

3die Hefte

BERGENS MUSEUMS AARBOG

1902

AFHANDLINGER OG AARSBERETNING

UDGIVNE AF

BERGENS MUSEUM

VED

DR. J. BRUNCHORST
MUSEETS ~~UDGIVER~~



BERGEN
JOHN GRIP'S BOGTRYKKERIE
1903

Bergens Museum. Aarbo, 1902.
No. 9.

The Holothurioidea of Northern Norway

by

Hjalmar Östergren,
Upsala.

Mr. O. NORDGAARD, Director of the Biological Station in Bergen, has kindly sent me a number of Holothurians, which he has collected in the most northern parts of Norway during the years 1894, 1897, 1899 and 1900. In connection with the treatise on this collection, I will also mention some interesting discoveries in the same district, chiefly made by Professor G. O. Sars of Christiania. At the same time I intend to give a complete list of all the different species of Holothurians, which, as far as I know, have hitherto been collected in Norway, north of the Arctic circle.

Such a list might perhaps seem unnecessary, as LUDWIG quite recently (1900) in „Fauna Arctica“ has written a treatise on the Arctic and Subarctic Holothurians. This treatise is undeniably of great value to those who study these animals, principally on account of the copious references made in it to other literary publications on the subject. Nevertheless, with respect as well to species as to literature, it is not so complete as its author promises (1900, p. 135). Besides this, it is by no means free from errors. LUDWIG has corrected some old ones, but he has made new mistakes, partly through confusion in geographical names. And the incorrect statements made by other authors about the Arctic and Scandinavian Holothurians, he has naturally not been able to correct, as he had not examined their material. Finally LUDWIG's views, regarding the geographical limits of the Arctic fauna are not, according to my opinion, borne out by actual facts. The result of my own studies with fuller views on these matters, I hope later on to publish in a monography on the Arctic and Scandinavian Holothurians. Here I will only mention such matters, as can serve to throw light on the fauna of northern Norway.

The district examined by NORDGAARD extends from 67° N. up to the North Cape; thus it comprises the northern part of Nordland

and the western part of Finmark. Topographically speaking, the Arctic circle is the limit of the Arctic region, but with regard to climate and zoogeography, the case is different. I will now with regard to the latter make some remarks about the coast of Norway, referring to G. O. Sars (1879) on zoogeographical matters and to O. Nordgaard (1899) on matters of hydrography.

The large, open West Fiord (about 67°30'—68°30' N.) is greatly influenced by the Gulf Stream. From a depth of 200 m. down to the bottom (640 m.) the water, just as in the fiords of southern Norway, has all the year round a temperature of + 6° to 7° C., whereas at less depths the temperature of the water is lower than in the south of Norway. Therefore many arctic species are also to be found in the littoral and sublittoral zone, while the fauna in the greater depths almost coincides with that of the corresponding depths on the west coast of Norway. The open coast up to the North Cape is on the whole, according to Sars, like the West Fiord. In East Finmark (east of the North Cape) the temperature of the water is lower and even at a considerably greater depth subject to great variations. The fauna is of a predominant arctic character. The same is the case with the fiords in West Finmark, north of the West Fiord, and also with some less fiords inside the West Fiord and south of the same down to 67° (or 66°?) N. The cause of the low and changing temperature in these fiords is, that the water from the ocean is impeded in its flow thither.

The limits of the arctic sea-fauna are, on that account, of a rather complicated nature in Norway. To the Boreal region G. O. Sars reckons the West Fiord, the open coast up to the North Cape, and also a part of the sea northwest of the North Cape as far as to the 74th degree N. To the Arctic region he reckons the whole of East Finmark (east of the North Cape), and also the fiords north of the West Fiord and at least the inner parts of some fiords inside and south of the West Fiord.

Of the localities which I shall mention later on, Nordgaard has given the bottom temperatures of the following:

Salten Fiord, 67°14.5' N.	$\frac{5}{4}$ 1900	320—380 m.	+ 6.65° C.
Folden Fiord, 67°37' N.	$\frac{6}{4}$ 1900	530 m.	+ 6.55° C.
Landegode, 67°22' N...	$\frac{30}{3}$ 1900	300—400 m.	+ 6.2° C.
Sag Fiord, 67°55' N...	$\frac{18}{2}$ 1899	200 m.	+ 6.4° C.

Kirk Fiord, 67°58.5' N.	$\frac{3}{3}$ 1899	50 m.	+ 2.5° C.
Öxsund, 68° N.	$\frac{17}{2}$ 1899	600 m.	+ 6.3° C.
Tranödybet, 68°12' N. .	$\frac{16}{3}$ 1899	607—640 m.	+ 6.3° C.
Brettesnes, 68°12' N. .	$\frac{16}{2}$ 1899	350—400 m.	+ 6.3° C.
Malangen Fiord, 69°30' N.	$\frac{14}{4}$ 1899	100—200 m.	+ 3.7° C.
Lyngen Fiord, 69°37' N.	$\frac{3}{5}$ 1899	250 m.	+ 2.85° C.
Kvænangen Fiord, } about 70° N. }	$\frac{19}{4}$ 1899	90 m.	+ 0.75° C.
	$\frac{21}{4}$ 1899	300—343 m.	+ 2.3° C.
Jökel Fiord, 70°5' N. .	$\frac{20}{4}$ 1899	100 m.	+ 1° C.

The first eight of the places above mentioned are situated in the West Fiord, or neighbouring fiords and straits. The shallow water cools very much during the winter (at Kirk Fiord at a depth of 50 m. + 2.5° C.), but at a great depth the temperature exceeds + 6° C. In the four fiords north of 69° N. the temperature at the bottom is much lower. As we shall find, these differences of temperature have a parallel in the differences in animal life.

1. *Stichopus tremulus* (GUNNERUS).

Salten Fiord 67° 14.5' N., $\frac{5}{4}$ 1900, 320—380 m., clay, + 6.65° C.

Landegode 67° 22' N., $\frac{30}{3}$ 1900, 300—400 m., clay, + 6.2° C.

Balstad 68° N., $\frac{26}{3}$ 1900, 150 m.

Balstad, $\frac{13}{4}$ 1897, in the stomach of Cod (*Gadus callarias*).

All these places belong to the region, where the bottom temperature of the greater depths never falls below + 6° C. Still this species will be met with in regions of lower bottom temperature. The specimen without calcareous bodies in the skin, which M. Sars (1861) describes under the name of *Holothuria ecalcareea*, had been caught in Öx Fiord 70° 10' N., and in Christiania museum there is a specimen, which G. O. Sars caught in the Varanger Fiord. Thus *Stichopus tremulus* is still to be found in East Finmark, wherefore it is not unlikely, that *Holothuria ecalcareea* JARZYNSKY (WAGNER 1885, p. 171) from the Murman Coast is identical with the species in question. The specimen from the Varanger Fiord is uncommonly big, wherefore its pedicels and papillæ are

more numerous than usual. Without calcareous deposits and strongly contracted, it would perfectly correspond to the typespecimen of „*Holothuria ecalcareo*“.¹⁾)

2. *Bathyplores natans* (M. Sars).

Folden Fiord 67° 37' N., $\frac{6}{4}$ 1900, 530 m., clay, + 6.55° C.

Öxsund 68° N., $\frac{17}{2}$ 1899, 600 m., clay, + 6.3° C.

This species has up to date only been met with in places with a bottomtemperature of from + 6° to + 7° C. As far as is known it is only to be found on the coasts of Norway, but as I have formerly (1896) pointed out, it is very closely related to the West-European *B. tizardi* (THÉEL).

3. *Mesothuria intestinalis* (ASCANIUS).

Folden Fiord 67° 37' N., $\frac{6}{4}$ 1900, 530 m., clay, + 6.55° C.

Öxsund 68° N., $\frac{17}{2}$ 1899, 600 m., clay, + 6.3° C.

I am not aware, that this species has ever been found in East Finmark, nor in West Finmark, north of the West Fiord. But according to JARZYNSKY (WAGNER 1885), it is to be met with on the Murman Coast.

Like KOEHLER (1896), LUDWIG (1900) thinks, that *M. verrilli* (THÉEL) from the southern parts of the North Atlantic (from 12° to about 50° N.) is identical with *M. intestinalis*. I am still of a different opinion. I have received from KOEHLER a specimen which altogether corresponds with the descriptions of *M. verrilli*. This specimen differs, as regards colour and the pedicels of the ventral surface, from the hundreds of specimens of the real *M. intestinalis* which I have seen on the Scandinavian coasts.²⁾ Both species

1) HÉROUARD describes (1896) a new *Stichopus* from the Bay of Biscay, which he calls *St. richardi*, which also R. PERRIER (1899 b, p. 300) mentions. HÉROUARD finds that the species is most like *St. ananas* (JÆGER) from the Pacific. *St. richardi*, however, as far as can be seen from the description, differs in no way from *St. tremulus*, the presence of which in the Bay of Biscay is known. Still in 1896 it was not known, that *Holothuria tremula* GUNN. was a *Stichopus*. R. PERRIER ignores even in 1899 my pamphlets of 1896 and 1897, where I had pointed out this fact, and before him revised the species of the genera *Holothuria* and *Stichopus*, which belong to the Synallactinæ. Cf. also p. 31.

2) Even R. PERRIER (1899 a) considers *M. intestinalis* and *M. verrilli* to be different species. Cf. also the appendix, p. 31—32.

are, however, hermaphrodites as THÉEL recently (1901) has pointed out. Thus the difference between both these animals is less than I (1896) from particulars then to hand, had reason to suppose. If one wishes to characterize *M. verrilli* as a subspecies or even only as a variety of *M. intestinalis*, it may be justifiable — in reality we know only too little of the systematical value of different characters; but to declare that both these species are fully identical seems to me not warranted by facts, even if one possibly should find, that they, where their regions meet, are connected by intermediate forms. As long as the identity of two species is open to the slightest doubt, they ought to be given separate names, even if they should be degraded to the rank of varieties. This would incite to renewed investigations, but to abolish a species altogether, the right of which as a species seems doubtful, causes a great deal of confusion (cf. p. 20 regarding *Myriotrochus vitreus*), especially so as it tends to call forth too hasty conclusions respecting zoo-geography.

4. *Cucumaria frondosa* (GUNNERUS).

Balstad 68° N., April 1897.

Troldfjordsmund between Rolfsö and Ingö 71° 2' N., $\frac{25}{4}$ 1899, 30—40 m., sand with Laminarians.

Röst 67° 30' N., $\frac{28}{4}$ 1897 and Reine 67° 56' N., $\frac{31}{3}$ 1897 in stomachs of Cod (*Gadus callarias*).

This species is met with all over Finmark right up to the Varanger Fiord, where I saw it myself in 1896. It is also found on the Murman Coast (JARZYNSKY).

5. *Cucumaria hispida* (BARRETT).

Syn. *Echinocucumis typica* M. SARS.

Salten Fiord 67° 14.5' N., $\frac{5}{4}$ 1900, 320—380 m., clay, + 6.65° C.

Landegode 67° 22' N., $\frac{30}{3}$ 1900, 300—400 m., clay, + 6.2° C.

Sag Fiord 67° 55' N., $\frac{18}{2}$ 1899, 200 m., clay, + 6.4° C.

Öxsund 68° N., $\frac{17}{2}$ 1899, 600 m., clay, + 6.3° C.

Skraaven 68° 10' N., $\frac{15}{2}$ 1899, 200—400 m., clay.

Brettesnes 68° 12' N., $\frac{10}{2}$ 1899, 350—400 m., clay, + 6.3° C.

Tranödybet 68° 12' N., $\frac{16}{3}$ 1899, 607—640 m., clay, + 6.3° C.

This species, as far as is known, has never been found in East Finmark, neither have I myself seen any specimen from the

most northern part of West Finmark (north of the West Fiord). It is especially worthy of remark, that it is not found in NORDGAARD'S collections from the fiords north of 69° N. Still it is alleged (compare LUDWIG, 1900) that it has been found on the west coast all the way up to the North Cape, even in Barents Sea. Its occurrence in the most northern part of West Finmark is, no doubt, restricted to the open coast, which in hydrographical and faunistical respect almost agrees with the West Fiord (cf. p. 4). Concerning the statement that it should occur in Barents Sea, ought to be observed, that this is due to a confusion with *Eupyrigus scaber* LÜTK.¹⁾

6. *Phyllophorus pellucidus* (FLEMING).

Digermulen $68^{\circ} 18' N.$, $^{16}/_2$ 1899, 100—150 m., stones and sand.

Kvænangen Fiord, Nöklen Island, $^{19}/_4$ 1899, 90 m., clay and stones, + $0.75^{\circ} C.$

Röst $67^{\circ} 30' N.$, $^{28}/_4$ 1897, in stomachs of the Haddock (*Gadus aeglefinus*).

The specimens found in stomachs of the Haddock were three in number, all perfect, length about 10 cm. In one of them the calcareous deposits of the skin were still unhurt, wherefore this specimen could with certainty be classified.

Besides, NORDGAARD collected, 1897, out of the stomachs of the Cod (*Gadus callarias*) a great number of foreparts of *Phyllophorus*, which, on account of the decomposition of the skeleton, could not with certainty be defined. Probably they belong, at least partly, to this species. Such foreparts were collected, together with numerous free tentacles, on the $^{29}/_3$ and $^{31}/_3$ at Reine $67^{\circ} 56' N.$, the $^{13}/_4$ at Balstad $68^{\circ} N.$ and the $^{28}/_4$ at Röst $67^{\circ} 30' N.$ On the $^{10}/_4$ 1899, NORDGAARD found at Stene in Bö, $68^{\circ} 35' N.$, numbers of such foreparts in the stomachs of Plaice (*Pleuronectes platessa*).

The two specimens from Röst, which DANIELSSEN and KOREN (1882 p. 77) mention under the name of *Thyone fusus*, are simply *Phyllophorus pellucidus*. The species is, without doubt, to be found spread over the whole of Finmark, although SARS (1861) mentions East Finmark (Varanger Fiord) and JARZYNSKY (WAGNER, 1885) the Murman Coast as its resort.

¹⁾ Through the kindness of Professor C. PH. SLUITER I have had the opportunity of investigating the specimens from Barents Sea, kept in the Museum of Amsterdam.

7. *Phyllophorus drummondii* (THOMPSON).

In NORDGAARD'S collections there is a specimen, which may be referred to this species. It was caught in Malangen Fiord the $14/4$ 1899 at a depth of 100—200 m.; bottom clay and rocky; temperature + 3.7° C. Others have mentioned the occurrence of this species in the most northern parts of Norway, for inst. M. SÆRS (1861) and O. BIDENKAP (1899). In East Finmark it is not known.

As THÉEL (1886) also points out, the differences between this species and the preceding one are of rather doubtful value. *Ph. pellucidus* is said to be more transparent, often red, and to have calcareous bodies in the skin. As to *Ph. drummondii*, the skin is said to be thicker and non transparent, its colour white or yellowish, besides being without calcareous bodies. I have, myself, in the Trondhjem Fiord collected numerous specimens of *Phyllophorus*, but they were so varied in colour, and their skeletons were in such various stages of development, that I found the above mentioned characteristics useless. But when examining specimens from different parts of Scandinavia, I have found not so very few differences, as regards the building up of the calcareous ring, as well as in the size and shape of the calcareous bodies.

As to whether many species exist, or only two, or perhaps only one with many varieties, I will not at present give any decided opinion. Still in certain places there seems to exist two, externally quite different kinds, for instance in the Sound, according to a statement of Docent E. LÖNNBERG. Until more comprehensive investigations have been made, I think it will be wisest to retain the names, as I have done here, of the two species *Ph. pellucidus* and *Ph. drummondii*.

As can already be inferred from statements by LÆUNGMAN (1879) and THÉEL (1886), the number of tentacles in both these species differs very often from that, which should be characteristic of the genus *Phyllophorus*. In certain places the tentacles, even in most of the specimens, seem to number only 15. Such specimens should be referred to the genus *Orcula*, but this genus must, as I have formerly (1898 a, p. 103) stated, be united with the genus *Phyllophorus*, and thus *Orcula barthii* TROSCHEL, as well as *Orcula luminosa* LAMPERT, must disappear, if, as from the descriptions may be concluded, these differ from *Phyllophorus drummondii* and *Ph.*

pellucidus only in the number of tentacles. As also LUDWIG (1900, p. 155) propounds the question: „ob nicht überhaupt *Oreula barthii* und *Phyllophorus drummondii* identisch sind“, so will probably even he now be willing to give up the genus *Oreula*, the keeping of which seems to me perfectly unwarranted.

8. *Psolus phantapus* (STRUSSENFELT).

S. Beier Fiord, between Sandhornö and Sund, 67° 5' N., $\frac{31}{3}$ 1899, 30—150 m., clay.

Ösnes Fiord 68° 20' N., $\frac{13}{2}$ 1899, 50—70 m., clay and stones.

Melhavn 71° 2' N., 27° 50' E., sept. 1894.

The species is spread over the whole of Finmark up to Varanger Fiord (M. SARS, 1861), and also on the Murman Coast (JARYNSKY).

9(?). *Psolus squamatus* (KOREN).

There is no specimen of this species in NORDGAARD'S collection. But there are several references made to it by other authors, by whom it is said to have been found in northern Norway. M. SARS (1861) mentions it from Lofoten, O. BIDENKAP (1899) from Tromsö, M'ANDREW and BARRETT (1857) from West Finmark. According to PFEFFER (1890), it has even been caught on the Murman Coast, and according to SLUTER (1895), in the Barents Sea.

Thanks to the kindness of the Directors of the Museums of Hamburg and Tromsö respectively, I have been able to examine PFEFFER'S and BIDENKAP'S specimens, and found them to be young ones of *Psolus phantapus*. Young specimens of these species resemble each other very much indeed. In *Ps. phantapus*, till it attains a length of about 2 cm., the body is also highly depressed and the pedicels are confined to the two lateral ambulacra (odd ambulacrum naked). Both species are, however, also in an early stage usually easy to distinguish from each other through the characters of the scales and of the calcareous bodies of the sole — cf. DÜBEN & KOREN (1846) and THÉEL (1886). *Ps. squamatus* is especially to be recognized by the calcareous bodies of the sole being simple, smooth or slightly knobbed reticulate plates. Already by this characteristic this species may be distinguished, even in small specimens (they must, however, have attained a length of 5 mm.), not only from *Ps. phantapus*, but also from *Ps. fabricii* (DÜB. & KOR.) and *Ps. japonicus* ÖSTERGR. Adult specimens of these species are easily recognizable on exterior characteristics as well.

Prof. SLUTER has kindly given me the opportunity of seeing the specimens of „*Psolus squamatus*“ from Barents Sea. These are young ones of *Ps. fabricii*, or perhaps such of *Ps. phantapus*, these species being in a early stage often difficult to distinguish from each other. Quite certain is, that these specimens do not belong to *Ps. squamatus*.

In the large collections from the Arctic Ocean, which I have seen, *Psolus fabricii* and *Ps. phantapus* have been the only representatives of the genus *Psolus*, and according to my opinion, all specimens, recorded from the region of the arctic fauna as *Ps. squamatus*, belong in reality to one or other of the two first mentioned species.¹⁾

I have not seen any genuine *Ps. squamatus* from any place further north than the Trondhjem Fiord (64° N.). But here this species is quite common. It is therefore very probable that it goes further northwards, and it may possibly be found in the warmer of the fiords in West Finmark, as is the case with many other species, e. g. *Cucumaria hispida*. Therefore it may remain in the list over the Holothurians of Northern Norway, principally on M. Sars' authority, although its existence there must not be considered to be fully proved.

10. *Trochostoma boreale* (M. Sars).

Is not in NORDGAARD'S collection, neither has anybody else found it within the region, which he has explored. It is known at Öx Fiord 70° 10' N., 370 m. (M. Sars 1861), Porsanger Fiord 70° 54.8' N. and Tana Fiord 70° 47.5' N., 232 m. (DANIELSSEN & KOREN 1882). Further south it is met with only at rather great distances from the Norwegian coast.

11. *Ankyroderma jeffreysii* DANIELSSEN & KOREN.

Caught in Norway in Porsanger Fiord and Tana Fiord together with the preceding species (DANIELSSEN & KOREN 1882). I have

¹⁾ On this account, I also doubted BELL'S statement (1882) that *Ps. squamatus* was to be found in the Gulf of St. Lawrence, about 48° N., as on the east coast of America an arctic sea fauna predominates in that latitude. Professor BELL was good enough to send me his specimen, and I found it to be a *Ps. fabricii*.

also seen a specimen which Dr. J. HJORT found in the Varanger Fiord, 200 m., clay, + 2.2° C.

12. *Synapta inhærens* (O. F. MÜLLER).

In the Bergen Museum there is a specimen of this species, caught by G. O. SARS at a depth of 40—50 m. at Skraaven 68° 10' N. (Lofoten). This is the only reliable find of *S. inhærens*, north of the Arctic circle. All statements, at present to hand, regarding the existence of this species in these northern regions seem to be due to a confusion with the next species.

13. *Labidoplax buski* (M'INTOSH).

Syn. *Synapta tenera* NORMAN.¹⁾

Kirk Fiord, Moskenesö, 67° 58.5' N., $\frac{3}{4}$ 1899, 50 m., clay, + 2.5 C.

In the Christiania Museum there are specimens of this species from Skraaven 68° 10' N., 370—550 m., also from Brettesnes, 68° 12' N., 75 m. and 220 m. The specimens of *Synapta inhærens* which DANIELSSEN & KOREN (1882) mention from the Porsanger Fiord 70° 54.8' N., also have on my examination been proved to be *Labidoplax buski*. The same is undoubtedly the case regarding the „Young specimens of *Synapta inhærens*“, which DANIELSSEN (1861) mentions as from the Komag Fiord 70° 14' N., and the Varanger Fiord at Vadsö 70° 3' N. DANIELSSEN had himself noticed some differences from *S. inhærens*. His statement is, translated, as follows: „For some time I considered them to be a species different from *S. inhærens*, but closer investigations have led me to believe them to be young specimens of *S. inhærens*.“ It ought to be mentioned, that *Labidoplax buski* had not that time been described. That it was this latter species, DANIELSSEN had (I have not been able to find his specimens in the Norwegian museums) is evident from many facts. The specimens have been all remarkably small, as they were thought to be young ones. *L. buski* is, as a rule, 2—3 cm. long and 2—3 mm. thick. They were caught on clay bottom, which is the usual place for this species, while *Synapta inhærens*, at least on our coast, stick to sand or mud. Further,

¹⁾ LUDWIG (1900) has totally omitted this species. Still it was already known at Busöen, Sogne Fiord, 61° N., thus at a more northern place than certain other species, which he admits into the category of subarctic Holothurians.

they lived at a depth of 75 m., while *S. inhaerens*, as far as I know, has not in Norway been found at a greater depth than 50 m.; usually it lives at 2—30 m.¹⁾ Thus, as *L. buski* without doubt is spread over the whole of Finmark, while *Synapta inhaerens* has been found only once north of the Arctic circle, at the more southerly part of Lofoten, it is highly probable that also JARZYNSKY'S *S. inhaerens* on the Murman Coast (WAGNER 1885) is nothing but *Labidoplax buski*.

