfat betydelig.

*Analyse av bunnens overflatelag og av skikt  $\frac{1}{2}$ —1 m under dette på organisk kullstoff og fosfat.*  
(I prosent av lufttørret substans).

Steinsfjord 22 m's dyp		Glødetap	Organisk C	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Samme prøve	Overflatelag . . . . .	9.03	1.97	0.14
	Dyplag $\frac{1}{2}$ m ned i bunnen	8.55	1.64	0.19
Prøve fra 20 m's dyp	Dyplag ca. 1 m ned i bunnen	5.94	0.76	0.26

<sup>1</sup> T. GAARDER: Die Bindung der Phosphorsäure im Erdboden. — Medd. Vestl. Forstl. Forsøksstat. 4, 1930.