The specimens from Lofoten and Finmark (Porsanger) differ only a little from those of more southern places. The anchors are a little bigger, 0.140—0.190 mm. long. In specimens from the West coast of Norway, where this species probably is rather common — personally I know it from the Hardanger Fiord, Bergen, the Sogne Fiord, Christiansund and the Trondhjem Fiord — the anchors are usually 0.110—0.150 mm; in specimens from Skager Rack and Cattegat 0.080—0.140 mm. From places north of the Arctic circle the length of the anchor-plates is about 85 % of that of the anchors; from places farther south the same length is from 90—100 %. In the southern part of the district over which the species is spread, it is found at a depth of from 20—420 m.

14. *Chiridota laevis* (FABRICIUS).

This species is not in NORDGAARD'S collection, but through DANIELSSEN (1861), M. SÆRS (1861) and BIDENKAP (1899) it is known as found at Grötö 67° 50' N., Sund 68° 1' N. and Tromsø 69° 40' N., where it is said to be rather common, burying itself in the sand at a small depth (1—35 m.). I have also seen specimens, which J. SPARRE SCHNEIDER has collected in the Kvænangen Fiord (about 70° N.) at a depth of 20 m., as well as some which Dr. J. HJORT got at the inner end of the Porsanger Fiord. It is probably to be found all through East Finmark. JARZYNSKY alleges its presence on the Murman Coast (WAGNER 1885).

¹⁾ LUDWIG'S statement (1900), that *S. inhaerens* had been found at a depth of 232 m., rests on DANIELSSEN & KOREN'S faulty examination of *Labidoplax buski* from Porsanger Fiord.

15. *Myriotrochus rinkii* STEENSTRUP.

Lyngen Fiord 69° 37' N., $\frac{3}{5}$ 1899, 250 m., clay, + 2.85° C.

Kvænangen Fiord 70° 25' N., $\frac{21}{4}$ 1899, 300—343 m., clay, + 2.3° C.

Jökel Fiord 70° 5' N., $\frac{20}{4}$ 1899, 100 m., clay, + 1° C.

These localities indicate that *M. rinkii* is spread in not a little degree over the colder fiords of West Finmark. I have also before me a few specimens, which G. O. SÆRS collected in the Varanger Fiord at Vadsö 70° 3' N. The species is thus to be found even in East Finmark.

This pronounced arctic species has not been known before in Norway; the statements in literature about its occurrence on the Scandinavian coast all refer to the following species (*Myriotrochus vitreus*). This one has during the last 20 years been considered identical with *M. rinkii*. I have, however, found the description by M. SÆRS (1877) to be in all essential parts perfectly correct, and if one compares that one with the description of *M. rinkii* by THÉEL (1877), it will be found, that there are many important differences. I have, by carefully comparing both species, found still more differences. In order to illustrate, how distinctly these species differ, I will now describe them, omitting, however, that which concerns the whole genus *Myriotrochus*.

Myriotrochus rinkii has the bodywall half transparent and coloured red, just as *Synapta inhærens*, to which it has, when alive, a great resemblance. The red colour, however, disappears from preserved specimens. The muscles are rather strongly developed. The longitudinal muscles, which are thin and broad in the hinder part of the body, increase in thickness but decrease in breadth in a forward direction, so that they in the middle of the body are just as thick as broad. In the forepart they are greatly compressed, shoot deep into the cavity of the body, resembling a ribbon which is fastened by one of its edges to the bodywall.¹⁾ The whole dorsal surface is, except next to the lateral longitudinal muscles, closely strewn with calcareous wheels, which on the middle of the back, where they lie closest, number from 30 to 60 per 10 □ mm. — on contracted parts they lie often partly on top of each

¹⁾ It will be seen, that the longitudinal muscles closely resemble those of several species of the genus *Condroleoa*, e. g. *C. (Synapta) vivipara* (ÖRSTED).

other, up to 200–300 per 10 □ mm. Generally there are also wheels scattered even on the foremost thirdpart of the ventral surface, sometimes a few even on the other part of the same. The wheels are so big, that they can be seen by the naked eye as small dots on the skin. The average diameter of a great number of wheels, I found to vary in different specimens between 0.205 and 0.260 mm. In every specimen some wheels are of course to be found, the dimensions of which are more aberrant, but very few indeed smaller than 0.140 mm. or larger than 0.280 mm. The spokes of the wheels, with the exception of monstrosities, are (12—14—25, the teeth on the periphery of the wheels 21—35.

The wheels are placed so very close to the epidermis that their teeth make the surface rough. Non-contracted specimens are as a rule 4–7 cm. long and 6–12 mm. thick. The largest dimensions are met with in the high arctic regions.

The above statements are based on a very rich material, mostly from the Zoological State Museum in Stockholm. Like many other species, which are widely distributed, *M. rinkii* shows some small differences in different parts of the district, in which it is found. In specimens from East Siberia I found, for inst., the average diameter of the wheels as a rule vary between 0.240 and 0.260 mm., while it in others generally keeps between 0.205–0.235 mm., in the Norwegian specimens which I examined between 0.208–0.220 mm.

In all the Norwegian specimens the wheels differed by a very small number of spokes. In the specimens from Vadsö they were (12—) 14–18, upon an average 15, per wheel, in specimens from Kvænangen and Lyngen 14–19, on an average 17.1. In specimens from the high arctic regions (different places in Greenland, Spitzbergen and Siberia, for inst. 76° 52' N., 116° E. and 70° 14' N., 170° 17' E.) the spokes are on the contrary 16–25, averaging as a rule about 20. The number of the teeth are, on the other hand, not at all diminished in the Norwegian specimens, averaging in the different specimens 26.5–29.3 per wheel. The number of the spokes are therefore in this case not much more than half of that of the teeth, or more correctly 54–60 %. In the high arctic specimens the number of the spokes is about $\frac{3}{4}$ of that of the teeth, or 74–81 % (in some young specimens, however, only 69 %).

A decrease in number of the spokes seems to take place even at other places, which are situated on the border between the Arctic and Boreal regions. Thus the spokes in specimens from

the Newfoundland Bank (Lat. 45° 59' N., Long. 51° 49' W., 100 m.) were on an average 16.3 and in a specimen from Barents Sea, about 250 km. off the Norwegian coast (72° 27' N., 35° 1' E., 249 m.) 16.9 per wheel. But white, especially in the specimens from the Newfoundland Bank, even the teeth were fewer than usual, the number of the spokes was respectively 70 and 64 % of these. The relative number of the spokes seems therefore in a peculiar way in this species to decrease, in proportion to its nearer approach to the periphery of the Arctic region.

It is worth mentioning that the Norwegian specimens have been found only at greater depths (100 — more than 300 m.). In the high arctic districts the species is mostly found at a depth of 5 — 100 m., even at 2—3 m., less often at a depth of 100—220 m. or still deeper.¹⁾

The specimen mentioned above from Barents Sea is the same, which DANIELSSEN & KOREN describe as *Myriochilus brevis* (HUXLEY). STEENSTRUP, in his description of *M. rinkii*, had mentioned that it had stalked wheels; a little later HUXLEY, without any knowledge of STEENSTRUP'S work, set up the species *Chiodactylus brevis* with a diagnosis, which is generally well fitted to *M. rinkii*, except that there was no mention of stalked wheels. On account of this, some authors want to distinguish between a *M. rinkii* with stalked wheels and a *M. brevis* with stalkless ones. DANIELSSEN & KOREN presumed that they had both species in the collections of the Norwegian North Atlantic Expedition. But their *M. brevis* is nothing but a specimen of *M. rinkii*, so strongly contracted that the bodywall had burst and got very much thicker. Through the thickening of the bodywall, the wheels have been made to lie rather

1) LUDWIG'S statement (1900) about its presence even at a depth of 550—662 m. concern probably the next species. Amongst the districts mentioned above there are some, which lie outside of that which LUDWIG (1900) mentions viz. the Newfoundland Bank and the east part of the Siberian Sea. The absence of this species from STUXBERG'S list (1880), which he wrote during the „Vega“ Expedition, is accounted for by his having called it *Trochoderma elegans*. THEEL who had an opportunity of revising the collections of this expedition, corrects (1886 p. 38) this mistake, mentioning as regards *Myriochilus rinkii* specimens from „the Sea of Kara and the northern coast of Asia“, whereas regarding *Trochoderma elegans* he mentions „Nova Zembla and the Sea of Kara“ as the only known districts. Thus LUDWIG'S supposition (1900), that *Myriochilus rinkii* could not be found on the North coast of Asia between 71° E. and 170° W., is wrong.

deeper than usual. Still even in this specimen, as happens so often, single wheels have got free from the surrounding tissue, so they lie outside the surface of the body, kept in place by threads of connective tissue.

Both THÉEL (1877 and 1886) as well as LEVINSEN (1886) look upon *Myriotrochus rinkii* STEENSTRUP and *Chirodota brevis* HUXLEY as the same species, an opinion which nearly all later authors agree with. As to whether this species has stalked wheels or stalkless ones, these two authors have different opinions. THÉEL (1877) could not discover any vestige of a stalk. He found the wheels lie in the most exterior part of the connective tissue, just inside the epidermis, thus enclosed in the skin. Later on, THÉEL (1886) says that he „never found stalked wheels, except in specimens which were more or less macerated, whereby the wheels become free from the surrounding tissue, and become attached by their centre to threads of connective tissue.“ At the same time, LEVINSEN pronounced a totally different opinion, viz. that the wheels in *M. rinkii* are supplied with a soft stalk, attached to their centres so that they freely reach above the surface of the body. He supposes that were the stalks have been overlooked, the reason has been that the wheels, by the contraction of the stalks, came to lie in small hollows of the skin. LEVINSEN had then no knowledge of THÉEL's later statements.

My opinion on this matter is in the main the same as THÉEL's. The skin gets macerated in specimens which are laid into bad water (the surface water is often too little salt at the places where this species lives), and becomes macerated even in preserved specimens, when these are kept in weak alcohol. Through maceration the wheels become exposed. Every wheel is then kept in its place by the threads attached to its centre, which threads thus assume the appearance of a soft stalk. If there is considerable maceration, the wheels can be seen hanging outside the body, by the naked eye; in less macerated specimens, by the help of the microscope it will be found, as LEVINSEN says, that they can be lifted a little above the level of the skin with a pencil or a pin. In living or well preserved specimens, however, at least the majority of the wheels lie embedded in the skin, so that they cannot be moved, except in connection with the surrounding tissue. It is true that I do come across single exposed wheels even in the best preserved specimens;

this is possibly due to some external injury or local maceration, inflicted by the preservation. It may also be possible, that an abrasion of the skin covering single wheels takes place also in living specimens, which otherwise are quite uninjured.

When DANIELSSEN and KOREN (1882) say, that the wheels in *M. rinki* are stalked, they seem in reality to mean that they lie in warts, which rise above the level of the rest of the skin, because they say, like THÉEL, that they lie „in the layer of connective tissue underneath the epithelium“. As also THÉEL (1886) supposes, the wheels in the living animal can, together with surrounding tissues, depending upon different degrees of contraction, protrude to various heights beyond the level surface of the skin.

16. *Myriotrochus vitreus* (M. SARS).

Syn. *Oligotrochus vitreus* M. SARS.

Brettesnes 68° 12' N., $\frac{16}{2}$ 1899, 350—400 m., clay, + 6.3° C.

This species is even by G. O. SARS found in the same district (Skraaven 68° 10' N.) at a depth of up to 550 m. (M. SARS 1877). Besides, it is to be met with along the whole of the Norwegian coast even down to Skager Rack, but is not known in any other district. It lives at a depth of 100—700 m. and, as far as is known, only where the temperature all the year round keeps at + 5° to + 8° C.

In this species the bodywall is thin, perfectly transparent, nearly as clear as glass, so that the intestines can clearly be seen. Sometimes, according to SARS, it may have a weak tinge of colour — a greenish or at the ends of the body reddish tint; as a rule it is perfectly colourless. In preserved specimens the transparency is less, still always far greater than in the preceding species. The muscles are very weak; the longitudinal muscles increase somewhat in thickness in the forepart of the body, but are first equal in thickness and breadth just behind the calcareous ring. They are very thin in all the rest of the body. The calcareous deposits are completely wanting in the middle and biggest part of the bodywall, on the dorsal surface as well as on the ventral surface. At both ends of the body one finds, as a rule, some few thinly scattered wheels, principally on the back. The greatest number of wheels I

have found in a single specimen is 28.¹⁾ Sometimes they are altogether wanting either in the forepart or the hindpart of the body, in single cases perhaps even in both. I know, that the number can go as low as to two, and Sars says, that in some specimens he has vainly looked for wheels. The wheels are much smaller than in the foregoing species, invisible to the naked eye, and do not roughen the skin. All this is also stated by Sars, who, however, does not give any dimensions. I found the diameter of the wheels to vary between 0.055 and 0.095 mm. The average size of all the wheels varied, in different specimens, between 0.070 and 0.080 mm.; it amounted therefore to $\frac{1}{3}$ of the average diameter of the wheels in the foregoing species. The spokes of the wheels are 11—16, the teeth on the periphery of the wheels (17—)19—26 in number. The number of the spokes is 55—60 % of that of the teeth.

This species will possibly not be quite so large as *M. rinkii*. Specimens from Skager Rack, where it seems to reach its greatest dimensions, are up to 6 cm. long. Most of the specimens burst in two, as soon as they are taken out of the water, and then the body always divides in a certain place, just behind the fore end. *M. rinkii* shows, on the contrary, only a little tendency to autotomy.

Thus I have been able completely to confirm M. Sars' statements regarding this species, and I have also found a further important difference as regards *M. rinkii*, namely in the building up of the longitudinal muscles. But Sars seems to me to go rather too far, when he considers the differences great enough to set up a new genus „*Oligotrochus*“. Therefore I have called the species *Myriotrochus vitreus*.

My preceding statements are too sharply opposed to those of DANIELSSEN & KOREN (1882 p. 34—35), that I should altogether pass them over in silence. They say, that in the specimens, they have examined of *Oligotrochus vitreus*, the wheels are „as numerous as in *Myriotrochus*“ and suppose that Sars should have „confined his observations chiefly to the integument of the ventral surface“ (!), where the wheels are few or wanting. Even in other respects they

¹⁾ This number is of course not to be considered as an absolute maximum. It agrees, however, very well with Sars' statement, that he has found the highest number to be 8—10 wheels in each interradius („intermuscular space“), if the validity of the same is limited to the three dorsal interradii. In the two ventral ones I find none or only single wheels.

dispute the correctness of Sars' statements, and declare that his *Oligotrochus vitreus* in every respect corresponds with *M. brevis*, and think that it „will be sufficiently clear, that *Oligotrochus vitreus* is identical with *Myriotrochus (Chirodota) brevis*.“

As *M. brevis* by later authors has rightly been considered synonymous to *M. rinkii*, *Oligotrochus vitreus* has also had to share this fate.

The statements of DANIELSSEN & KOREN seem to me perfectly inexplicable, if I am not to suppose, that they, when intending to examine *Oligotrochus vitreus*, by an oversight got hold of specimens of *Myriotrochus rinkii*.¹⁾ I have myself caught *M. (Oligotrochus) vitreus* in the Christiania Fiord, in the vicinity of Bergen, and in the Trondhjem Fiord. Besides, I have carefully examined numerous specimens in the Zoological Museums in Stockholm, Christiania, Trondhjem and Bergen (there one finds even some collected by DANIELSSEN himself). In this large material there is not a single specimen, which shows any similarity to *M. rinkii*. All show in a fully typical manner those qualities characteristic of *M. vitreus*. The living specimens of both species are so dissimilar, that no nearer relation between the two is suggested, except on a more careful examination.

That *M. vitreus* is a species perfectly distinct from *M. rinkii*, I have been convinced, ever since I began to study the Scandinavian Holothurians. I have also in my pamphlet on the system of the Synaptidae (1898 b) admitted both these species. Still it was very interesting to receive specimens of them from places which lie so close to each other as Lyngen and Skraaven — the distance is hardly more than 250 km. Even here, where their districts nearly meet, the difference between the species is perfectly distinct. The Norwegian specimens of *M. rinkii* in one respect certainly show a similarity to *M. vitreus*, viz. the small number of spokes in the wheels. This shows that one cannot distinguish between the species in question only by the number of the spokes. The same holds good about two new species of *Myriotrochus*, now before me, although they in some other respects widely differ.

¹⁾ LUDWIG mentions (1892 p. 359) that he has examined a specimen, which was sent to him under the name of *Oligotrochus vitreus*, but that he didn't find this specimen as a species different to *Myriotrochus rinkii*. It has probably also been a specimen of the latter species, which had been sent to him under a wrong name.

17. *Trochoderma elegans* THÉEL.

I have now before me a specimen of this species which is new in the Norwegian fauna; it was obtained by G. O. SARS at Mortensnes in the Varanger Fiord $70^{\circ} 4' N.$; as to the depth at which it was found, I have no particulars. In other places it has been found at a depth of 10—220 m.¹⁾

Of the above 17 species there are three, which LUDWIG (1900) does not mention as existing in the region discussed in this treatise, viz. *Labidoplax buski*, *Myriotrochus vitreus* and *Trochoderma elegans*. *Labidoplax* has, however, as I have shown above, long ago been found in these regions, though it has wrongly been called *Synapta inhærens*; and *Myriotrochus (Oligotrochus) vitreus* is mentioned by M. SARS as existing in Lofoten, but it has afterwards wrongly been considered to be identical with *M. rinkii*. The species which are really new in this district are, besides *Trochoderma elegans*, the genuine *Synapta inhærens* and the genuine *Myriotrochus rinkii*. Of these three *Myriotrochus rinkii* is to be found in East Finmark, as well as in the most northern fiords of West Finmark; *Trochoderma elegans* is known only in the most eastern and most arctic part of the district (Varanger Fiord), *Synapta inhærens* in its most southern and warmest part (south Lofoten).

On the other hand, I have left out three species which, according to LUDWIG, should be met with all the way up to the $69^{\circ} N.$ viz. *Cucumaria elongata* DÜB. & KOR., *C. lactea* (FORB.) and *Thyone fusus* (O. F. MÜLL.). The reason is that LUDWIG's statement is due to a geographical mistake. GRIEG (1898) describes the

¹⁾ As will be seen from the note p. 16, the statements made by STENBERG (1880) and LUDWIG (1900) regarding the existence of this species in the Sea of Siberia, even East of the Sea of Kara, are founded upon a mistake made by STENBERG. It is, nevertheless, by no means improbable that it should be found there, for it is apparently very widely spread in the Arctic Ocean, but on account of its diminutive size it is easily overlooked. During three of the more recent Swedish Arctic expeditions, specimens have been found in various localities in Spitzbergen (NATHORST's expedition 1898) and in East Greenland (NATHORST's expedition 1899, KOLTHOFF's 1900).

fauna in the „Vaagsfjord og Ulvesund, ytre Nordfjord“. The Nord Fiord lies altogether south of 62° N.; Vaags Fiord and Ulvesund lie at the mouth of the same. But seven whole degrees further north there is another Vaags Fiord, and it is at this place LUDWIG has located GRIEG's researches. This mistake, which is so easily explained, has brought confusion in the statements regarding the distribution of the different species towards the North. As above (p. 8) has been shown, the statement by DANIELSSEN & KOREN, that *Thyone fusus* should have been found at Röst 67° 30' N., is also incorrect.

Amongst the 17 species of Holothurians in the north of Norway eight must be considered as boreal (or subarctic): *Stichopus tremulus*, *Bathyplotes natans*, *Mesothuria intestinalis*, *Cucumaria hispida*, *Psolus squamatus*, *Synapta inhærens*, *Labidoplax buski* and *Myriotrochus vitreus*. Five of these I have hitherto only seen represented from the comparatively warm West Fiord or neighbouring districts: *Bathyplotes natans*, *Mesothuria intestinalis*, *Cucumaria hispida*, *Synapta inhærens* and *Myriotrochus vitreus*. Probably one or the other of these species extends along the open coast (not in the fiords) still further north towards the North Cape. If *Psolus squamatus* is to be found at all in northern Norway, it is probably also confined to this district. Of *Stichopus tremulus* and *Labidoplax buski* I have seen specimens also from East Finmark (east of the North Cape), and these two are probably to be met with on the Murman Coast. According to statements made by some authors (cf. LUDWIG 1900) *Cucumaria hispida* and *Psolus squamatus* have been found right up to the Barents Sea, the latter species and *Mesothuria intestinalis* on the Murman Coast. With regard to the two first mentioned species, these statements are due to mistakes in the determination (cf. p. 8, 10 and 11). With regard to *Mesothuria intestinalis* further evidences are to be desired.

Four species have a wide distribution within the Arctic as well as within the Boreal region and can therefore be regarded as common to both: *Cucumaria frondosa*, *Phyllophorus pellucidus*, *Ph. drummondii* and *Psolus phantapus*. They are, possibly with the exception of *Phyllophorus drummondii*, to be found distributed over the whole of Finmark.

Five species are to be considered as arctic: *Trochostoma boreale*, *Ankyroderma jeffreysii*, *Chiridota levis*, *Myriotrochus rinkii*

and *Trochoderma elegans*. Of these the two Molpadiida (*Trochostoma* and *Ankyroderma*) are to be met with far to the south, down to the 12° N., but only at great depths, where the water even within the tropics is cold. On the coasts at a depth of less than 300 m., they are found exclusively within the region of the arctic fauna. *Chiridota laevis* has been found as far down as 67° 50' N., the others have on the coast of Norway hitherto only been found north of 69° 30' N.

So as to give a true characteristic of the Holothurian fauna of the north of Norway, I will compare it on the one hand with that of the south of Norway, on the other with the high Arctic. In doing so, one should, in the case of the Norwegian fauna, divide the Holothurians into two groups, according to the different depths at which they exist. Some are chiefly found at less depths than 100 m., where the temperature is subject to rather great variations according to the seasons; others again live exclusively or preferably at depths of more than 100 m., where the variation in the temperature of the water is small or almost none.

The species which in the south of Norway are characteristic of the greater depths, are, as a rule, also to be found north of the Arctic circle: *Stichopus tremulus*, *Bathyplores natans*, *Mesothuria intestinalis*, *Cucumaria hispida*, *Psolus squamatus* (?), *Labidoplax buski*¹⁾ and *Myriotrochus vitreus*. In the south of Norway there are also the four following species: *Stichopus griegi* ÖSTERGR., *Bathyplores tizardi* (THÉEL), *B. fallax* ÖSTERGR. and *Thyone serrifera* ÖSTERGR.²⁾ Amongst these *Stichopus griegi*, *Bathyplores tizardi* and *B. fallax* are hitherto found only in the vicinity of Bergen (60°—62° N.). They are now all of them known in numerous specimens. Even *Thyone serrifera* is found only within a small district, the Trondhjem Fiord, where it can be got in rather great numbers together with *Cucumaria hispida*. These four species are thus spread over very small districts. All those which in southern Norway have wider distribution in the greater depths, are also to be found north of the Arctic circle.

¹⁾ This species is often found at a rather small depth. *Labidoplax buski* could therefore almost as well be counted to the species, which as a rule live in less depths. Even *Stichopus tremulus* and *Mesothuria intestinalis* are not so rarely met with at a less depth than 100 m.

²⁾ The latter by me (1898 a) described species has been overlooked by LUDWIG (1900).

It is quite different with regard to the species, which principally belong to the less depths. Amongst them are four, which are common to the Arctic and Boreal regions: *Cucumaria frondosa*, *Phyllophorus pellucidus*, *Ph. drummondii* and *Psolus phantapus*. These appear also in the north as well as in the south of Norway. But in the south of Norway one meets besides with a whole series of Holothurians (Dendrochirotæ and Synaptidæ), which have their principal distribution at a small depth: *Cucumaria hymnmani* (THOMPS.), *C. elongata* DÜB. & KOR., *C. lactea* (FORB.) *Thyone fusus* (O. F. MÜLL.) *Thyone raphanus* DÜB. & KOR., *Pseudocucumis mixta* ÖSTERGR.¹⁾, *Synapta inhærens* (O. F. MÜLL.), as well as several new species belonging to the genera *Psolus*, *Synapta* and *Labidoplax*. Of all these none but *Synapta inhærens* is found north of the Arctic circle, and this only in one specimen.

As regards the pure arctic fauna, we can altogether pass over those species of Holothurians, which exclusively belong to the greater depths. These species are not found on the Norwegian coast. Beside the four species which have been mentioned as common to the arctic and boreal districts, there are a considerable number of Holothurians at less depths on the coasts of the Arctic lands. Amongst them there live, as before mentioned, five species on the most northerly coasts of Norway: *Trochostoma boreale*, *Ankyroderma jeffreysii*, *Chiridota lewis*, *Myriotrochus rinkii* and *Trochoderma elegans*. In the high arctic regions, as the Sea of Kara, Spitzbergen and Greenland must further be added: *Cucumaria minuta* (FABR.), *C. glacialis* LJUNGM., *C. caligera* (STIMPS.) *Psolus fabricii* (DÜB. & KOR.)²⁾ and *Eupyrgus scaber* LÜTK. Even *Elpidia glacialis*

¹⁾ Also this species is omitted by LUDWIG (1900). I have now before me specimens even from the Faroe Islands and from Normandy. Some of the species here mentioned are sometimes found at a depth of more than 100 m., but very seldom deeper than 200 m. *Thyone raphanus* has been found at 64° 48' N., none of the other Dendrochirotæ north of the Trondhjem Fiord. *Cucumaria elongata* is found near Christiansund, 63° 10' N. (DANIELSSEN 1859), but not further north. JARZYNSKY'S *C. pentactes* from the Murman Coast can therefore hardly be identical with *C. elongata* (cf. LUDWIG, 1900 p. 48). Possibly this *C. pentactes* as well as „*Pentacta Kowalevskii* JAL” (WAGNER, 1885 p. 36) are some of the pure arctic species of the genus *Cucumaria*.

²⁾ According to BELL *Ps. fabricii* is found in Japan and Shetland. Professor BELL has kindly let me see his specimens, which circumstance occasions the following remarks. The specimen from Japan (BELL 1882) belongs to a species described by me (1898 a) as *Psolus japonicus*, which, although it certainly

THÉEL appears in many places in rather shallow water on the coasts. All these are hitherto not found on the Norwegian coasts.

Thus in the north of Norway nearly all the pure boreal Holothurians, which belong to the lesser depths, are not to be found. On the other hand the majority of those, which in the south of Norway live chiefly at greater depths are to be found: *Labidoplax buski* is the only one of these which north of the Arctic circle is found at less depths than of 100 m. Of the pure arctic species *Chiridota levis* lives as usual in shallow water. *Myriotrochus rinkii*, however, which otherwise mostly lives at lesser depths, has been found here only at a depth of more than 100 m. *Trochostoma boreale* and *Ankyroderma jeffreysi*, which otherwise also mostly live at greater depths, appear here only at a depth of more than 200 m.

In the north of Norway the Holothurian fauna of the lesser depths consists of a small number of species. Those which have their principal distribution at less depths than of 100 m. are (in addition to the rare *Synapta inharens*) only 5, namely the four Dendrochirotae which are common to the Arctic and the Boreal regions (cf. p. 22) and also the arctic *Chiridota levis*. The species, which have their largest distribution at depths of more than 100 m., are much more numerous, and with respect to these there is a great difference in different parts of the district in question. In deeper parts of the West Fiord the Holothurian fauna is as distinctly boreal as in the south of Norway. First in the fiords north of 69° N. do the purely arctic Holothurians begin to appear even at greater depths, as the same time as some of the boreal ones disappear. Similar conditions prevail in East Finmark. In these districts the Holothurian fauna represent a mixture of arctic and boreal elements. In shallow water the purely boreal species are certainly wanting¹⁾, but there is also only one purely arctic one there viz. *Chiridota*

resembles *Ps. fabricii*, is nevertheless quite distinct; I have seen numerous specimens of both these species. The specimen from Shetland (BELL 1892) is a young *Ps. phantapus*. Unless one has ample opportunity of making careful comparisons, it is always a difficult matter to come to a definite conclusion with regard to such young specimens (cf. p. 11). In this case, however, there does not exist any doubts. BELL's specimen agrees completely with young ones of *Ps. phantapus* from Sweden and Norway, and the locality lies within the area of distribution of this species, but far from that of *Ps. fabricii*.

1) *Synapta inharens* is, however, once found at south Lofoten (p. 12) and *Labidoplax buski* is not seldom found in less depth than 100 m. (p. 12 and 13).

lævis. Nowhere in Norway the Holothurian fauna is purely arctic, hardly preponderantly arctic, unless perhaps in East Finmark.

The purely arctic fauna begins, as regards the Holothurians, first farther to the east and farther to the north. The climatic factors which cause this alteration, are without doubt the drift-ice and the low bottom temperature of 0° C. The limit of the drift-ice and the limit of the „cold area“ are subject to displacements in consequence of which the limit of the purely arctic fauna is liable to small changes from year to year. The pelagic larvæ of the boreal species are carried by the Gulf Stream towards the north, and can probably during favourable years be developed in places, which lie outside their natural district. Solitary occurrences in Barents Sea, or on the west coast of Spitzbergen, of a species, which else is not known in the purely arctic region, does not therefore give us any right, according to my opinion, to regard that species as a normal component of the arctic fauna.

The sea fauna in the greater depths in the West Fiord and some of the adjoining fiords and sounds is almost entirely boreal. But otherwise the Norwegian coast north of the Arctic circle belongs in faunistic respect to the transitional zone between the Boreal and Arctic regions. Should an attempt be made to draw up a definite boundary line between the Arctic and Boreal regions, this line would have to be drawn through the intermediate or transitional zone, and go through places where the arctic and boreal species balance each other. In drawing this boundary line, all isolated occurrences in localities, differing in hydrographical respect, must not be taken into account.

As far as the Holothurians are concerned, the whole of the west coast right up to the North Cape (71° 10' N.) belongs then to the boreal region. In East Finmark the Holothurian fauna is as yet too little known that we may be able with full certainty to decide, whether it is preponderantly boreal or arctic. If we for the present put the limit at the North Cape, we shall find that there are three arctic species which go a little into the region of the boreal fauna: *Chiridota lævis*, *Myriotrochus rinkii* and *Trochostoma boreale*. The two latter appear, however, only in fiords with low bottom temperature. Boreal species which go a little into the region of the arctic fauna are at least two: *Stichopus tremulus* and *Labidoplax buski*. According to statements in literature on the subject, there are three

more: *Mesothuria intestinalis*, *Cucumaria hispida* and *Psolus squamatus*. But these statements are questionable (cf. p. 22).

I have in many cases held a different opinion to LUDWIG (1900), regarding the classification of a species as purely boreal (subarctic), or purely arctic or both arctic and boreal. *Cucumaria minuta*, *C. calcigera*, *C. hispida*, *Psolus fabricii*, *Ps. squamatus*, *Trochostoma boreale*, *Ankyroderma jeffreysii* and *Chiridota levis* are said by LUDWIG to be both subarctic and arctic; while I consider *Cucumaria hispida* and *Psolus squamatus* to be purely boreal, and the remaining six to be purely arctic. (I take, however, now no account of the existence of *Trochostoma* and *Ankyroderma* in the deep sea). I will now in a few words give my reasons for these differences.

LUDWIG (l. c. p. 169) makes the Arctic circle the limit for the arctic fauna. Still he has reckoned to the purely arctic species even those, which go a little south of this limit, even including a species, which — albeit wrongly — is said to exist in Skager Rack, 57° N. (*Myriotrachus rinkii*). In the same manner, he regards as purely boreal (subarctic) even such species as go a little into the Arctic region.

Topographically speaking, it is of course the case that the Arctic circle limits the Arctic region. But in the case of zoogeography, it is a well known rule to define the limits of a region on quite different principles, whether it be for land or sea fauna (cf. with regard to the latter ORTMANN, 1896). One would get very extraordinary results if one, for instance, were to make the southern polar circle the limit for the antarctic fauna. In reality it is not much better when the Northern hemisphere is concerned.

On the European coast the limit for the arctic sea fauna is moved many degrees towards the north, in consequence of the influence of the warm Gulf Stream. On the east coast of North America there is, as we know, a cold arctic stream, which carrying with it masses of ice, in a high degree lowers the temperature of the sea. The border of drift-ice, which nowhere touches the Norwegian coast, goes during the winter on the east coast of North America to 38° N. and reaches even during the summer down to the Newfoundland Bank. In consequence hereof the sea fauna has quite a different character, than at corresponding latitudes on the European side. The arctic coast fauna is prevalent as far as to Massachussets, where

Cape Cod, 42° N., as has been stated (cf. G. O. Sars, 1879), constitutes a rather sharp border between this and the boreal.¹⁾ That many species of Holothurians (*Cucumaria minuta*, *C. calcigera*, *Psolus fabricii*, *Chiridota levis*), which on the European side appear as purely arctic, here go down to a latitude of 46°—42° N., is thus only a confirmation of the recognized fact, that the south border of the arctic coast fauna is on the American east coast situated at lat. 42° N. Such species (to them belongs, as above seen, also *Myriotrochus rinkii*) do not therefore cease to be purely arctic.

If one, like LUDWIG, makes the Arctic circle the border of the arctic fauna, then most of the arctic species will also become boreal. The really existing differences between the arctic and the boreal fauna will thus not at all be rightly represented.²⁾

On the contrary, if one when limiting the region of the arctic fauna takes hydrography and the sea fauna itself into consideration, one comes to quite a different result. The species of Holothurians common to the arctic and boreal fauna are comparatively few. Each region is characterized by its special fauna. Even if the isolated cases of the occurrence of representatives of one fauna within the region of the other are not taken into account, the limit is certainly not sharply defined. But, in any case, we have no right to fix the Arctic circle or any other latitude as a boundary line, for this will only bring confusion into the science about the distribution of the animals.

Unless one has a very detailed knowledge about the components of the fauna, it is better to let the limit be decided by the distri-

1. Compare also ORTMANN, 1896 p. 48.

2) Still more sharply, than in the case of the Holothurians, this is shown in LUDWIG'S treatise on Asteroidea in „Fauna Arctica“. There all species, which live on both sides of the Arctic circle, are represented as both arctic and boreal (subarctic, even e. g. *Bryinaja coronata*, which has its northern border in the pronounced boreal district at Lofoten, where at greater depths the temperature never goes lower than + 6° C. In this manner nearly every species, which is spread over a little wider area in the North Atlantic, becomes a member of both these categories. Of course, LUDWIG has not overlooked that great differences, regarding distribution, between all these species are met with. He divides them therefore into chiefly subarctic and chiefly arctic. But as he continues to take the latitude and not the conditions of the sea into consideration, the genuine arctic *Pteraster (Hexaster) obscurus*, for instance, which had been more often found, still at that time, on the Newfoundland Bank than north of the Arctic circle, is reckoned to the class of chiefly subarctic.

bution of the drift-ice. ORTMANN does so (1896), he lets the border of the Arctic „subregion“ coincide with that of the drift-ice during the summer. Thus the difference between the European and the American coasts will be sharply represented. Still the limit will everywhere lie altogether too far to the north, passing from the Newfoundland Bank (44° N.) by Jan Mayen (71° N.) as far as up to the northwest of Spitzbergen (80° N.). Neither is the limit of the drift-ice during the winter quite satisfactory as a limit for the region of the arctic fauna.

In the deep sea, the limit for „the cold area“ (with a bottom temperature under 0° C.) forms a fairly good limit for the arctic fauna. But in shallow water, where the hydrographical conditions are more complicated, that is, varying according to the different seasons of the year etc., it is more difficult to fix a limit. Extensive investigations must yet be made, before we can fully give the hydrographical causes, which produce the changes in the composition of the fauna. For this reason, one must as yet, when fixing a limit, begin with a very careful study of the fauna itself, and it was in this way G. O. SARS, as long ago as 1879, succeeded in fixing the limit of the Arctic coast fauna in the Atlantic.

When one wishes to decide whether the sea fauna of a certain place is principally arctic or principally boreal, one should compare it both with the fauna from the high arctic regions (e. g. the Sea of Kara, northern Spitzbergen, northern Greenland) and with the fauna from districts which are undisputably boreal (e. g. Great Britain, southern Norway). If the fauna on both coasts of the North Atlantic be examined according to this plan, it will be found that the limit fixed by G. O. Sars is in the main correct.

It will also be found that my foregoing classification of Holothurians is not arbitrary. Those which I have called purely arctic are widely spread over the district for the Arctic fauna, whereas they are either not found at all beyond its borders or only rarely, and then principally in places which in hydrographical conditions are similar to the Arctic Ocean. Those species which I have called purely boreal are also either not found at all, or only in few places in the Arctic regions, and then only where the Gulf Stream has increased the temperature of the water.

With regard to the four species mentioned above (page 22), which are widely distributed both within the Arctic and the Boreal faunistic regions, I have not felt competent to decide, whether they

are principally arctic or principally boreal. It is usual, especially when dealing with molluscs, to conclude that a species has its real home in the region, in which it attains the greatest dimensions. This method can, however, hardly be adopted in this particular case. Besides, I must confess that I cannot regard the results, arrived at in such a way, as altogether reliable.

Appendix.

Since the foregoing was delivered for printing, I have seen a new work by HÉROUARD (1902). In this book he gives a detailed description of his *Stichopus richardi*, which description seems in every respect to confirm my supposition, as expressed on page 6, that this „n. sp.“ is the same as *Stichopus tremulus*, which, under the name of *Holothuria tremula*, was described so early as 135 years ago.

HÉROUARD establishes a new genus *Allantis*, to which he refers *Mesothuria intestinalis* and *M. verrilli*, which two species he unites into one, as KOEHLER and LUDWIG also do. HÉROUARD regards, however, *M. verrilli* as a variety of *M. intestinalis*, but sometimes he writes only *intestinalis* even when the specimens in question are *verrilli*. The genus *Allantis* is said to be distinguished from *Mesothuria* by the 5 pairs of tentacles, which lie close to the radii, being smaller than the 5 pairs, which lie right in the interradii; another distinguishing feature should be that the feet are distributed over the whole of the body, with the exception of the foremost part of the median ventral radius.¹⁾

Neither of these distinguishing features holds good for the genuine *Mesothuria intestinalis*. In this latter species, the tentacles are just as large in the radii as in the interradii; and the feet are, as I have particularly emphasized (1896), distributed over the whole of the body, but those belonging to the median ventral radius are very small, so that at first sight the median portion of the ventral side appears to be quite bare from the one end to the

¹⁾ HÉROUARD mentions „Dix paires de tentacules petits“ and „dix paires de tentacules plus gros“. This expression must have slipped in unawares, for there are, as is well known, only 20, not 40, tentacles.

other. The specimens examined by HÉROUARD belong to *M. verrilli*, so that his remarks must concern this species. According to his system, *M. intestinalis* and *M. verrilli* would belong to different genera! But such a classification is evidently unreasonable, as there can be no doubt about the close affinity between these two species. Nor it is likely that any other author will recognize the genus *Atlantis*. If the difference in size among of the tentacles, as mentioned by HÉROUARD, is always to be found in *M. verrilli*, which appears to me doubtful, then this would of course be a definite proof for the correctness of my opinion, expressed both in 1896 and on page 6 of the present treatise, that this species ought to be distinguished from *M. intestinalis*.

Later on I hope to have an opportunity of referring to HÉROUARD's book, which appears to give occasion for still further criticism.

Upsala. Oct. 2nd 1902.

Literature.

Most of the works mentioned in the preceding pages are to be found in LUDWIG's excellent Bibliography (1900), to which I beg to refer. Here I only mention such publications as are not included in his list.

BIDENKAP, O.: Tromsösundets Echinodermata. Tromsø Museums Aarshefter, Bd. 20, 1897. Tromsø 1899.

DANIELSSEN, D. C.: Beretning om en zoologisk Reise i Sommeren 1858. Det Kongel. Norske Vidensk. Selskabs Skrifter 1846—1859. Trondhjem 1859.

— Beretning om en zoologisk Reise foretagen i Sommeren 1857. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, Bd. 11. Christiania 1861.

HÉROUARD, E.: Holothuries provenant des campagnes de la *Princesse Alice* (1892—1897). Resultats des campagnes scientif. accomplies sur son yacht par Albert I, prince souverain de Monaco. Fasc. XXI. Monaco 1902.

LUDWIG, H.: Arktische und subarktische Holothurien. RÖMER & SCHAUDINN, Fauna Arctica, Bd. I. Jena 1900.

NORDGAARD, O.: Some Hydrographical Results from an Expedition to the North of Norway during the Winter of 1899. Bergens Museums Aarbog, 1899. Bergen 1899.

ORTMANN, A. E.: Grundzüge der marinen Tiergeographie. Jena 1896.

ÖSTERGREN, HJ.: Zur Anatomie der Dendrochiroten, nebst Beschreibungen neuer Arten. Zoologischer Anzeiger, 1898. [1898 a].

— Das System der Synaptiden (Vorläuf. Mitteil.) Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 1898. Stockholm. [1898 b].

- PERRIER, R.: Diagnoses des Holothuries draguées par le Travailleur et le Talisman (Première note). Bulletin du Muséum d'Historie naturelle, 1899, No. 5. Paris. [1899 a].
- Diagnoses des espèces nouvelles d'Holothuries draguées par le Travailleur et le Talisman (Deuxième note). Ibidem. 1899, No. 6. [1899 b].
- SARS, G. O.: Nogle Bemærkninger om den marine Fauna Character ved Norges nordlige Kyster. Tromsø Museums Aarshefter, 2. Tromsø 1879.
- THÉEL, H.: On a singular case of hermaphroditism in Holothurids. Bihang till Kongl. Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Bd. 27, Afd. IV, Stockholm 1901.
-

Bergens Museums Aarbog 1902.
No. 10.

Fjeldbygningen og bergarterne ved Bergen.

(Resumé in deutscher Sprache.)

Af

Hans Reusch og Carl Fred. Kolderup.

(19 figurer i teksten og et farvetrykt kart).

I. Bergenshalvøen.

Af HANS REUSCH.

Bergen, min fødeby, ligger paa den nordlige del af Bergenshalvøen. Der fører jernbane og landevei sydover til Osøren, som ligger 25 km. i ret linje fra byen.

Bebyggelsen paa Bergenshalvøen er tættest omkring denne linje og i vest for den. Mod øst er halvøen opfyldt af høie fjelde, der maa antages at danne resterne af et mod vest heldende plateau. En mere betydelig levning af plateaufladen er Ulrikens overside, omkring 600 m. o. h. I nord har man Blaamanden og andre plateaufjelde af omtrent samme høide; mod øst naar fjeldene i Svinningefjeld 881 m. og i Gulffjeld henimod Trengereid 985 m. o. h. Denne østlige fjeldmasse overskjæres af Arnedalen, som jernbanen fra Bergen til Voss følger uden paa noget sted at naa høiere end til 82 m. (ved Haukeland). Et andet betydeligt indsnit er Hauglandsdalen, der fra s.v. fører opover henimod Gulffjeld. Begge disse dale gaar parallelt med Samnangerfjorden, som begrænser Bergenshalvøen mod øst. Den og de længere dale følger bergbygningens strøgrætning. Fra vest gaar der ind i Bergenshalvøen tre fjorde, Lysefjord, Fanefjord og den fjord, som ender inderst med Noraasvandet, og fra dette strækker sig den brede aabne Bergensdal mod nord. Løvstakkens fjeldparti blir herved aldeles isoleret ved lavt land og sjø. Andre mindre anselige isolerede fjeldpartier har man længere syd paa vestsiden af Bergen-Osolinjen.

Langs kysterne forekommer paa flere steder et udpræget lavt plateau tilhørende det vestlige Norges strandflade. Man har det saaledes sydligst paa halvøen i en høide af omtrent 60 m. Indenfor selve byens omraade ligger Nordnæshaugens og Sydæshaugens flade oversider 30 m. over havet. Vel 40 m. hæver sig Rothaugen

(kvartsit) og Kalfarhaugen. Strandflaen markerer antagelig her paa Bergenshalvøen et gammelt havniveau, hvortil dalene indimellem fjeldene er eroderet ned. Foruden rindende vand i før- og mellemglaacial tid har ogsaa bræerne i istiderne havt en stor indfly-

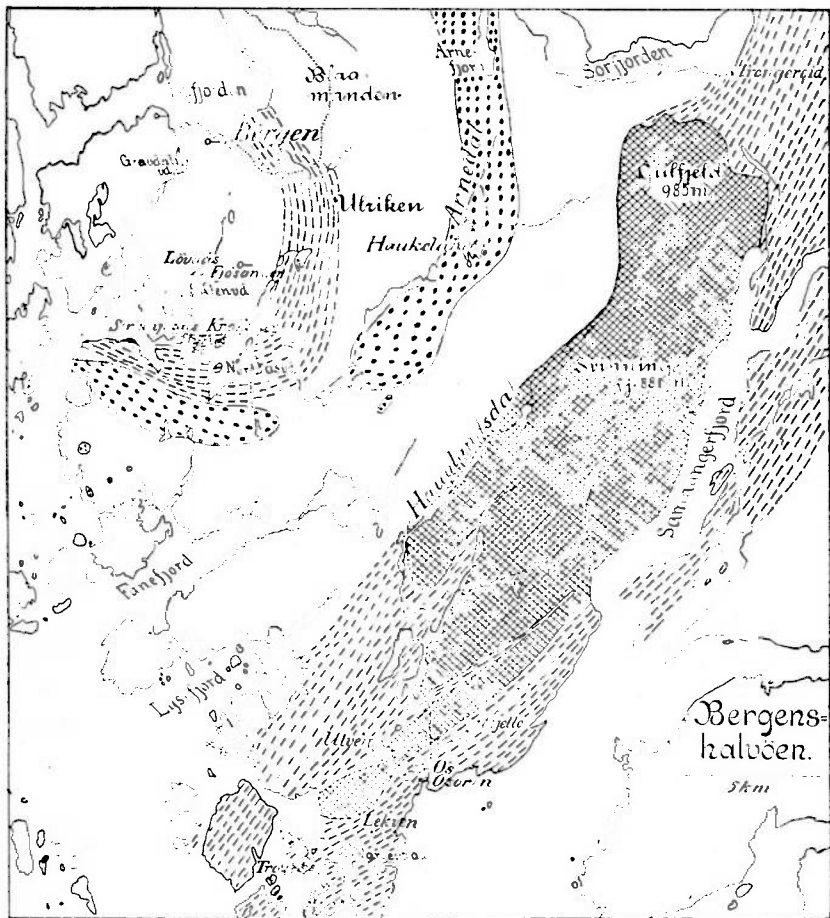


Fig. 1. Hvidt: Granit og gneis. Smaa linjer: Forskjellige skifer. Prikker: Labradorsten (efter KOLDERUP). Krydsende linjer: Saussuritgabbro.

delse paa at forme landet, tilrunde fjeldet, udgrave søer og give dalene deres u-form og de saa hyppige bottenformede ender.

Om de geologiske forhold paa Bergenshalvøen udgav jeg for 20 aar siden en bog: Silurfossiler og pressede konglomerater i Bergensskiferne. Universitetsprogram Kr. 1892 (i kommission hos H. ASCHEHOUG & Co.) 152 s. 2 plancher og et kart over den sydlige del af Bergenshalvøen i 1:30000. Til dette arbejde henvises

de, som vil trænge mere ind i emnet. Sammenlignes findes ogsaa citeret skrifter af tidligere forskere navnlig C. F. NAUMANN, TH. HIORTDAL og M. IRGENS. Senere er tilkommet en bemærkelsesværdig opsats af J. REKSTAD om en forekomst af muslingskaller under moræne [paa den sydvestlige side af Nygaardshalvoen] ved Bergen. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Bind 37. Kr. 1900 s. 40—45).

Et af C. F. KOLDEUP forfattet arbejde, der omhandler bergarter paa Bergenshalvoen udkommet om kort tid: Die Labradorfelse des westlichen Norwegens. II. Tidligere har han udgivet: Et orienterende niveau i bergensskifrene (B. Mus. Aarb. 1897).

Nogle bemærkninger om Bergenshalvoen i sin helhed er dog kanske alligevel paa sin plads som indledning til det egentlige emne, selve byterritoriets fjeldbygning.

Paa den lille kartskisse bemærker man, at striberne er buede. Bergarterne danner nemlig pladeformige, steilt staaende og krummede masser, hvis stilling falder sammen med fjeldhøddernes længdeudstrækning. Krumningen kan man forklare paa flere maader. En af dem er f. eks. følgende. Først blev jordskorpen lagt i folder tilhørende det store skandinaviske n.-sv.-gaaende follesystem; dernæst kom en tid, da jordskorpen i disse egne blev sammenpresset af kræfter, hvis retning dannede en vinkel mod den tidligere trykretning. Folderyggene, som før havde været mere eller mindre vandrette, blev herved reiste op; ja man kan tænke sig, at folder er blevne i den grad omsnuede, at hvad der havde været ryg, er blevet traug. Som bekendt giver et horisontalt snit, et saadant som jorloverfladen er, gennem et skraatstillet foldesystem et buet forløb af bergarterne.

Naar saaledes den nedenfor som 1 afbildede fold overskjæres efter det med cirkelen antydede plan, faar man en snitflade som 2 (seet perspektivisk). For Bergenshalvoens vedkommende kommer til et særegt forhold: man maa nemlig antage, at hovedfoldens ryg ikke alene er sæt paa skraa, men at den tillige er bøiet som paa tegning 3 antydet. Tænker man sig her en horisontal snitflade, kommer folderyggene at staa steilere og steilere, eftersom man skrider i retningen fra bergartbæres midtpunkt mod den ydre bues ryg. Paa denne maade kan det forklares, at man har en aldeles steil lagstilling ved Trengereid og en mindre steil ved Bergen. (Langs kysten ved Osøen holder lagene endog mod nv. Dette sidste kan komme af en uregelmæssighed ved den forudgaaende foldning. Naar den oprindelige fold f. eks. er liggende som 4, blir lagstillingen mere indviklet).

Bergenshalvøen er, hvad det geologiske angaar, en del af et større system, hvis sydlige parti jeg har behandlet i min bog „Bømmeløen og Karmøen“. Kr. 1888. Man vil der side 359 finde en kartskisse, der antyder sammenhængen.

Hvad bergarternes dannelsesmaade angaar, staar vi for en væsentlig del ligeoverfor uløste gaader. Et og andet er dog sikkert. Besøger vi Ulven og Osøren, finder vi der skifer og kalksten, som indeholder fossiler: trilobiter, koraller, sneglehuse m. m., vidnesbyrd om, at de nævnte bergarter engang afsattes som lerslam og kalk paa bunden af havet. Dannelsesstiden var silurperioden, den fjerne periode, hvortil man henfører mesteparten af de bergarter i Norge, hvis dannelsesetid er kjendt. Sammen med skifer- og kalkstenlagene er der lag af rullestene og sandkorn, konglomerat og sandsten. Da saadant grovere materiale aldrig transporteres langt ud i havet, dannedes disse lag sikkerlig nær en kyst. Endvidere er

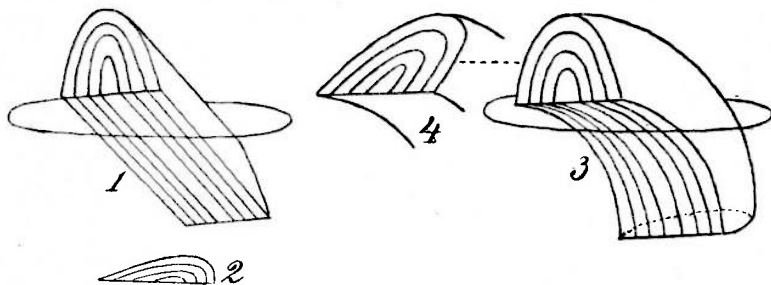


Fig. 2.

der lag, som med nogen sandsynlighed kan ansees for at være fremkomne ved ophobning af aske og smaasten udkastede af vulkaners kratere (det er mest bergarter, der nu fremtræder som mere eller mindre typisk hornblendeskifer, kloritskifer, grønskifer), og saa er der bergmasser, som maa være størknede smeltmasser mest saadanne, som ikke har trængt saa langt frem som til jordens overflade, men er stivnet i de indre dele af jordskorpen; nogle enkelte kan dog ogsaa være lavastrømme, der har flydt frem i dagen. Vi maa nærmest tænke os Bergens omegn i hin fjerne tid som Java eller Syd-Amerikas vestkyst, idet mægtige vulkanske kræfter arbejdede i jordens indre og tildels ogsaa ytre sig som vulkanske udbrud paa overfladen; samtidig førtes rullestene, sand og lerslam af datidens elve ud i havet og afleirede sig udenfor kysterne; der ophobedes ogsaa resterne af de mange dyr med kalkskaller, saa der opstod kalklag.

De siluriske dannelser i Bergens stift er, naar man ser forholdene rigtig i det store, igjen kun en del af et end større silurstrøg med væsentlig samme beskaffenhed, som vi finder udbredt langs den skandinaviske halvøes vestsida saa langt syd som til Boknefjorden og over paa den nordlige del af de britiske øer. I sydøst for dette strøg, i det østenfjeldske Norges lavere dele og i det mellemste og sydlige Sverige, har der været et silurhav uden vulkaner og for det meste saa langt fjernet fra nogen kyst, at kun materiale mere findelt end rullesten og sand afleiredes.

Grunden til at det paa Bergenshalvøen, naar nogle faa forekomster undtages, er saa vanskeligt at udtale sig om, hvorledes den og den bergart er tilblevet, er, at masserne efter sin dannelse har været underkastet gennemgribende forandringer. Bergarter dannede paa jordoverfladen er under jordskorpens foldningsproces bleven trukne dybt ned i det indre, og alle bergarter, baade de paa overfladen og de i dybet dannede, er bleven pressede og har faaet sine sammensættende mineraler krystalliseret paanyt under paavirkning af høi temperatur, sterkt tryk og ophedet kemisk virksomt vand absorberet i masserne. Man finder derfor endog konglomerater, som har rullestenene pressede saa flade som tynde kager eller ogsaa har dem langt udtrukne i længden. Bergartmassernes større former er ogsaa omgjorte; hvad der kanske engang har seet ud som en uregelmæssig nogenledes kugleformet klump, kan nu være bleven en flad linse.

Omkrystallisationen har rimeligvis i flere tilfælde været saa grundig, at f. eks. en bergart, der engang var sammensat af tydelige brudstykker, nu viser sig saa ensartet, som om den var dannet ved størkning af en smeltmasse. To hovedgrupper af bergarter, der nærmest maa holdes for virkelig at være smeltmasser stivnede i jordens indre, er granit og gabbro, den første gjerne rødlig, den anden mørk grønlig af farve. Graniten har ved presning faaet en parallelstruktur, der i det ydre fremtræder som en mer eller mindre tydelig stribevis anordning af de mørke bestanddele, er parallelstrukturen ikke særdeles udpræget, har man gjerne kaldt bergarten gneisgranit, er den meget udpræget, saa bergarten derbleven skifrig, anvender man undertiden benævnelsen granitskifer. Gneis, der indeholder de samme mineraler som granit, er ikke alene skifrig men er sammensat af forskjelligartede plader og har saaledes et laget udseende. I nogle tilfælde er man tilbøielig til at holde gneisen for en omdannet sedimentær brudstykkebergart; i

andre tilfælde tror man at finde overgange til presset granit. Den mørke gabbro danner bergarten i det høie fjeldstrøg langs østranden af Bergenshalvoen; ogsaa den er omdannet fra hvad den oprindelig var og fremtræder nu som saakaldet saussuritgabbro. Den første del af navnet skriver sig fra et mineral saussurit (udtales saassyrit) opkaldt efter naturforskeren Saussure. Denne saussuritgabbro er forskjellig fra almindelig gabbro blandt andet ved, at den indeholder hornblende. Den gaar over i bergarter, hvo i dette mineral er ontrent eneraadende, og som, naar de er uskifrede, kaldes amfibolit og i skifrig tilstand hornblendeskifer.

Ligesom vi i gneisen havde en bergart, om hvis slegskabsforhold til granit der i mange tilfælde kunde være tvil, saaledes er der naegen hornblendeskifer, hvis forhold til saussuritgabbro er tvivlsomt. Det bør ogsaa nævnes, at labradorsten er en med gabbro beslegtet bergart; den forekommer ikke umiddelbart ved Bergen, men optræder i partier, tildels anseelige, mellem Norraasvandets sydside og Arnefjorden.

II. Beskrivelse til geologisk kart over Bergens omegn.

Af HANS REUSCH.

Det kart, som ledsager denne afhandling, blev optaget af mig i 1887. Hr. KOLDERUP har tilføiet nogle korrektioner, af hvilke den væsentligste er, at Laksevaagsnæsets bergart er betegnet som glimmerskifer. Desuden er i farveskalaen en del af de oprindelige bergartbetegnelser forandret i overensstemmelse med hans bestemmelser; saaledes er anvendt de af ham foreslaaede benævnelser kvarts-sericitskifer, granitskifer og øiegranitskifer, skifrig saussuritgabbro.

Kun for en af kartets bergarter er oprindelsen ganske sikker, nemlig for Rothaugens kvartsit; det er en sandafleiring som engang i tiden hærdedes til sandsten og senere omkrystalliseredes til den nuværende haarde kvartsit. Et par steder var der i sanden indleiret lag af rullesten, der nu fremtræder som presset konglomerat. De øvrige bergarters dannelsesmaade har flere dunkle sider; man kan ikke betegne det som mere end en sandsynlighed, at kvarts-sericitskiferen oprindelig har været uren sand, glimmerskiferen lerlag, hornblendeskiferen kanske eruptiver og tuffer, de granitiske og gneisagtige masser granitiske eruptiver (tildels kanske feldspatførende sandsten). Hr. KOLDERUP vil i det følgende komme ind paa bergarternes oprindelse.

Bergens by er anlagt ved Bergensdalens nordende. I fordums tid, da landet laa nogle faa meter lavere end nu, var her to fladtoppede øer, de nuværende Nordnæs- og Sydnæshauge. En liden hævning af landet og senere udfyldninger har gjort dem landfaste og omdannet Lungegaardsvandet til en brakvandssjø.

Oversiderne af de to nævnte hauge ligger, som før nævnt, 30 m. o. h.; samme høide har Sverresborghaugen, mens de to frem-



Fig. 3. Sandvigsfjeldet. Fjeldvæg af gneisgranit.



Fig. 4. Svartediget seet fra syd. Tilhøire i forgrunden har man Ulrikens nordskrænt.
h hornblendeskifer. gn gneis. gn-gr gneisgranit.

spring fra Floifjeldets fod, Rothaugen og Kalfaret, naar op til 40 m. Oversiderne af alle disse hauge danner antagelig rester af en gammel dalbund, hvori mindre forsænkninger senere er kommet til. Bergensdalen er dannet langs efter løsere bergarter; paa begge sider rager de granitiske bergarter op som fjelde.

Lagning og strukturer hos bergarterne hælder gjennemgaaende mod nø., og i overensstemmelse dermed har fjeldformerne sine steilsider mod sv.; i mindre maal ser man det i Nordnæs- og Sydnæs-haugen; i stort fremtræder en prægtig steilside i Sandviksfjeldets skrænt i nø. for byen; fjeldene i sv. har derimod sine steilsider vendt bort fra staden.

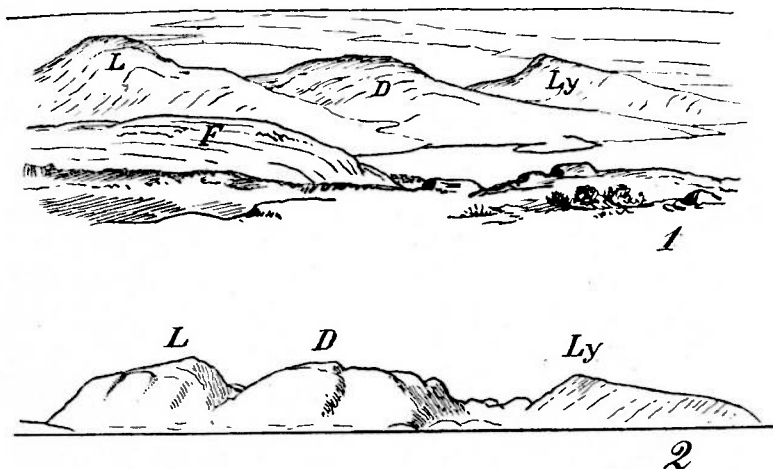


Fig. 5. 1. Fra Rundemanden. Man ser havet med øer hinsides Lovstakken (L), Damsgaardsfjeldet (D) og Lyderhorn (Ly). I Forgrunden har man Floifjeldets flade overside (F). 2. De samme fjelde seet fra nord, fra Askøens sydøstende.

Foranstaaende billede fremstiller Sandviksfjeldets gneisgranitvæg; i forgrunden bag bygningerne har man Sverresborghaugen, dels bevokset med træer, dels (til høire) kronet med murverk.

Et profilsnit gennem fjeldstrøget i nø. for byen faar man langs Svartedigets nordvestside. Efter hornblendeskiferen (h paa fig. 4) følger Floifjeldets gneis, saa den samme gneisgranit, som man har i Sandviksfjeldet, saa derpaa nok engang gneis og tilslut Blaa-mandens gneisgranit.

Fjeldstrøget i sv. for byen afdeles af to, nord- syd-gaaende dalstrøg (det ene udgaaende fra Gravidal, det andet fra Damsgaard)



Fig. 6. Udsigt mod Løvestakken.

i tre isolerede fjelde, Lyderhorn, Damsgaardsfjeld og Løvstakken. En god oversigt over disse tre fjelde faar man, naar man overser dem fra Rundemanden, som paa foranstaaende tegning fremstillet. Noget anderledes viser de sig seet fra et lavt standpunkt (se tegning 2 nedenfor). Løvstakken og Damsgaardsfjeld viser, især i visse belysninger, en i stort fremtrædende bygning, idet de sammensættes af plumpe pladeformede masser, der helder mod byen. Lyderhorn, hvis nordlige del kaldes Ornefjeld, ser derimod ud til at have en i østlig retning heldende stængelstruktur overensstemmende med den finere struktur, man iagttager i dets bergarter.

Til sammenligning meddeles ogsaa et billede af Løvstakken seet paa nært hold. I forgrunden har man Kalfaret med sine hospitaler, saa følger store Lungegaardsvand; i mellemgrunden har

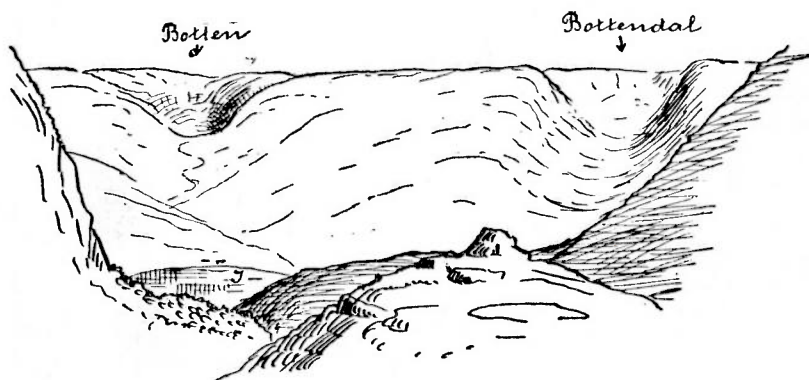


Fig. 7. Fra enden af Isdalen. Isdalsvandet sees ved I.

man til høire Nygaards af glimmerskifer bestaaende lave næs. Hintsides det sees Puddefjorden lidt utydeligt. I baggrunden reiser sig Løvstakken og sænker sig Bergensdalen (til venstre).

En terrænform, som der er smukke eksempler paa i Bergens nærhed, er botner og bottendale. Svartedigsdalens inderste del, der fører navn af Isdalen, har en udpræget bottenform, og paa dens sider er der endvidere underordnede bottendannelser, saaledes som fremstillet paa ovenstaaende tegning.

En prægtig bottendal er ogsaa Jordalen, som fører op fra Eidsvaag i nord for byen. Denne dals sydvestside er temmelig steil, og man har saaledes her en undtagelse fra, hvad overfor sagdes om fjeldsidernes skraahed. Ogsaa i Jordalen er der underordnede botner. Tegningen viser en saadan, nemlig den, hvori gaarden Vind-

dalen ligger. I høide med denne botten bund er der en (med en flyvende fugl betegnet) terrasseformet afsats, over hvilken veien fra Eidsvaag føre op til gaarden. Høiere oppe (der hvor de to fugle sees) er der en anden smuk botten, i hvis bund der ligger to vande.

Mindre dale, som i form nærmer sig de egte bottendale, er Mulelvens dal eller Skrædderdalen og Storemøllens dal, der begge aabner sig ned mod Sandviken.

Vi skal nu gaa noget nøiere ind paa bergbygningens enkeltheder.

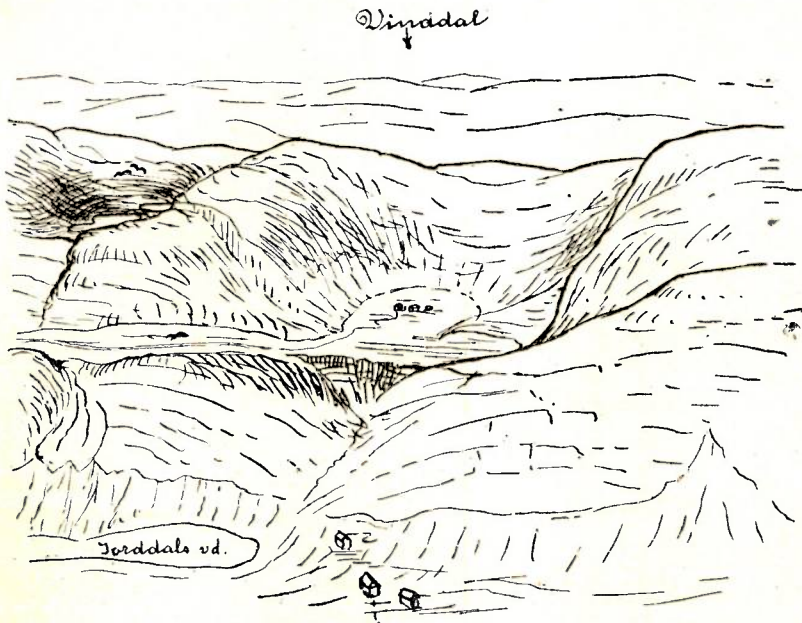


Fig. 8. En del af Jordalens nordøstside seet fra Rundemanden.

De fremherskende bergarter i bunden af dalen, som Bergen ligger i, er glimmerskifer og hornblendeskifer med noget gneis. Lagenes fald er, som vi allerede har hørt, mod nø. Faldgraden er middels stor. Gneisgraniten i dalens sider har dels en mod nø. heldende planparallelstruktur, dels er den ganske uregelmæssig kornet. Ved siden af planparallelstrukturen er der i Damsgaardsfjeld og Lovstakken ogsaa en i østlig eller kanske rettere østnordøstlig retning heldende strækningsstruktur; en saadan er ogsaa seet i gneis indleiret i hornblendeskifer. Omkring Kvarven er strækningsfænome-

nerne særdeles vel udviklede, hvortil hentydedes, da der taltes om stengelstrukturen i Ørnefjeld. I den her udbredte gneis ser man, at stengelstruktur, baandformig anordning af glimmeren og foldningens akselinjer holder til den angivne kant omkring 30° . Ved de nye fæstningsanlæg er gneisen graa, tildels rig paa sort glimmer og opfyldt med feldspatoine; endvidere en der her en lys graa, granitisk udseende bergart (som maaske ved nøiere undersøgelse vil findes at være lys labradorsten) og et parti smaa-kornig amfibolitisk bergart, altsammen med strækingsstruktur. I denne strækingsfænomenernes stilling her i bergartbuernes inderste del, finder jeg en støtte for den ovenfor fremholdte tydning af lagstillingen som et foldesystem med bøiet ryg. Med det samme kan anføres, at man i de lagede bergarter, fornemlig i Fløifjeldets gneis, undertiden ser en underordnet foldning, hvis akselinger stryger horisontalt mod nv. eller holder under en liden vinkel til denne side. Denne foldning maa antages at være yngre end strækningen og at være fremkommen ved de samme trykkrafter, som har krummet det store foldesystems ryg.

Inden Damsgaardsfjeldets og Løvstakkens ensartede gneisgranitstrøg er der ikke anledning til mange iagttagelser. En liden svovlkisforekomst fra Laksevaag er omtalt i „Silurfossiler“ s. 135, anm. Fra strøget i syd udenfor detaljkartets omraade kan anføres følgende:

Fra Krongaarden ved Fjøsanger har jeg steget op paa Løvstakkens sydlige forlængelse; deroppe var planparallelstrukturen særdeles lidet udviklet; men der var en ø. t. n. heldende strækingsstruktur.

Ved Fjøsanger station og $\frac{1}{2}$ km. eller saa nordover derfra staar øiegneis. Ved Noraasvandets indre ende er der haard smaa-bølgende glimmerskifer med hindeagtig glimmer. Herfra har jeg gaaet mod sv. langs vandets nordvestside. Man vandrer langs efter strøgretningen af bergarterne, som hælder 30° — 40° mod ø.s.v.; der sees tæt til finkornig gneis og gneisgranit med hindeagtig sort glimmer. Paa Kraakenæs er der gneisgranit med strækingsstruktur hældende 30° mod sø. Jeg har gaaet saa langt omtrent som til Strømpladsen. Ved Bynæssets huse er indleiret en del kvartsførende fyl-litagtig mørk glimmerskifer. Faldet er her mod syd. I øst for Strømpladsen er bergarten for det meste massiv granitisk. Paa en anden ekskursion, har jeg i nord herfor ved Løvaas noteret et mindre parti af mod nnø. heldende gneis i den forresten mellem

Sælvand og Gravdalsvand herskende gneisgranit. Maaske savnes ikke labradorsten i dette strøg; i det mindste har jeg i syd for Gravdalsvand bemærket en 2 dm. stor rullesten af labradorsten (med lidt granat og hornblende).

Den gneis, som er aflagt sydligst paa Nygaardshalvøen er finkornig graa. En fortsættelse af den nævnte gneis er rimeligvis den, som sees ved jernbanelinjen nær Solheimsviken. (Se detaljkartet, hvis bergarter vi skal gjenmemgaa fra sv. mod nø.). Gneisen ved Museet er for størstedelen øiegneis med rødlige øine. I det fjeld, som er blottet i syd for Jægteviken, ser man underst øiegneis, derover hornblendeskifer, saa igjen øiegneis. Paa denne hviler kvartsrig glimmerskifer. Paa nordsiden af viken staar nederst øiegneis, hvorpaa hviler graa skifer, som udvindes til bygningssten i flere stenbrud paa Sydnæshaugens nordskraaning. Langs Puddefjorden staar der ved Fredriksberg en brem af finkornig graa gneis. I den ovenpaa hvilende hornblendeskifer findes nederst et lag af skifrig hornblendefeldspatsten af samme art som den, som ved en tidligere leilighed beskrevs fra Nygaardshalvøen; undertiden antager den udseende af en „noget skifrig sausuritgabbro“.

Den egentlige by er for størstedelen bygget paa hornblendeskifer. Denne er for aller største delen finkornig og gjerne kloritholdig. Den sees blottet paa Bergenhus fæstning, paa den øvre del af Nordnæssets halvø, i Floifjeldets sydlige fod og i syd for Svartediget. Ved et tidligere gadeanlæg blottedes den paa den sydlige del af byens torv. Ved Nøstet er intet blottet fjeld undtagen i Komediebakken nær theatret, hvor der rager op en liden klippe af kvartsrig, graa, finkornig gneis. En fortsættelse af de gneisagtige bergarter ved Fredriksberg, Sydnæs og Museet er sikkerlig gneisen langs nordøstsiden af Store-Lungegaardsvand.

Paa en herværende klippe, „Seiersbjerget“, har der tidligere været et stenbrud. Om bergarten herfra har jeg noteret, at den er kvartsskiferlignende feldspatførende og indeholder tynde lagformige feldspatrige partier. Fald mod nno. I stenbruddet sees et omtrent 3 m. mægtigt lag af en mørk, finkornig, hornblenderig skifer opfyldt med smaa linseformige foldede partier af samme bergart som i omgivelsen. Dette lag er paa omstaaende tegning A betegnet med h.

I den sydlige del af stenbruddet er der den paa tegning B fremstillede forrykning, hvor steile lag støder til mindre steile. Paa forrykningsfladen forekommer en omtrent 10 cm. tyk plade

(det sorte mellem x og x paa tegningen) af en skifrig, grønlig-graa jaspisagtig st. n. Denne viser en art lagning, der er parallel med lagningen hos den underliggende skifer¹⁾).

Fra Store-Lungegaardsvand lader et belte af finkornig graa gneis, sig forfølge mod sydøst. Den afændring, som iagttages ved Møllendalselvns udløb, er graa, tyndskifrig og har et kvartsitisk udseende. Faldet er her 15° mod nno; hos bergarten sees antydning til en mod øst heldende strækningsstruktur. Den gneisagtige bergart, som sees straks i øst for veien ved gaarden Haukeland, har ogsaa et kvartsitisk udseende. I vest for denne gaard støder man først paa lidt hornblendeskifer, derpaa kommer glimmerskifer.

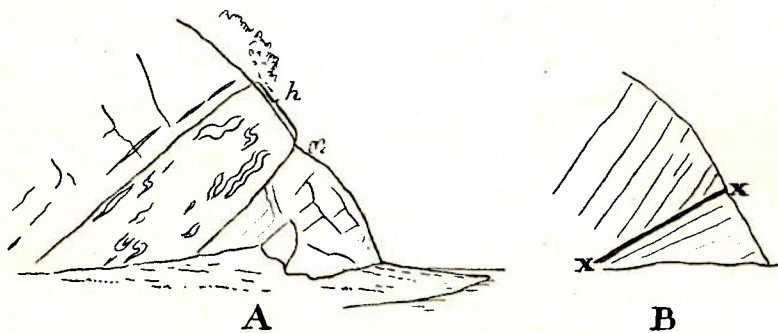


Fig. 9. Fra et gammelt stenbrud ved Store-Lungegaardsvand.

Hornblendeskiferens egenskaber kan let iagttages i et ikke ubetydeligt stenbrud, som er anlagt ikke langt fra Bellevue, mellem Floen og Startelidet. Hornblendeskiferen er finkornig, tildels kloritførende. Den falder 70° mod no. t. n. Indleiret i den er lag af skifrig feldspat-hornblendesten, som opnaar en tykkelse af et par meter. Endvidere forekommer indleiret muskovit- og biotitskifer samt granulit. Disse indleiringer, navnlig de af granulit, er ganske smale, neppe 25 cm. mægtige. Betydeligere indleiringer af glimmerskifer og gneis forekommer flere andre steder i hornblendeskiferen (denne kan undertiden nærme sig til gneis) og er anmærkede paa kartet; der er ogsaa afsat nogle indleiringer af skifrig saussuritgabbro. Partvis kan denne bergart an-

¹⁾ I denne forbindelse søn nævnes, at jeg i Homansfjeld i Sandviken og i Fidsmag har seet bergafændringer, som det ligger nær at holde for fremkomme ved fjeldens opkrusning langs forrykningsrækker. Disse sprækker gaar langs efter bergarternes strykningsretning.

tage et uregelmæssig kornigt, ganske massivt saussuritgabbroagtigt, udseende. Paa oversiden af veien øverst i Skivebakken sees en omtrent 5 m. mægtig gneis, der er lys af farve og falder 65° mod nø. Paa skifrihedsfladen viser dens glimmer sig smukt baandformet anordnet i en mod ø.n.ø. heldende retning. Ved Bellevue er i hornblendeskiferen bemærket en 65° mod ønø. heldende strækningsstruktur.

Den gneis, som opbygger det egentlige Fløifjeld og lader sig forfølge fra den sydlige del af Sandviken til Svartediget, er gjerne smaa- til middelskornig, rødlig af farve; ikke sjelden har den øiegneisstruktur. I det store taget optræder den i lag, som under en middels stor vinkel holder i nordøstlig retning. Et profilsnit faar man se i de foran afbildede steile skrænter ned mod Svartediget. Foruden at lagene saaledes i det store taget er reiste op, er de dertil bølgende eller foldede. Bølgingens akser holder, som man kan se i Fjeldveien og andre steder, og som ovenfor er berørt, under en liden vinkel mod nv. Et lag i denne gneis er en glimmerførende kvartsit, der staar med omtrent 100 meters mægtighed i Rothaugen og derfra lader sig forfølge over et betydeligt stenbrud paa ø. Ladegaarden og Fjeldveien til opimod Fløien. I Rothaugen indeholder kvartsiten i to nivaaer enketvis indstrøede rullestene, hvorved den gaar over til konglomerat. Tydeligst er vel konglomeratstrukturen ved Fjeldveien, hvor tydelige rullestene sees i en glimmerrig varietet af kvartsiten netop der, hvor der staar indhugget „Veien er bygget i 1879“. I sø. for Fløien er konglomerat ikke iagttaget.

Den gneisgranit, som udbreder sig over den nordøstlige del af vort kart, afbrydes ved en antagelig omkring 150 m. mægtig indleiring af gneis. Hvad kornighedens uregelmæssighed angaar, nærmer denne gneisgranit sig endnu mere granit end bergarten i sv. for Bergen; kun undtagelsesvis sees en i nordøstlig retning heldende planparallelstruktur; strækningsstruktur er ikke iagttaget.

Den i gneisgraniten indleirede gneis er finkornig, kvartsrig, ikke meget glimmerholdig, lysgraa af farve. Dens fald er mellem 20° og 50° i nordøstlig retning. I den øvre del af den omhandlede gneisindleiring møder man i ssø. for Aarretuen, efterat man har steget et lidet stykke ned fra toppen, en egen varietet. Man har for sig en smaa-kornig, lys graa gneisagtig bergart, der, efter nogle indeslutninger at dømme, synes at være et presset konglomerat. Bergartens skifrihed holder 25° mod nø. t. n. Paa den lyse finkornige gneis

hviler en gneisagtig afændring af gneisgraniten, over hvilken der igjen kommer gneisgranit. Den omhandlede gneisindleiring har jeg forfulgt fra S. Blaamandsvand i sø. til skraaningen i syd for Eidsvaag. Paa sidstnævnte sted blir kvarts tildels en saa fremherskende bestanddel, at man faar saa godt som ren kvartsit. I andre lag er glimmer tilstede i meget rigelig mængde. Glimmeren er ofte lys. Omkring Eidsvaag har man gneis: rød øiegneis forhersker. Af rødlig gneis bestaar ogsaa Aarretuen i syd for Eidsvaag. Naar man derfor gaar mod sydøst, kommer man snart ind paa gneisgranit, der inltager fjeldbyggen videre fremover. Den steile skraaning paa Jordalens sydvestside bestaar, saavidt man af fjeldets massive udseende kan dømme, af gneisgranit.

III. Studier over bergarterne ved Bergen.

(Af CARL FRED. KOLDERUP.)

I overensstemmelse med den af dr. REUSCH og mig truffne aftale om delingen af arbeidet med den geologisk-petrografiske undersøgelse af Bergens undergrund, vil jeg her fremlægge resultaterne af de petrografisk-kemiske undersøgelser, idet jeg samtidig paa basis af disse undersøgelser knytter endel bemærkninger om bergarternes genesis. Jeg vil ved denne anledning ikke gaa nærmere ind paa bergarterne ved Kvarven, der nærmest maa betragtes i sammenhæng med bergarterne længere syd. Bergarterne ved Eidsvaag, som jeg opfatter som granitskifere, omtales i al korthed i forbindelse med Blaamandens granitfelt.

Som allerede af dr. REUSCH fremhævet er det, paa grund af de betydelige omvandlinger bergarterne ved Bergen har undergaaet, vanskelig at finde ud, under hvilke forhold bergarterne oprindelig er dannet; men man faar dog forsøge, hvor langt man kan komme ved kemiske og petrografiske undersøgelser. Det er vel muligt, at senere forskere med fremtidens forbedrede hjælpemidler kan komme til en anden opfatning af dette eller hint; men af den grund at vente med at gjøre noget for at opklare, hvad dr. REUSCH træffende har kaldt „de dunkle sider“ ved bergarternes genesis, gaar ikke godt an. Det er forøvrigt min personlige formening, at man neppe vil komme til at tyde de heroptrædende bergarters genesis paa en maade, der skulde vise sig at være i væsentlig grad forskjellig fra den synsmaade, der kommer frem i denne vor afhandling om de geologiske forhold i og omkring vor fødeby.

Petrografisk seet kan man inddele de i byen og nærmeste omegn optrædende bergarter i 5 grupper, nemlig: 1) Graniter, 2) Granit- og oiegranitskifere (gneise og oiegneise) 3) Hornblende-

skifere med mere eller mindre skifrige saussuritgabbroer 4) Glimmerskifere 5) Kwartsskifere, kvartsericitskifere og kvartsrige gneise.

Graniter.

Som det vil sees af kartet, optræder graniterne i tre forskellige zoner. Disse zoner viser saa store uoverensstemmelser i kemisk og petrografisk henseende, at de bør behandles hver for sig. Efter de mest karakteristiske fjelde, for hvilke de danner undergrunden, benævner jeg zonerne som Løvtakkens, Sandvigsfjeldets og Blaamandens granitfelter. Som det af den senere beskrivelse vil fremgaa, er der dog mellem de to sidste felter saapas lighed, at man nok kan tænke sig disse som et oprindeligt hele, der senere er blevet adskilt fra hinanden ved, at de „kvartsrige gneise“ under foldningen er bleven presset ind.

a. Løvtakkens granitfelt.

Løvtakkens granitfelt har jeg anvendt som betegnelse for det granitfelt, der ligger omkring Løvtakken og indtager den sydligste del af den saakaldte Lyderhornshalvø. En tur midt gennem dette felt fra Damsgaard og ned til Strømme ved Nordaasvandet (jfr. rektangelblad Bergen) viser os følgende: Langs den nye vei fra Damsgaard og opover mod Fyllingen staar den nedenfor mere indgaaende beskrevne, grovkornige, graalige og sribede granit, i hvilken man et sted ser kvartsaarer. Videre sydover mod Sælen kan den paa sine steder være mere finkornig og er paa enkelte steder sterk rød. I Fyllingen sees der i den vekslende pegmatistiske og glimmerige partier. Her sees ogsaa aarer af ren blaa kvarts. Fjeldets udseende er det for granitfjeld karakteristiske med de typiske granitiske afsondringer. Oppe i Løvtakken sees en tydelig bænking, der falder i nordlig retning. Ved søndre ende af Sælevandet staar en sterk presset granitvarietet med baand- og linsestruktur. Denne er af tidligere geologer betragtet som gneis; men jeg anser den kun for at være granitens sterkt pressede grænsefacies. Fortsætter man fra Strømme i østlig retning over Bynæsset og hen til Fjosanger, vil man overalt se betydelige trykvirkninger og se, hvorledes bænkingen falder mod syd, ned mod Nordaasvandet, der danner grænsen mellem Løvtakgraniten og bergensskiferne. Granitens bænke falder altsaa ind under disse.

Løvstakmassivets form og dets forhold til de omgivende bergensskifre vil kunne sees af fig. 10. Fotografiet, der er taget fra Fredriksberg fæstning, viser os massivet, saaledes som det ser ud, naar man ser det fra nord af. Længst tilvenstre paa billedet sees skiferne og gneisbergarterne ved Natland. Disse falder mod s.s.o., altsaa fra massivets grænse der. Ret foran Løvstakken sees Dragefjeldets kvartssericitskifre, hvorpaa der i flere aar har været drevet stønbrud, og hvor faldet er mod ø.n.ø., altsaa ogsaa her fra Løvstakmassivet.

Ved Damsgaard kommer Løvstakgraniten ind paa vort kart. Bergarten er paa Damsgaard makroskopisk en biotitrig, middelskornig, sjelden grovkornig, sribet granit (gneisgranit), der paa de fleste steder har et jevnt, massivt udseende. Paa sine steder viser



Fig. 10.

bergarten sig saa lidet sribet, at man kunde tro, at man havde en forholdsvis lidet presset bergart for sig. Hovedbestanddelen er en rødlig feldspat uden tvillinglameller. Sammen med denne sees betydelige mængder af en graalig feldspat, kvarts og en meget rigelig optrædende, sort biotit.

Under mikroskopet viser bergarten meget sterke pres- og omvandlingsfænomener. Kvartsen er saaledes fuldstændig opknust, og de opknuste dele viser sig udtrukne i én retning, saa at man faar en slags sterkt udtrukket lins-form. Saadanne linser kan være

saa tynde, at de paa sine steder synes at boie sig som baand om feldspaterne. Omkring flere af feldspaterne viser der sig en tydelig mørtelzone. De mørke mineraler, der væsentlig bestaar af biotit, er anordnet i langstrakte partier, der ligger tæt sammen. Makroskopisk ser det ud, som om disse snor sig omkring feldspaterne og kvartsen, og ogsaa under mikroskopet kan dette forhold iagttages.



Fig. 11.

Omvandlingsprodukter, som f. eks. epidot, sees i ikke saa ringe mængde.

Fig. 11 viser os endel af bergarten under mikroskopet. Det næsten sorte mineral paa tegningen er jernerts, mineralerne med den tyklinjede begrænsning og de mange fine, parallelle streger er biotit. Det øvrige er feldspat og kvarts, der begge viser sig meget opknuste, saa at der fremkommer en typisk detritus. Paa flere steder sees dog større rester af de oprindelige feldspater.

Efter denne oversigt over strukturen, der bliver at betegne

som en kataklasstruktur, vil vi se nærmere paa de bergarten sammensættende mineraler

Zirkon optræder i flere smaa krystaller med særdeles livlige, røde polarisationsfarver og sterkt fremtrædende relief.

Af apatit sees kun nogle faa individer. Den samlede gehalt af apatit kan ifølge foretaget beregning af den kemiske analyse anslaaes til 0.47 %.

Jernerts optræder ogsaa i ringe mængde.

Titanit optræder som flere ganske store, uregelmæssige korn. Den maa formodentlig være dannet paa bekostning af en titansyrerig erts, ilmenit eller titanomagnetit. Et sted sees ogsaa inde i et titanitindivid lidt mørk erts, der formodentlig er resterne af det oprindelige mineral. Titanitens farve er lys gul. Mineralet optræder i almindelighed inde i de store biotitpartiter.

Epidot og zoisit forekommer som smaa korn og krystaller inde i glimmerindividerne. Ligeledes kan de begge optræde sammen som en slags grynede masser inde i feldspaterne.

Biotiten er sterk pleochroitisk (straagul — mørk brun eller grøn) og delvis kloritiseret. Den optræder som før nævnt i tildels store aggregater sammen med titanit, apatit, zoisit og epidot, og kan i enkelte tilfælde være snoet svagt omkring feldspatkornene.

Plagioklaserne har smaa udslukningsvinkler og maa vel formodentlig være oligoklas. De viser paa flere steder meget tydelige tegn paa en sterk omvandling, saaledes kan de være fuld af smaa nydannelsesprodukter som sericit og paragonit; ogsaa epidot sees. Presfænomenerne er meget tydelige, men synes at være mindst udviklede der, hvor der optræder rigelig biotit. Det er, som om den bøielige biotit her skulde have øvet en stor indflydelse. De plagioklaser, der optræder inde i biotitmasserne, har enten ganske ubøiede eller ogsaa kun svagt bøiede lameller; maaske beror dog dette delvis paa nydannelse efter trykkets ophør. I plagioklaserne udenfor biotitmasserne er lamellerne bøiede og knækkede, og selve individerne kan være brækkede tvertover. Ofte er der langs disse brudflader bleven afsat en zone af lysere feldspatsubstans. Tydelig mørtelstruktur findes mange steder.

En stor del af feldspaterne er ortoklaser. I disse sees under mikroskopet en slags sekundær perthitstruktur, der maa være fremkommen ved omvandling paa grund af tryk, idet feldspatens primære gehalt af natron-lerjord-silikat har skilt sig ud som snorformig albit. I enkelte tilfælde har man tydelige nydannelser af al-

bitsubstans paa sprækker. De smaa albitlameller staar her ordnede lodret paa spaltens eller brudlinjens længderetning. En del ortoklas optræder efter al sandsynlighed sammen med kvarts i den tætte detritus, hvis enkelte bestanddele det er omtrent umuligt at bestemme.

Kvartsen en fuldstændig opknust og de enkelte stykker er udtrukne i en bestemt retning.

Da bergarten med sin betydelige rigdom paa mørk biotit lod til at byde paa enkelte eiendommeligheder i kemisk henseende, lod jeg foretage en analyse af den. Analysen, der er udført af dr. HEIDENREICH, dengang amanuensis ved universitetets metallurgiske laboratorium, er ligesom de øvrige analyser i afhandlingen bekostet af Norges geologiske undersøgelse. Analysen gav følgende resultat:

Si O ₂	67.91
Ti O ₂	0.93
Al ₂ O ₃	12.21
Fe ₂ O ₃	4.17
Fe O	2.97
Mn O	Spor
Mg O	1.18
Ca O	2.03
Na ₂ O	3.83
K ₂ O	4.47
P ₂ O ₅	0.18
Glødetab.....	0.67

Sum 100.55

Af analysen at beregne bergartens sammensætning er meget vanskeligt, da man ikke kjender de sammensættende mineralers kemiske indhold nøie nok. Navnlige gjælder dette for biotitens vedkommende. Gaar man ud fra den forudsætning, at kali og natrongehalten kun er bunden til feldspaterne, vil man faa følgende:

Si O ₂	17.20
Al ₂ O ₃	4.85
K ₂ O	4.47
Sum	26.52 % K Al Si ₃ O ₈

Si O ₂	22.39
Al ₂ O ₃	6.31
Na ₂ O	3.83

Sum

32.53 % Na Al Si₃ O₈

Regner man saa endvidere paa grundlag af den mikroskopiske undersøgelse, at ca. 40 % af den rene natronfeldspat sammen med ren kalkfeldspat danner oligoklas af midlere gruppe ($Ab_4 An_1$), saa vil dertil medgaa ca. 7.5 % kalkfeldspat. Vi skulde da ialt faa omtr. 66.5 % feldspat. Beregner man dennes lerjordgehalt, faar man $4.85 + 6.31 + 2.1 = 13.26$ %. Denne gehalt overstiger imidlertid bergartens samlede lerjordgehalt med 1.05 %, og vi faar desuden ikke lerjord til biotiten. Den ovenfor nævnte forudsætning kan da ikke være berettiget. Maaske erstatter lidt jernoxyd endel lerjord i feldspaterne, og hvad der formodentlig er det væsentlige, endel af alkalierne, navnlig natron, gaar ind i biotiten. Biotitanalyserne viser jo, at der i en hel del biotiter er en natrongehalt, der kan gaa op til 2 %. Ja vi har endogsaa en del eksempler paa, at natrongehalten kan stige endnu høiere som f. eks. i:

Biotit fra Freiersbach	med 2.09 % $Na_2 O$.	(Knop)
— „ St. Lawrence canty	„ 2.13 -	— (Crawe)
— „ Lierwiese	„ 2.27 -	—
— „ Oberbergen	„ 2.60 -	— (Knop)
— „ Zillerthal	„ 4.77 -	— (Kobell)
— „ Haindorf	„ 5.44 -	— (Illing)

Naar vi tager hensyn til dette forhold, bliver den fundne gehalt af kali- og natronfeldspat at ændre noget. Som resultat af endel forsøg skulde jeg være tilbøielig til at angive bergartens mineral-sammensætning til omtrent:

25 % kalifeldspat
25 % ren natronfeldspat
7 % ren kalkfeldspat
15 % kvarts
23 % biotit.
5 % accessoriske bestanddele

Af de accessoriske bestanddele synes titaniten at være den, der forekommer i størst mængde, hvad ogsaa en beregning af analysen viser.

Ca O	0.81
Ti O ₂	0.93
Si O ₂	0.88

2.62 % Ca Ti Si O₅.

Det synes ikke urimelig efter den mikroskopiske undersøgelse at dømme, at dette tal saa temmelig nøie angiver mængden af tita-

nit i bergarten, omend det paa den anden side maa indrømmes, at der kan indgaa lidt $Ti O_2$ i biotitens sammensætning, og at der endvidere findes nogle rester af ertskorn, som sandsynligvis indeholder noget $Ti O_2$.

Apatitgehalt er 0.47 %.

Hvad der udmerker bergarten i kemisk henseende, er dens betydelige gehalt af $Fe_2 O_3 + Fe O$, der igjen staar i forbindelse med bergartens rigidom paa biotit, som efter alle kjendemerker at domme maa være meget jernrig. MgO gehalt er ogsaa meget større, end den ellers pleier at være i graniter. Paa den anden side er Al_2O_3 gehalt meget lav. Trods disse eendommeligheder bliver dog bergarten at betragte som en typisk alkali-kalkgranit efter ROSENBUSCHS inddeling, og da hovedbestanddelen blandt de mørke mineraler er biotit som en granitit.

b. Sandvigsfjeldets granitfelt.

For den store zone af granit, der strækker sig fra Svartediget i s. ø. til Hellen i n. v., har jeg valgt ovenstaaende betegnelse, fordi Sandvigsfjeldet ligger omtrent midt i feltet, og fordi graniten optræder med sit mest karakteristiske udseende i Sandvigsfjeldets sydvestlige bratte skraaning (se fig. 3). Bergarten adskiller sig i flere henseender fra graniten paa Damsgaard. Saaledes synes den gennemgaaende at være sterkere presset, og farven er paa grund af feldspaten mere rødlig, dog findes der ogsaa som før omtalt rødlige typer i Lovstakens granitfelt. Flere steder optræder graniten kun forsynet med parallelstruktur; men i de fleste tilfælde optræder en veludviklet linsestruktur, idet der findes talrige mere eller mindre linseformige, mørke masser, der enten er amfiboliter eller ogsaa bestaar af glimmer som aldeles forherskende mineral. Sammen med disse optræder ogsaa uregelmæssig begrænsede partier eller aarer af pegmatit. Endel af de sidste optræder med skarp grænse mod sidestenen og er virkelige gange, andre gaar over i sidestenen, saaledes som allerede dr. REUSCH har beskrevet i „Silurfossiler og pressede konglomerater i bergensskifrene“ pag. 130. Som senere nærmere skal omtales, er det herværende granitfelt ikke homogent; men langs spalter i graniten er indpresset en graalig, sterk presset gneisagtig eller gneisgranitisk bergart.

Vi vil nu se nærmere paa sammensætningen af den parallelstribede, rødlige granit og vælger da som typer for den bergarten

ved Helleveien, straks syd for Grønnestølen, samt bergarten ude mellem nedre og øvre Hellen.

Bergarten fra Hellenveien mellem Nyhavn og Grønnestølen viser sig under mikroskopet at have følgende sammensætning:

Zirkon i smaa krystaller.

Apatit med tydelig tverdeling.

Titanit i forholdsvis større, grynede masser.

Magnetit i mørke korn.

Biotit med sterk pleochroisme (lys gul — mørk grøn), gjerne sammenhøbet til større aggregater.

Muskovit og sericit, der væsentlig er dannet som omvandlingsprodukt af feldspat.

Epidot og zoisit i en del smaa, skarpt begrænsede stengle.

Granat, et par smaa individer.

Plagioklas er tilstede i ringere mængde end de andre feldspater og adskiller sig gjennemgaaende, allerede ved første øiekast, fra dem ved at være mere omvandlet. Man ser nemlig i den en hel del sekundære omvandlingsprodukter, som mangler i mikroklin og ortoklas. Disse omvandlingsprodukter kan i flere tilfælde opfylde mineralet saa fuldstændig, at man kun under særdeles gunstige belysningsforhold kan erkjende mineralets karakter.

Ortoklas og mikroklin viser lige saa lidt som plagioklasen tegn paa opknusning, men spor af trykvirkninger haves dog i en sekundær perthitstruktur. De enkelte plagioklassnore i denne mikroperthitiske feldspat er temmelig store.

Mikroperthit med den almindelige fine perthitstruktur sees ogsaa.

Kvartsen viser større trykvirkninger end feldspaten. Der findes en tydelig undulerende udslukning. Et par steder sees ogsaa kvartsen at være lidt opsprukken; men intet steds opdages nogen egentlig detritus.

Angaaende strukturen er at merke, at bergarten makroskopisk ser ud som en sribet rødlig granit. Under mikroskopet ser man, hvorledes der i den lyse hovedmasse af feldspat og kvarts ligger parallele striber af mørke mineraler. Disse striber er ikke lige tykke overalt; paa sine steder er de næsten afbrudte, paa andre linseformig opsvulmede. Inde i en af disse linseformede masser sees inderst en mørk erts, og omkring denne en fingrynet masse af titanit, hvori ligger skarpt begrænsede krystaller af tydeligvis ældre zoisit og apatit. Yderst ude, som en krans om det hele,

ligger talrige smaa biotitindivider, indimellem hvilke feldspater dukker op.

Hvad der særlig i strukturel henseende skiller denne bergart fra graniten paa Damsgaard, er de mindre vel udviklede trykfenomener, og navnlig da mangelen paa egentlig detritus.

Skulde jeg efter et løseligt skjøn forsøge at beregne Si O₂ gehalten, vilde jeg anslaa denne til 70—72 %; bergarten er altsaa surere end Damsgaardsgraniten, hvad der formodentlig særlig skyldes den sidstes rigdom paa biotit.

Graniten mellem øvre og nedre Hellen viser sig allerede uden krydsende nicholler mere presset end foregaaende, da biotiten er bøiet og snoet omkring de lysere bestanddele. Ved krydsende nicholler ser man, hvorledes plagioklasernes lameller er sterkt bøiede og delvis tilspidsede, hvorledes mikroperthitstrukturen er fremtrædende hos den ikke tvillinglamellerede feldspat; og hvorledes kvartsen er adskillig opknust. Mineralerne viser sig dog heller ikke i denne bergart saa opknust som mineralerne i graniten fra Damsgaard.

Af mørke mineraler sees i præparatet blot biotit af samme type som i graniten fra Grønnestølen. Den er flere steder kloritiseret og optræder i smale, bøiede og uregelmæssige striber.

Af lyse mineraler sees plagioklas, mikroperthit, ortoklas, mikroklin og kvarts.

Plagioklasernes lameller er bøiede og tilspidsede. De uregelmæssig begrænsede individer er opfyldt af sekundære omvandlingsprodukter.

Mikroperthiten viser større og grovere perthitaarer i en finere grundmasse.

Ortoklasen sees tydelig at have holdt sig bedre end kvartsen under trykkets paavirkning. Et sted sees f. eks. særdeles godt, hvorledes et større ortoklasindivid med skarp begrænsning stikker sterkt af mod tilstødende, opknust kvarts.

Kvartsen har undulerende udslukning og viser sig tydelig opknust, saa at der endog paa flere steder optræder en virkelig detritus.

I Sandvigsfjeldets granitfelt optræder længere syd mindre masser af graniter, der har en noget afvigende typus. Saaledes optræder der f. eks. paa veien fra Sandvigen og over til Eidsvaag, ved kafé Udsigten, straks s. for Neevengaarden, en sterk rødlig, granitisk bergart i hovedbergarten. Under mikroskopet ser man dog,

at den i alt væsentligt ligner de øvrige bergarter i denne zone. Mineralsammensætningen er:

Zirkon.

Titanit i grynede masser som i flere af de senere beskrevne granitskifere.

Ertskorn.

Ohrtit som i granitskifere fra Svartediget.

Epidot, der dels optræder som randzone om foregaaende og dels findes i selvstændige individer.

Muskovit.

Biotit, nogle steder kloritiseret.

Plagioklasen har samme udseende som plagioklasen i de tidligere fra Hellen og Grønnestølen beskrevne typer.

Mikroperthit og mikroklimmikroperthit.

Ortoklas og mikroklin er de overveiende blandt feldspaterne.

Kvartsen viser forholdsvis svage trykvirkninger, undulerende udslukning i parallelle zoner. Et par steder svage tegn paa opsprækning.

Tager man en tur udover veien til Hellen, har man rig anledning til at studere Sandvigsfjeldets granit. Veiens retning er nogenlunde parallel med bergarternes strøgretning. Bergarten er over lange strækninger af denne vei en sribet, rødlig granit. Enkelte steder sees i den linseformige amfibolitiske eller glimmerrige masser. Desuden optræder der ogsaa, som allerede af dr. REUSCH i „Silurfossiler og pressede konglomerater i bergensskifrene“ nærmere beskrevet, pegmatiske aarer, der ofte ved grenserne synes at gaa jævnt over i hovedbergarten. Flere steder sees ogsaa i graniten endel feldspatrige baand, der ofte viser sig foldet, og som selv paa forvitret overflade skiller sig godt ud. Det er navnlig ved veien op til befæstningerne, at graniten synes sterkt „opblandet“. Her optræder partier af en mere finkornig, graalig granit i den røde. Denne bergart ligner i sin struktur bergarten fra Grønnestølen. Mineralerne er de samme som i den netop beskrevne, sterkt røde granit fra Neevengaardssvingene ved kafé Udsigten.

Af mineraler vil jeg navnlig fremhæve ortiten med krans af epidot, saaledes som den kjendes igjen i granitskiferzonen ved Svartediget og i granitskifrene inde i byens mere bebyggede strøg. Endvidere optræder ogsaa den fra de samme bergarter saa vel kjendte titanit i større grynede masser, der mindre træffende af enkelte forskere er sammenlignet med en hob insektæg. Kvartsen,

der optræder i smaa mængder, er ikke opknuet, men viser sterkt udpreget undulerende udslukning.

Adskillig interesse knytter sig ogsaa til de basiske udsondringer i granitfeltet, som godt kan studeres langs Hellenveien. Endel af disse udsondringer har linseformen, andre ser ud som rene gange og kan igjen være gjennemsatte af talrige, hinanden krydsende aarer af en lysere amfibolit. Hovedudsondringerne pleier enten at bestaa af biotit eller hornblende som forherskende mineral.

Som en af de typiske repræsentanter for disse bergarter, hvoraf jeg har studeret flere, tager jeg en amfibolit, som optræder der,



Fig. 12. Granitfjeld ca. 3 km. s. f. Hellen.

hvor veien ned til Nyhavn krydser hovedveien til Hellen. Den bestaar af:

Svovlkis, der optræder inde i magnetit.

Apatit.

Titanit, som findes i nogle langstrakte masser, og er af samme typus som granitskifrenes — smaagrynet og noget mindende som anhobninger af insektsæg.

Hornblende, der er tilstede i store mængder og er blaa-grøn til grøn med et stik i det gule.

Biotiten er brun til lys straagul, med grønne kloritiske omvamlingsprodukter. Optraeder flere steder paa en saadan maade i forhold til hornblende, at man maa faa indtryk af, at denne gaar over til biotit.

Ortit.

Epidot og zoizit optraeder som talrige, smaa stengle inde i de større feldspatkorn.

Feldspaterne er vel i de fleste tilfaelde plagioklaser, omend det ikke altid lykkes at paavise tvillinglameller.

Fig 13 viser os hvorledes de gangformige amfiboliter og glim-

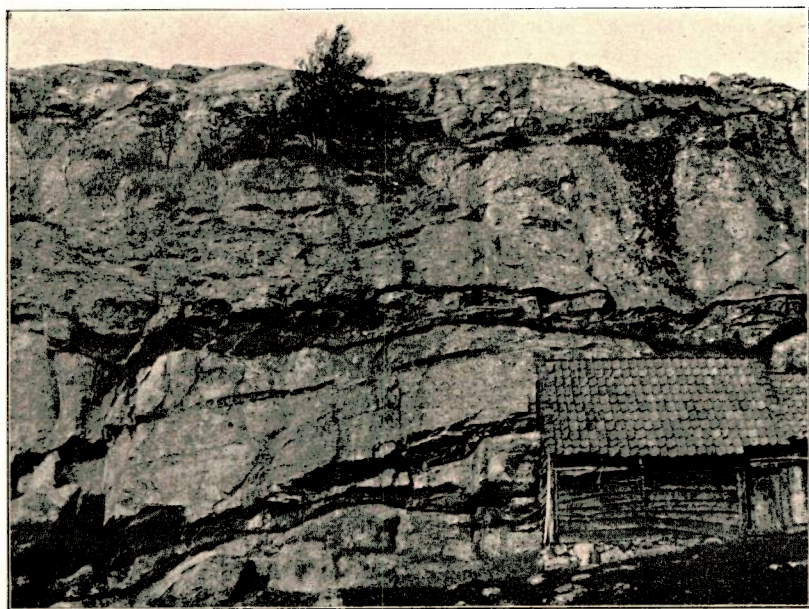


Fig. 13.

merrige masser optraeder i graniten. Billedet er taget ved ladebygningen paa nedre Hellen. Vi ser her flere sæt af mere eller mindre parallelle, mørke aarer. De to nederste af disse sees at forene sig til en. I den store øvre aare, der tegner sig skarpt af mod graniten paa grund af sin mindre modstandsevne mod forvitringen, sees et fletverk af mere modstandsdygtige og derfor mere fremtrædende aarer af en lysere amfibolit, der navnlig adskiller sig fra hovedaaren ved, at biotiten optraeder i langt mindre mængde.

Ved en undersøgelse af hovedaaren viser denne sig at bestaa af:

Rutil.

Titanit dels i de flere gange omtalte grynede masser, dels i større, selvstændige individer.

Biotit danner hovedmassen.

Klorit og serpentinose omvandlingsprodukter.

Epidot og zoisit i større individer og stor mængde.

Feldspat og kvarts i smaa og faa individer.

Den bergart, hvoraf fletværket af smaa aarer bestaar, viser en ganske afvigende sammensætning, idet den mere nærmer sig den før beskrevne amfibolit. Under mikroskopet sees:

Svovlkis inde i magnetit.

Apatit.

Rutil.

Titanit i grynede masser.

Hornblende med liden pleochroisme og med farve omtrent som hos hornblenderne i hornblendeskiferne inde i det egentlige byomraade. Overveiende blandt de mørke mineraler.

Biotit med kloritiske omvandlingsprodukter er vistnok for en del omvandlingsprodukt af hornblende.

Epidot og zoisit optræder her i modsætning til den glimmerrige hovedmasse i smaa korn.

Feldspat, hvoraf ialfald den rent overveiende del er plagioklas, er det hyppigste af de lyse mineraler.

Efter at vi saaledes har studeret granitfeltets mere centrale dele, vil vi tage os en tur ud mod grænsen. Følger vi veien fra Neevengaarden op til Munkebotten, vil vi, idet vi naar op til øverste sving, straks lægge mærke til en skarp udpræget forskyvningslinie i Homandsfjeld (se fig 14). Langs denne er en gneisagtig bergart presset ind i granitmasivet. Man ser tydelig, hvorledes denne skifrige bergart strækker sig videre udover mod befæstingerne s. for Hellen. Den yderste fortsættelse af den sees ved stranden nogle hundrede meter ø. f. Hellen. Ved det sted, hvor veien svinger ind mod Munkebotten, kan man se forskyvningsplanet paa nær afstand, idet det fra Homandsfjeld fortsætter over til Sandvigsfjeldet, saa man har det lige i veilinen.

Bergarten i selve forskyvningslinien er en mørkgraa, finkornig og skifrig bergart, hvori sees endel sericit. Den er aldeles gjenemsat af stik, saa det er umuligt at faa et ordentligt haandstykke af den. Under mikroskopet kan man, uden krydsende nicholler, se et væv af grønlig klorit. Denne klorit er omvandlingsprodukt

efter biotit, som flere steder sees uforandret. Endvidere haves muskovit og sericit, og ved krydsende nicoller sees en finkornig detritusmasse, hvori ligger endel individer [af ortoklas og kvarts, begge med zikzakformig begrænsning, undulerende udslukning og opspaltning i forskellige felter. I almindelighed er detritusmassen det overveiende.

Som det af fig. 14 vil fremgaa, er der meget stor forskjel paa graniten over og gneisbergarten under forskyvningsplanet i Homausfjeldet. Graniten ser paa afstand næsten upresset ud. Gaar man længere østover, enten langs veien paa vestsiden af Munkebotten

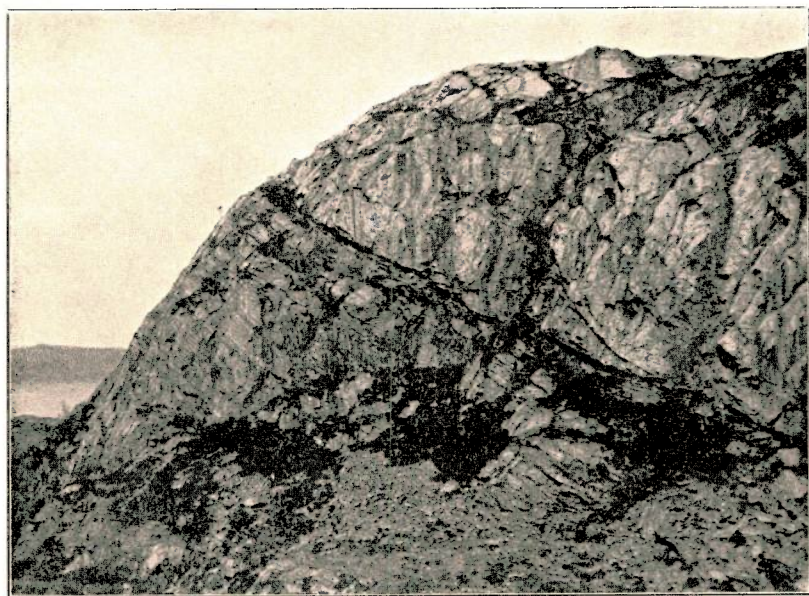


Fig. 14.

og Langevand, eller, hvad der ligger i samme strogretning, opover Munkebotten til Storevand, vil man se, at graniten her ikke er upresset, men tvertimod besidder en udmerket trykstruktur. Som type paa denne bergart kan tages graniten ved stemmen n. for Storevand. Makroskopisk er bergarten her en presset, lys granit; hvori rød feldspat og graa kvarts danner hovedmassen; men hvor der ogsaa optræder pladeformig udtrukne aggregater af en lys, grønlig glimmer. Ogsaa under mikroskopet sees trykkets virkninger i smaat som i stort. Af mineraler sees ortit med epidot som særdeles smaa korn, glimmer, plagioklas, ortoklas, mikroklin, kvarts og kalkspat.

Af glimmeren er endel sericit, hvilken sidste delvis er dannet paa feldspatens bekostning. Plagioklaserne viser en smuk trykstruktur. Man kan se, hvorledes de forskjellige plagioklasindivider er opknuste og forskjovne i forhold til hinanden. Et individ var saaledes opdelt i 5, og stykkerne derefter forskjovne i retning parallel tvillinglamellerne. Langs de smaa rutschflader i plagioklaserne sees et lidet lag af detritus og nydannelser. Andre steder har nydannelsen faaet fuldstændig overhaand. Efter udslukningsvinklerne at dømme, maa plagioklasen være meget sur. Ortoklasen viser svag undulerende udslukning og tydelig opdeling i felter, der ikke er adskilte ved virkelig brudlinier. Flere steder sees snorer af lysere feldspat-substans i ortoklasen („slangeformig feldspat“). Kvartsen er dels opdelt i felter, der slukker ud forskjellig i forhold til hinanden, dels ogsaa virkelig opknust. Der findes i det hele i denne granit adskillig detritus.

Som det senere vil paavises, er der i graniten ved Langevandet og Munkebotten presset ind fremmede bergarter langs et forskyvningsplan i graniten, og graniten viser lige op imod dette en tydelig linsestruktur, saaledes som det kan sees af fig. 19.

c. Blaamandens granitfelt.

Dette felt, der er det østligste af granitomraaderne i Bergen og nærmeste omegn, har jeg opkaldt efter det mest kjendte fjeld, som findes i granitzonen. Det er ogsaa væsentlig paa Blaamanden, at jeg har havt anledning til at studere graniten. Bergarten er her en gneisgranit, hvor finkornigere bestanddele, der ligner granit-skiferne veksler med grovkornigere, næsten rent granitiske bergarter. I det hele minder bergarten saa meget om Sandvigsfjeldets granit, at den vistnok maa opfattes som oprindelig genetisk sammenhørende med denne. Af mineraler har jeg i en granitskiferagtig varietet fra Blaamanden ved mikroskopisk undersøgelse fundet: Zirkon, apatit, titanit, epidot, plagioklas, mikroklin, ortoklas og kvarts. Angaaende disse mineralers optræden og forhold kan mærkes: Titanit optræder i grynede masser som i granit-skiferne, Biotiten er smudsig grøn til lysgul. Epidoten optræder gjerne i større aggregater sammen med biotiten og forekommer i større mængder end i almindelighed i Sandvigsfjeldets zone. Ortoklasen har sekundært udviklet mikropertitstruktur langs de partier af krystallerne, hvor trykket synes at have været stærkest. Feldspaterne optræder som i granitskiferne, dels i større individer, om

hvilke de mørke mineraler i flere tilfælde snor sig, og dels som mindre individer.

Granitskiferne i trakterne omkring Eidsvaag synes genetisk sammenhørende med bergarterne her, men er vistnok mere pressele, heraf kommer formodentlig den rigere muskovit- og sericitgehalt.

Granit- og øiegranitskifere.

(Gneise og øiegneise.)

Disse bergarter, som af tidligere forfattere er betegnet som gneise og øiegneise, vil jeg heller i overensstemmelse med nyere petrografisk nomenklatur kalde granit- og øiegranitskifere, for derved at antyde deres stilling i det petrografiske system som sterkt pressede graniter. Bergarternes sammenhæng med og forhold til graniterne kan man godt studere, naar man tager sig en tur fra Skansen og opover til Floien og derfra fortsætter indover til søndre Blaamandsvand. I snittene ved Fjeldveien og opover langs Fløiveiens sving staar graalige eller rødlig granitskifre, der paa sine steder som afbildet fig. 15 viser smukke foldninger. Opover mod Floien sees større, linseformede og sterkt udvalsedede partier med mere granitisk habitus, og denne antydning til overgang fra de planskifrige granit- og øiegranitskifere i fjeldets undre del til den pressede granit („gneisgranit“) fortsættes indover fjeldet, saa at det flere steder ikke synes at være saa let at sige, hvor vi skal sætte grænsen mellem granitskifer og presset granit. Bergarterne er flere steder f. eks. ved selve Floistangen gjennemsat af pegmatitgange.

Uagtet jeg tror, at man rettest bør opfatte de forskjellige granitskifere som genetisk sammenhørende, vil jeg dog af hensyn til deres forskjellige udbredelse, naar jeg nu behandler dem lidt mere indgaaende, adskille dem i følgende zoner: a) Fløifjeldets, b) Verftets, c) Museets og d) Møhlenpris zone.

a. Fløifjeldets granitskiferzone.

Da forbindelsen mellem granitskiferne i denne zone og de virkelige graniter er lettest paaviselig, har jeg valgt at tage denne zone som udgangspunkt for byomraadets granitskifere og gaar saa ved behandlingen af disse bergarter den omvendte vei af, hvad jeg ellers har gjort, nemlig fra n. o. mod s. v.

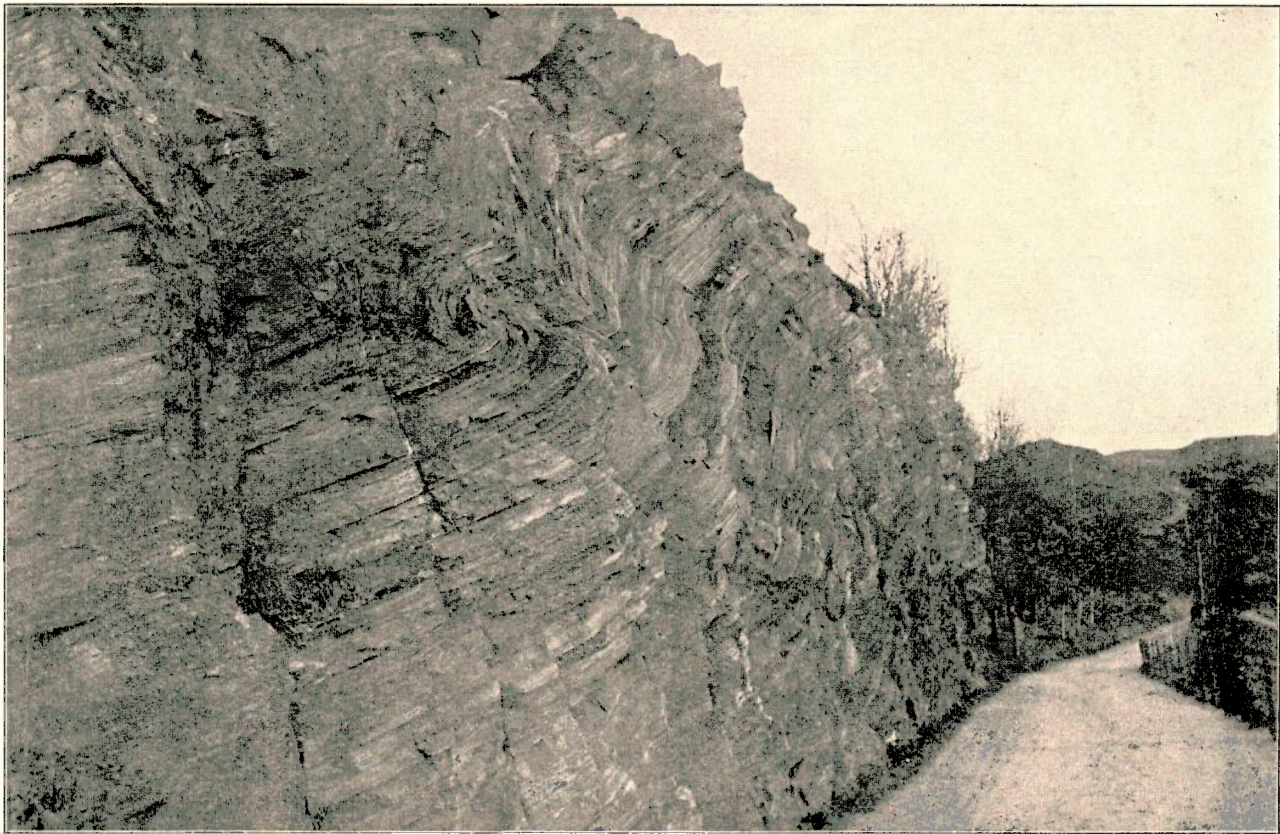


Fig. 15.

For at faa rede paa bergartens gjennemsnitssammensætning, tog jeg mindre prøver fra flere af svingene i Fløiveien, lod dem dem pulverisere, blande og analysere. Resultatet blev følgende:

Si O ₂	71.60
Ti O ₂	0.24
Al ₂ O ₃	14.37
Fe ₂ O ₃	1.59
Fe O	0.74
Mn O	Spor
Mg O	0.38
Ca O	0.80
Na ₂ O	4.07
K ₂ O	5.60
P ₂ O ₅	0.05
Glødetab	0.97

Sum 100.41

Som man af analysen vil se, er dette en eruptivbergartsammensætning. Bergarten maa være en granit, nærmest en alkali-kalkgranit, hvor kaligehalten er overveiende over natrongehalten.

En sammenligning med graniten fra Damsgaard viser en hel del forskjelligheder, som man delvis kunde slutte sig til af den mineralogiske sammensætning. Graniten fra Damsgaard er i det hele mere basisk end granitskiferen fra Fløifjeldet. Saaledes er Damsgaardsgranitens kiselsyre- og alkaligehalt lavere, medens gehalterne af Ti O₂, Fe₂ O₃, Fe O, Mg O og Ca O er høiere end i den her omtalte granitskifer. Al₂ O₃gehalten er derimod lavere end i granitskiferen. Som vi imidlertid saa den gang, da vi nærmere diskuterte Damsgaardsgranitens kemiske sammensætning, var dens Al₂ O₃gehalt overmaade lav, da en del Al₂ O₃ var erstattet af Fe₂ O₃. Den samlede gehalt af Al₂ O₃ og Fe₂ O₃ er derfor ogsaa, som man kunde vente, større hos Damsgaardsgraniten.

Som typer for bergarterne i denne zone vil jeg tage en granitskifer fra Fløiveien (2det sving fra Fløien) og en granitskifer fra Svartediget.

Granitskiferen fra Fløiveien er makroskopisk en graalig, nærmest finkornig bergart, der kan optræde med øiestruktur. Makroskopisk bestaar den af af sericit, biotit, rød feldspat og kvarts. Paa grund af temmelig betydelig glimmergehalt ser ikke bergarten ud til at være saa sur, som analysen viser, den er.

Under mikroskopet sees følgende mineraler:

Ortit.

Titanit, der optræder med tydelig krystalbegrænsning i tildels store individer.

Biotit, der paa enkelte steder er sterkt kloritiseret. Farven er lysgul — mosgrøn.

Muskovit og sericit.

Epidot findes som talrige smaa skarpt begrænsede individer inde i plagioklaserne, men kan ogsaa forekomme som større individer, der optræder uafhængig af feldspaterne.

Plagioklas optræder tildels i større individer, der maaske er oprindelige porfyriske indsprængninger, og gjerne er fuld af sekundære omvamlingsprodukter.

Mikroklin findes dels i selvstændige individer, dels optræder den sammen med ortoklas paa en saadan maade, at mikroklinen danner midtpartiet og ortoklasen randpartiet af individet.

Ortoklas i adskillig mængde.

Kvarts.

Nogen egentlig detritus findes ikke; men en opknusning har selvfølgelig fundet sted, saa at en hel del større individer er delt i mange smaa dele. Navnlige har kvartsen været udsat for en saadan opknusning, hvad der jo godt stemmer med dens forhold som det mindst modstandsdygtige element.

Granitskiferen ved Svartediget synes i flere henseender at afvige fra den her beskrevne type; men nogen væsentlig forskjel er der dog ikke. Begge er gode granitskifere, der delvis optræder med oiestruktur, idet den røde feldspat optræder som smaa linseformede individer i den mere finkornede, skifrige masse. Ligesom i granitskiferen fra Fløiveien kan man ogsaa her se, at der har fundet en opknusning sted, men denne opknusning er sterkere i Svartedigsbergarten. Af mineraler har jeg fundet: Apatit i afrundede korn, ortit, epidot, titanit med tydelig krystalbegrænsning, hornblende, biotit, sericit, klorit, kalkspat, plagioklas med tilspidsede og delvis udviskede lameller, ortoklas, mikroklin og kvarts. Vi finder her som nævnt blandt de mørke mineraler ringe mængder af en saftgrøn hornblende, som vistnok har optraadt i noget større mængde i den oprindelige bergart. Forøvrigt findes nogle faa individer af apatit, som mangler i bergarten fra Fløiveien, og desuden optræder der adskillig mere ortit ved Svartediget. Større makroskopiske ortiter har allerede dr. REUSCH tidligere paavist i denne bergart.

Under mikroskopet viser det sig, at ortiten ofte er omgivet af en brem af smaa epidotindivider. Bergarten synes at minde noget om Tørnebohms epidotgneise fra Wermland, men mangler granat og har forholdsvis lidet biotit og hornblende.

b. Verftets granitskiferzone.

Denne zone strækker sig langs sydvestskrånten af Nordnæshalvøen og har faaet sit navn efter strøget Verftet, for hvilket den danner underlaget. Maaske er bergarterne ved Seiersberget og Fløen at sætte i forbindelse med samme zone. Forøvrigt optræder ogsaa lignende bergarter i den allalinit- og hornblendeskiferzone, der fra Nordnes strækker sig indover mod byens mere centrale dele. Saaledes har jeg f. eks. paa toppen af Muralmendingen fundet en sterkt presset granitskifer med saa store mængder af sericit, at den ved første øiekast saa ud som en kvartssericitskifer; feltspatgehalten var imidlertid for høi til, at den kunde opfattes som saadan.

Bergarterne i Verftets zone viser sig noget forskjellig saavel med hensyn til struktur som sammensætning, og jeg vil derfor her beskrive et par af typerne, idet jeg under beskrivelsen stadig gaar fra n. v. mod s. ø.

Som første type tager jeg øiegranitskiferen fra strøget ved boderne yderst ude paa Nordnæs. Denne er en tyndskifrig, glimmerrig bergart, hvori sees talrige afrundede, „øieformede“ feldspater. Flere steder er feldspaterne baandformig anordnede.

Under mikroskopet sees saavel større som mindre mineralkorn, af hvilke de første kunde opfattes som oprindelig porfyriske indsprængninger.

Som større korn optræder plagioklas, mikroperthit, mikroklin, ortoklas og kvarts. Plagioklasen er ofte fuld af sekundære omvandlingsprodukter og har flere næsten udviskede tvillinglameller. Mikroperthiten er ganske fintraadig og viser et sted tydelig opknusning med detritus langs brudfladen. Kvartsen er adskillig opspaltet.

Foruden disse større individer haves talrige mindre, der danner ligesom en grundmasse for de store, og som maaske for en del er fremkomne ved nydannelser i en detritus. Disse mineraler skal jeg i al korthed beskrive.

Svovlkis optræder ofte med en rand af magnetit.

Zirkon.

Apatit.

Titanit i større grynede masser, der i lignende bergarter af COHEN er sammenlignet med en ansamling af insekteg. Jeg vil til denne sammenligning med en hob insekteg sige, at den forsaavidt er heldig som selve anhobningen ligner; men de enkelte titanitindivider er for polygonale og for ulige store til, at sammenligningen skal blive helt træffende.

Ortit optræder med en ydre rand af epidot. I enkelte tilfælde har jeg kunnet paavise, at epidoten er orienteret baade i optisk og krystallografisk henseende, saaledes som allerede tidligere fra andre steder er paavist af HOBBS, WILLIAMS og LACROIX. Et sted saaes et større korn af ortit at ligge inde i de grynede masser af titanit, hvori der laa et par smaa epidotkorn lige op til ortiten.

Epidot optræder ogsaa i talrige smaa, skarpt begrænsede krystaller inde i feldspaten (plagioklasen).

Hornblenden er sterk grøn, arfvedsonitisk og tildels med ganske tydelig poikilitisk struktur.

Biotit af mosgrøn farve optræder i striber sammen med hornblenden, der er det overveieende af de to mineraler.

Granat optræder delvis med tydelig krystalbegrænsning.

Endvidere findes talrige smaa korn af plagioklas, ortoklas og kvarts, der vistnok er dannet ved opknusning af andre og noget større individer. I flere tilfælde har rimeligvis ogsaa nydannelse fundet sted efter opknusningen.

Oiegranitskiferen fra vestsiden af Fredriksberg, der ligger i samme zone som den netop beskrevne bergart, har rødlige feldspat-oine, der optræder sparsommere end de hvidlige paa Nordnæs. Ved Fredriksberg optræder der ogsaa mere sericit i bergarten.

Man ser under mikroskopet straks en hel del større individer, der træder frem af en finkornig grundmasse. De større individer bestaar væsentlig af ortoklas, men enkelte individer er dog plagioklas. Begge viser sterke trykvirkninger. Ortoklasen er opspaltet og langs opspaltningsfladerne er afsat en lysere feldspatsubstans, formodentlig albit. Denne udskilning af albitsubstans er i enkelte individer mere regelmæssig, saa at man kan betegne individerne som mikroperthit. Maaske kunde det være heldigere at betegne dem overensstemmende med LEHMANN'S tidligere beskrivelser som faserige eller traadige feldspater. Selve betegnelsen er naturligvis en smags sag; kun maa man, hvis man bruger udtrykket mikroperthit, skarpt præcisere, at perthitstrukturen er tydelig sekundær, og at mikroperthiten er fremkommet paa ortoklasens bekostning ved, at dennes op-

rindelige albitgehalt er udskilt som tynde snore. Forøvrigt sees ogsaa andre trykvirkninger, plagioklasens tvillinglameller er delvis udviskede, og saavel ortoklas som plagioklas er opknust og optraeder med detritus eller nydannelser langs opspaltningssfladerne og langs sine ydre grænser.

Disse større individer optraeder i en finkornigere masse, som ialfald delvis maa opfattes som en detritus, hvori nydannelser har fundet sted. I denne sees følgende mineraler: ortit, titanit, epidot,

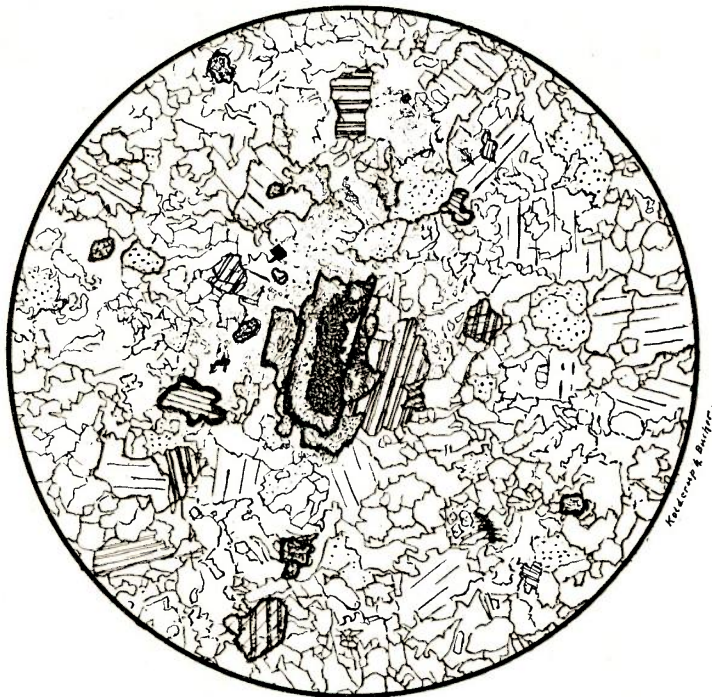


Fig. 16.

zoisit, biotit, muskovit, sericit, plagioklas, ortoklas og kvarts. Mineralsammensætningen er altsaa noget forskjellig fra Nordnæsbergartens, idet jeg ikke har fundet zirkon, apatit og hornblende i øiegranitskiferen fra Fredriksberg. Ved bergartens mineralogiske sammensætning er forøvrigt at merke, at epidoten forekommer som talrige, lysegule individer, der baade med hensyn til størrelse og optræden er at opfatte som equivalent til biotiten og hornblendens i bergarten fra Nordnæs.

Jeg har fra Verftets zone bl. a. ogsaa undersøgt en granit-

skifer fra Munkebæksmuget. Denne ligner makroskopisk bergarten fra Fredriksberg, men mangler dens røde øine. Ogsaa mikroskopisk kan den næsten betegnes som identisk med denne bergart. Fig. 16 viser os denne bergarts struktur. Individet i midten er ortit med rand af epidot. De to individer med den sterke begrænsning og de fine parallelle linier (spalterids) er biotit. Individerne med de parallelle striber (tvillinglameller) er plagioklas, og de med hinkrydsende striber og linier (tvillingglameller og spalterids er kalkspat. Det øvrige materiale, hvis grænser paa tegningen kun er fint optrukne, bestaar af opknust ortoklas og kvarts. I de nogenlunde store individer, hvis karakter let kan bestemmes, har jeg for at betegne ortoklaserne indtegnet de uregelmæssige spalterids og for at betegne kvartsen antydnet indeslutningerne ved punkter.

c. Museets øiegranitskiferzone.

Denne zone strækker sig fra Jægtevigen i n. v. forbi museet og derfra videre mod s. ø., indtil den tilslut taber sig for iagttageren under de løse masser paa Nygaardshalvøen. Da bergarten i sin mest typiske udvikling danner undergrunden for Bergens museum, og jeg her under tilbygningen af museets to fløie har havt den bedste anledning til at studere den, har jeg opkaldt zonen efter museet, der jo ogsaa ligger saa nogenlunde centralt i zonen. Øiegranitskiferen ved museet er makroskopisk en graalig, finkornig bergart med talrige røde feldspatoine. Varieteterne fra FASTINGS minde afviger lidt fra denne hovedtype ved at være næsten tyndskifrige; men det er en gradforskjel og ingen væsensforskjel. Bergarter af samme type findes ogsaa som linseformige masser af mindre udstrækning i Möhlenpris' glimmerskifere og viser sig da som oftest foldet med disse. Ja først gjennem foldningen af de i glimmerskiferne optrædende granit- og øiegranitskifere kan man bedre forstaa foldningen i det hele. I museets mineralogisk-geologiske samling findes flere store skuestykker, der viser en prægtig foldning. Angaaende flere af disse bergarter maa jeg dog sige, at man ikke med sikkerhed kan afgjøre, om de virkelig er sedimentære eller eruptive. Nogen brudstykkestruktur kan ingen steder paavises, men jeg vil dog ikke udelukke den mulighed, at vi ogsaa her i Bergen sammen med den lyse sparagmit kunde have sterkt pressede øiegneise, der f. eks. svarede til de af BJØRLYKKE fra det

østenfjeldske beskrevne (jfr. K. O. BJØRLYKKE: „Om øiegneisen i Formokampen, Gudbrandsdalen“). De fleste tror jeg dog, maa kunne betegnes som grauit- og øiegranitskifere. Ligheden med de sikre granitskifere fra Fløifjeldet er altfor slaaende, og sammensætningen af bergarten fra museet er ogsaa en tydelig granitsammensætning, saaledes som det vil fremgaa af følgende analyse:

Si O ₂	69.59
Ti O ₂	0.44
Al ₂ O ₃	14.22
Fe ₂ O ₃	3.66
Fe O	0.59
Mn O	Spor
Mg O	0.69
Ca O	1.38
Na ₂ O	3.60
K ₂ O	5.39
H ₂ O	0.86
P ₂ O ₅	0.16

Sum 100.58

Som det vil sees af en sammenligning med analysen af granitskiferen fra Fløifjeldet er museets øiegranitskifer noget mere basisk. Den største forskjel er der mellem gehalterne af jernoxyd og kisel-syre, hvor differencen beløber sig til ca. 2 %, for de andre gehalters vedkommende er differencen langt mindre.

Ved mikroskopisk undersøgelse af museets øiegranitskifer viste de porfyriske individer sig at bestaa af mikroklin, ortoklas, mikroperthit og plagioklas. Den sidste havde ganske smaa udslukningsvinkler og var sandsynligvis oligoklas. Mikroperthitstrukturen er maaske sekundær.

Grundmassen synes væsentlig at bestaa af feldspat (ortoklas og plagioklas); men desuden optræder ogsaa adskillig kvarts, der viser alle grader af opknusning. Af andre mineraler sees magnetit, titanit, biotit og epidot. Titaniten optræder i store, tildels krystallografisk begrænsede individer. Biotiten, der er delvis kloritiseret, har i frisk tilstand samme farve som biotiterne i disse bergarter forøvrigt (lys straa gul—mørk grøn). Epidot optræder sammen med biotit som mindre striber i den lysere masse af feldspat og kvarts. Den maade, hvorpaa de optræder sammen, synes at berette den formodning, at biotiten enten er omvandlet til

epidot, eller at epidoten maaske skulde være fremkommen ved omvandling af en hornblende, som maaske ogsaa kunde have afgivet stoffet til biotiten. Som tidligere paavist har vi jo lignende forhold i Verftets granitskiferzone.

d. Møhlenpris' zone af øiegranitskifere.

er den mindste af de her nævnte zoner og frembyder i det hele, efter at de andre zoner er beskrevne, ikke noget nyt. Vi har i nærheden af den biologiske station typer, som fuldstændig minder om museets bergart, andre steder findes nogle afvigelser. Øiegranitskiferen ved Strømbroen er en graalig, paa tverbrud næsten felsitisk bergart med endel hvide uregelmæssige indsprængninger af feldspat. Under mikroskopet sees: svovlkis, ortit, epidot og zoisit (ofte i rader vekslende med de lyse mineraler), biotit, granat med tydelig krystalbegrænsning, feldspat (ortoklas, plagioklas) og kvarts. Feldspaterne danner dels større dels mindre individer med de forskjelligste trykvirkninger.

Hornblendeskifere med mere eller mindre skifrige saussuritgabbroer.

De her nævnte bergarter optræder, som det vil sees af kartet, væsentlig i de midtre dele af byomraadet, idet de strækker sig fra Nordnæs i n.v. og til Ulrikken i s.ø. Desuden optræder de ogsaa som ellipsoidiske masser indsprængt i Møhlenpris' glimmerskiferzone. Bergarterne er efter min formening samtlige af eruptiv oprindelse, men saa sterkt omvandlede og pressede, at man af deres skifrighed kunde lade sig forlede til at tro, at man stod overfor lagdelte bergarter. Saadanne findes ogsaa indpresset i den heromhandlede zone paa flere steder f. eks. paa Kalfaret, hvor deres identitet med glimmerskifrene fra Møhlenpris er let at fastslaa. Disse bergenske glimmerskifre kan imidlertid flere steder føre ikke saa smaa mængder af hornblende, og det kan da ofte hænde, at grænsen mellem de oprindelig sedimentære, hornblenderige glimmerskifere og de oprindelig eruptive allalinit- og hornblendeskifere er vanskelig at trække absolut nøiagtig.

Bergarterne i den omtalte zone er af tidligere forfattere betegnet som hornblendeskifere og kloritiske skifere. Dr. REUSCH

har paapeget „dioritisk bergart“ deri. Denne saakaldte dioritiske bergart viser sig ved nærmere undersøgelse enten at være en saussuritgabbro eller i de fleste tilfælde en saakaldt allalinitiskifer. Ved den sidste betegnelse forstaaes da i overensstemmelse med ROSENBUSCHS nomenklatur mere eller mindre tyndskifrige saussuritgabbroer, der altsaa staar i det samme forhold til saussuritgabbro, som granitiskifer til granit. Mellem de egentlige saussuritgabbroer, der trods sin omvandling dog saa nogenlunde har beholdt den oprindelige gabbrostruktur, og allalinitiskiferne staar saa flasersaussuritgabbroerne eller flaserallaliniterne. Som bekjendt har ROSENBUSCH i sin „Elemente der Gesteinslehre“ for de pressede varieteter kun benyttet betegnelserne flaserallalinit og allalinitiskifere. Jeg tror, det i denne tid, hvor petrografen overfyldes med nye navne, vil være af særlig interesse at benytte de gamle navne i den udstrækning, som det kan forsvares. Saussuritgabbro er et gammelt og megetsigende navn, allalinit siger langt mindre. Skulde det ikke da for de pressede varieteter være vel saa heldigt at anvende betegnelserne flaser-saussuritgabbro og saussuritgabbroskifer?

De egentlige saussuritgabbroer og flasersaussuritgabbroer optræder i denne zone ganske lokalt, og der kunde derfor maaske gives dem, der vilde opfatte disse lokalt optrædende masser som fremmede indpressede partier i de mere eller mindre hornblenderige skifere, der maa opfattes som hovedbergarten. Undersøgelserne i feltet viser imidlertid, at en saadan opfatning er ugrundet, idet samtlige typer ved overgange er forbundne med hinanden. Det samme viser ogsaa de kemiske og petrografiske undersøgelser.

Hvad der ofte bevirker den største forskjel, er strukturforholdene. Vi har, som jeg allerede har antydnet, endel typer, som man virkelig kan betegne som saussuritgabbroer, og som er saapas lidet berørt af trykket, at man kan se den oprindelige gabbrostruktur, idet hornblenderne, der formodentlig er dannet ved omvandling af diallag, endnu har bevaret sin oprindelige begrænsning, medens derimod feldspatindividernes konturer paa grund af dannelsen af de talrige zoisitindivider kan være vanskeligere, ja i flere tilfælde næsten umulig at forfølge. I flasersaussuritgabbroerne og beslegtede typer af saussuritgabbroskiferne sees hornblendeindividerne opløst i kanterne, og vi staar her overfor den begyndende omvandling ved tryk, der resulterer i en mere eller mindre tyndskifrig saussuritgabbroskifer med vekslende striber af lyse og mørke mineraler. Forskjellen mellem disse skifrige bergarter og hornblendeskiferne er ikke

stor. Vi finder i de i Bergensomraadet optrædende hornblendeskifere altid noget zoisit, og ved tiltagende gehalt af zoisit gaar disse skifere over i saussuritgabbroskifere.

Angaaende selve saussuritiseringsprocessen er jeg af samme opfatning som TEALL, BONNEY, MAC MAHON o. a.; jeg hævder nemlig, at denne ikke kan have noget med trykket at gjøre. Trykket har bevirket den flasrige og skifrige struktur, men har ellers neppe havt nogen indflydelse. Et talende bevis herfor er, at vi finder forholdsvis mest feldspat i de mest skifrige bergarter, som f. eks. flere af hornblendeskiferne. Dette burde jo ikke have været tilfældet, hvis saussuritiseringsprocessens intensitet skulde øges proportionalt med trykket.

Som af det ovenfor udviklede fremgaar, maa bergarterne i den heromtalte zone paa grund af de mange gradvise overgange betragtes som et genetisk hele, og jeg mener, at jeg ikke tager fejl, naar jeg forfægter, at en gabbro maa være moderbergarten; saavel mineralsammensætningen som strukturen, hvor denne er bleven upaavirket af trykket, synes at tale herfor. For imidlertid at levere ogsaa det kemiske bevis for denne min opfatning, har jeg ladet udføre to analyser af disse bergarter. Den første er af en saussuritgabbroskifer (allalinitiskifer), der staar paa overgangen til flaser-saussuritgabbroerne. Til sammenligning har jeg hosføiet en analyse af en af de egte allalinitiskifere fra Allalin i Wallis. Som vi ser er overensstemmelserne saa betydelige, at vi skjønner, det maa være samme type.

	I	II
Si O ₂	47.03	46.34
Ti O ₂	0.49	—
Al ₂ O ₃	16.34	16.75
Fe ₂ O ₃	4.01	4.93
Fe O	5.04	5.49
Mn O	Spor	Spor
Mg O	9.50	8.04
Ca O	13.09	10.96
Na ₂ O	2.70	3.63
K ₂ O	0.19	0.75
P ₂ O ₅	Spor	—
CO ₂	0.49	—
Glødetab	1.99	3.25
Sum	100.87	100.14

- I. Allalinitiskifer, Møhlenpris, Bergen.
 II. — Allalin, Wallis.

Naar undtages kalkgehalterne, naar aldrig differenserne 1 %. Kalkgehalten er derimod 2.13 % høiere i bergarten fra Møhlenpris end fra Allalin. Denne forskjel formindskes dog, naar man fra Møhlenprisbergarten regner endel kalk, der indgaar i sekundær kalkspat.

$$\text{CaO} \dots\dots\dots = 0.62 \%$$

$$\text{C O}_2 \dots\dots\dots = 0.49 \%$$

$$\text{Ca CO}_3 \dots\dots\dots = 1.11 \%$$

Samtidig som kalkgehalten er høiere, er, som rimeligt kan være, natron- og kaligehalten noget lavere end hos bergarten fra Allalin. Men i det hele taget er overensstemmelserne som allerede før bemærket store. Jeg har forresten ikke tvilet noget videre paa, at jeg nok skulde faa alle dem, der kjendte saussuritgabbroerne, med paa at anerkjende de netop nævnte bergarter som sterkt omvandlede eruptiver. Derimod vil vel endel stille sig skeptisk ligeoverfor hornblendeskifrenes genetiske forbindelse med saussuritgabbroerne og saussuritgabbroskiferne, særlig da der imellem hornblendeskiferne ofte findes kvartsaarer, der minder om kvartslagene hos glimmerskiferne. For dem, der er blevne fortrolige med den sterke oppresning af bergarterne i Bergensfeltet, og har seet, hvorledes kiselystreopløsninger er sivet ind overalt, tror jeg dog ikke, tvilene vil være saa store. Jeg vil bede de tvilende tage sig en tur op i de bratte fjeldvægge ø. f. Langevandet og betragte graniten, der her kommer lige over den kvartsrige gneis, og bede dem se, hvorledes den er bleven oppresset parallel grænseffaden, og hvorledes der mellem de oppressede partier er udskilt kvarts som aarer. Naar man ser dette paa nogen afstand, skulde man tro, at man stod overfor en lagdelt bergart, en vildfarelse, som man med lethed kan overbevise sig om ved nærmere undersøgelse. Jeg mener altsaa, at der intet skulde være til hinder for at opfatte ialfald størstedelen af de netop behandlede bergarter som regionalmetamorfe produkter af gabbrofamiliens dybbergarter; men vil selvfølgelig ikke benægte, at der indimellem glimmerskiferne kunde være mindre partier, som kanske kunde opfattes som dagbergarter eller tuffe. Dog vil jeg gjøre opmærksom paa det faktum, at jeg ingensteder har kunnet se nogen tuf eller brecciestruktur. Det skal imidlertid indrømmes, at en saadan primær struktur paa grund af de betydelige

trykvirkninger kunde være fuldstændig udvisket. Men selv om det ikke kan afgjøres, om enkelte af disse bergarter er dagbergarter, er man dog berettiget til at slaa fast, at alle de heromhandlede bergarter er af eruptiv oprindelse.

Ogsaa af en af hornblendeskiferne har jeg ved dr. REUSCHS velvilje faaet en analyse. Jeg hidsætter denne analyse, der, ligesom de øvrige i denne afhandling, er udført af dr. HEIDENREICH, tidligere amanuensis ved Kristiania universitets metallurgiske laboratorium, og hosføier for sammenligningens skyld en analyse af en saussuritgabbro fra Neurode i Schlesien. Hornblendeskiferen fra Bradbænken fører foruden hornblende, der er det fuldstændig overveiende mineral, ogsaa feldspat, lidt zoisit og epidot.

	I	II
Si O ₂	49.90	49.73
Ti O ₂	1.84	—
Al ₂ O ₃	14.06	13.07
Fe ₂ O ₃	4.32	14.08 } 15.35
Fe O	9.76	
Mn O	Spor	—
Mg O	5.64	6.77
Ca O	10.03	10.24
Na ₂ O	3.39	3.23
K ₂ O	0.25	0.55
P ₂ O ₅	0.16	—
Glødetab.....	1.12	0.82
	Sum 100.47	99.76

I. Hornblendeskifer, Bradbænken, Bergen.

II. Saussuritgabbro, Neurode, Schlesien.

Som vi ser, er forskjellighederne ikke saa store. Kun for tre gehaltens vedkommende naar differensen op til 1 %. Vi ser saaledes, at gehalten af Fe O + Fe₂ O₃ i I. er noget over 1 % større i saussuritgabbroen, men dette opveies maaske ved, at titansyregehalten i hornblendeskiferen er 1.84 %. I saussuritgabbroen er endvidere Al₂ O₃ gehalten omtrent 1 % lavere og Mg O gehalten omvendt 1 % høiere end i hornblendeskiferen; forøvrigt er, som man vil se, differenserne meget smaa.

I mineralogisk henseende viser de omhandlede bergarter sig ganske enkelt og ensartet sammensatte. De optrædende mineraler er:

Rutil i smaa krystaller, ofte inde i hornblenderne.

Titanit, der efter form og udseende at dømme maa være omvandlingsprodukt af titanjern.

Hornblenden, der overalt optræder som et af hovedminerallerne, synes at være af noget forskjellig karakter i de forskjellige typer, navnlig synes pleochroismen at være forskjellig. Enkelte lysegrønne individer er saaledes ikke pleochroitiske, andre viser sterk pleochroisme (lys gul—grønblaa). Hornblenderne optræder dels i større selvstændige individer, dels i aggregater. De større individer viser sig tydelig omdannede af diallag; ofte er de opflaset i kanterne.

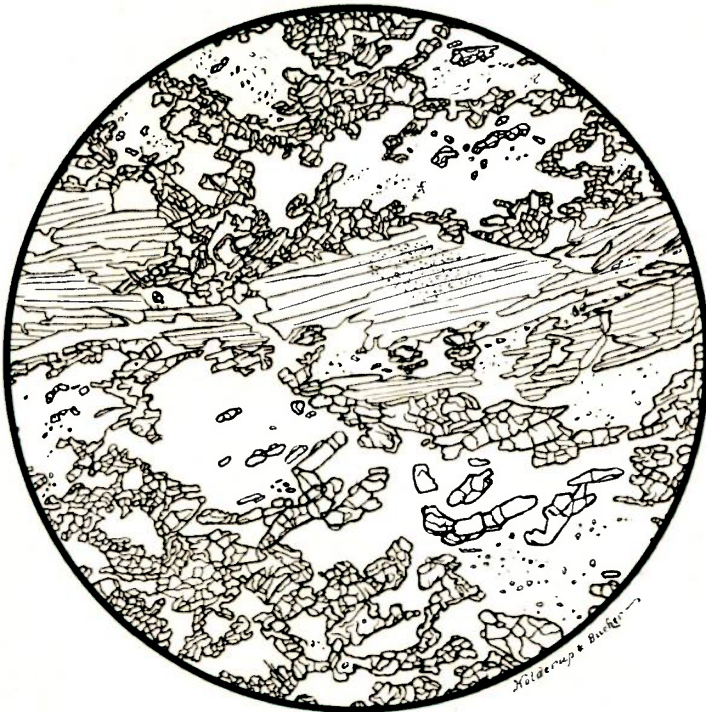


Fig. 17.

Epidot i stengler.

Zoisit optræder ligesom foregaaende i stengler og maa sammen med hornblenden gennemgaaende opfattes som hovedminerallerne. I enkelte tilfælde har vi rene zoisithornblendeskifere med forsvindende mængder af andre mineraler.

Plagioklasen er vistnok altid af sur konsistens (omtr. albit).

I flere preparater sees feldspat uden tvillinglameller; men det er vel spørgsmaal, om ikke denne ogsaa er en plagioklas. I enkelte tilfælde er plagioklasen opknust, i andre optræder den som smaa klare korn.

Kvarts findes i ringe mængder og optræder i faa typer af de herhenhørende bergarter.

Kalkspat forekommer som sekundær udfyldning af smaa hulrum i flere af de sterkt pressede bergarter.

Den specifikke vegt af en saussuritgabbroskifer fra Møhlenpris-zonen er bestemt til 3.01.

Strukturforholdene er allerede berørt tidligere, da den genetiske sammenhæng mellem de forskellige typer paavistes. For at give et indtryk af strukturen i en af disse bergarter har jeg i fig. 17 ladet afbilde et mikroskopisk præparat af en saussuritgabbroskifer fra Møhlenpris. De store individer, der strækker sig som en sammenhængende række tvært over præparatet, er hornblende, de smaa, oftest stengelformede individer er zoizit, og den lysere grundmasse bestaar af kvarts og feldspat.

Jeg har her i al korthed behandlet de netop omtalte bergarter. Der kunde imidlertid være en del spørgsmaal ved selve saussuritiseringen, som jeg kunde ønske at gaa nærmere ind paa; men jeg faar maaske anledning til at behandle disse mere indgaaende i en større afhandling (Die Labradorfelse des westlichen Norwegens II.)

Glimmerskifere.

Som det sees af kartet, optræder glimmerskiferne væsentlig i to zoner, en der danner underlaget for største delen af Møhlenpris og derfra fortsætter i sydøstlig retning mod Kronstad og Hauke-land, og en anden der danner undergrunden for Sverresborg og dele af den saakaldte Tamburengen. Desuden findes partier af denne bergart indpresset i hornblende-saussuritgabbroskiferzonen.

a. Møhlenpris glimmerskiferzone.

Under denne betegnelse har jeg sammenfattet det kompleks af glimmerskifere, der ligger mellem Puddefjorden og den paa kartet sterkt fremtrædende zone af øiegranitskifer, der strækker sig fra Jægtevigen over museet til henimod Lungegaardsvandet. Zonen er ved et belte af øiegranitskifer (øiegneis) delt i to og er over større

strækninger opfyldt af skifrige saussuritgabbroer, hornblendeskifere og øiegranitskifere. Denne glimmerskiferzone fortsætter i trakterne s. f. Store Lungegaardsvand. Bergarten er, hvor den optræder typisk, som f. eks. i den lille ryg paa sydvestsiden af museet, forsynet med saa talrige kvartslinser og kvartsliefer, at den paa afstand minder om flere af kalknollelagene i etage 4 i Kristiania. En lignende udvikling har ogsaa været at se i snittene sydligst paa Møhlenpris; men disse er desværre ved byggearbejder delvis ødelagte. At disse lagrækker engang har bestaaet af skifer og kalk, anser jeg for sandsynligt. Senere er saa kalken opløst og fort bort, og opløsninger med kiseltsyre er sivet ind. Lignende udvikling synes man at kunne spore i lerglimmerskiferzonerne i trakterne Ulven—Os, hvor dog kalken, omvandlet til marmor, har holdt sig langt bedre end i Bergen. Dog kan man ogsaa her flere steder se rester af marmor; professor MOHN fandt saaledes i sin tid et marmorleie paa Nygaard, hvor det dog siden er overbygget af et hus. Ligesaa finder man ogsaa i fortsættelsen af skiferne ved Tveteraas, Hop og paa Marmorøen større indleiringer af marmor. Alderen af lerglimmer- og glimmerskiferne i strøget Ulven—Os og i det hele i den ydre bue af Bergenshalvøens skifere (jfr. de geologiske rektangelkarter Bergen og Haus) har dr. REUSCH fastslaaet i sit epokegjørende arbejde: „Silurfossiler og pressede konglomerater i bergensskifrene“. Skiferne tilhører øverste del af under- og underste del af oversilur. At den samme zone fortsætter over paa Osterøen, har man længe vidst, og ved befaringer af strøget Ulven—Os, Samnanger og Osterøen har jeg ment at kunne paavise et sammenhængende orienterende niveau (jfr. CARL FRED. KOLDERUP: „Et orienterende niveau i bergensskifrene“) i denne lagrække, som sikkert maa være af silurisk alder. Jo længere nord man kommer i den ydre bue desto mere vales den ud, og desto mere omvandlet synes dens bergarter at være. Oppe ved Fotlandsvaagen nordligst paa Osterøen, hvor lagrækken er saa sterkt sammenpresset, at dens mægtighed kun er $\frac{1}{3}$ af, hvad den er ved Os, har vi netop bergarter, der minder saa sterkt om de kvartsførende glimmerskifere i den indre skiferbue ved Bergen, at jeg ved notiser i min dagbog noterte om glimmerskiferen ved Fotland, at den var af typus „Museehaugens glimmerskifer“. Jeg har maattet gaa saapas noie ind paa disse forhold for at klargjøre berettigelsen af min opfatning af Møhlenpris' glimmerskiferzone. Jeg opfatter nemlig denne saavel som Sverresborgs glimmerskiferzone som regionalmetamorfe omvandlings-

produkter af siluriske skifere og kalkstenslag, hvor lagrækkens kalk er næsten fuldstændig bortført og erstattet af kiseltsyre. Nærmere tror jeg ikke, at man for tiden kan komme med forsøg paa aldersbestemmelse. Vilde man gaa saa langt som til at udpege et bestemt niveau inden silursystemet, fik man først fremfinde fossiler. Saadanne foreligger imidlertid ikke og vil kanske heller aldrig findes i denne zone, hvor bergarterne er saa sterkt omvandlede. Jeg har selv søgt meget flittig i de forskjellige brud inden byområdet og endvidere i dette øjemed undersøgt de glinsende, mere fyllitiske bergarter ved Nestun, hvor den petrografiske overensstemmelse med flere af lerglimmerskifertyperne i strøget Ulven—Os er paafaldende; — men altid forgjæves. Trods alle forsøg hidtil er mislykket, anser jeg det dog ikke udenfor mulighedens grænse, at der ved Nestun ved en heldig omstændighed kunde fremfindes endel fossilerester, der tydeligere end alle analogislutninger kunde bevise de egentlige bergensskiferes siluriske alder og maaske give os et fingerpeg om, hvor deres plads i etagerne skulde være at søge.

Hvad mineralsammensætningen angaar, maa det bemerkes, at glimmer, dels mørk, dels lys, samt kvarts, er at opfatte som hovedminerallerne. Men desuden findes der, saaledes som saa ofte i glimmerskiferne, adskillig hornblende og feldspat samt kalkspat, zoisit og rutil. Disse andre mineraler, der ikke træder saa sterkt frem i haandstykket, er tilstede i saa store mængder, at man i præparater lodret paa skifrihedsretningen kan finde, at det er dem, der har overvegt. I saadanne præparater viser glimmeren sig ofte bare som endel brune skjæl eller flekker. Kvartsen optræder oftest som større eller mindre korn, der gjerne er samlede til knoldformede aggregater; men kvartsen kan ogsaa optræde i tyndere eller tykkere lag. Nogen større petrografisk interesse knytter der sig ikke til disse glimmerskifere. I enkelte tilfælde kan hornblendegehalten blive saapas betydelig, at vi faar en slags overgang til de sammen med disse bergarter optrædende hornblende- og allalinit-skifere. Dette kunde lede tanken hen paa, at endel af disse var oprindelige vulkanske tuffe, hvis materiale blev blandet med det ler og mudder, der afsattes paa datidens havbund. Noget nærmere bevis for, at saa har været tilfælde, har vi dog ikke.

b. Sverresborgs glimmerskiferzone.

Denne zone er i alt væsentligt overensstemmende med foregaaende. Udbredelsen sees af kartet.

Kvartsskifere, kvartssericitskifere og kvartsrige gneise.

Disse bergarter, der efter min formening er meget nærbeslegtede, optræder paa kartet i 3 forskjellige zoner, som jeg vil betegne som

- a. Dragefjeldets kvartssericitskifere,
- b. Rothaugens kvarts- og kvartssericitskifere med tilhørende sterkt udvalgede konglomerater,
- c. Storevandets lagserie af kvartsrige gneise og kvartssericitskifere, hvori underordnede lag af sterkt udvalgede konglomerater.

a. Dragefjeldets kvartssericitskifere.

Dragefjeldets bergarter er alle mere eller mindre rige paa sericit; ja i enkelte tilfælde, navnlig i de undre, sydvestlige lag, er sericit det overveiende mineral, saa at man her næsten kan fristes til at tale om kvartsrige sericitskifere. Under mikroskopet viser bergarten sig at bestaa af følgende mineraler:

Zirkon	}	i smaa mængder
Titanit		
Magnetit		
Epidot		
Zoisit		

Biotit, der er grønlig og har endel kloritiske omvandlingsprodukter.

Sericit. Dette mineral er tidligere bleven opfattet som talk, men da det har alle sericitens egenskaber, maa det nu ogsaa blive at betegne som sericit. At sericiten er et nydannet mineral, dannet ved presset, fremgaar af alt, og om det oprindelige minerals natur har jeg ikke troet, der kan være stor dissens. Det maa have været feldspat, der har leveret materialet til sericiten.

Plagioklas i ganske faa individer.

Ortoklas, der under skjæv belysning skiller sig godt ud fra kvarts.

Kvarts, der ialmindelighed er hovedmineralet.

Kalkspat.

Bergarten har en vakker trykstruktur.

Angaaende bergartens oprindelse vil jeg udtale som min formodning, at den er fremkommen ved omvandling af en feldspatførende sandsten — en sparagmit. Denne min opfatning, der for-

øvrigt er flere aar gammel, har jeg faaet yderligere bekræftet ved sammenligninger med det vestlige og centrale Norges sparagmiter, navnlig ved en eksursion i trakterne omkring Sjøa i Gudbrandsdalen, som jeg foretog sammen med min ven BJØRLYKKE, og under to eksursioner til Gravehalsen i somrene 1896 og 1898. Geologerne BJØRLYKKE og ØYEN, som er vel bevandrede i Ostlandets sparagmitfelter, har ogsaa ved besøg paa stedet udtalt sig enig i, at bergarten ligner flere af sparagmiterne østerpaa. Under et ophold i Kristiania vinteren 1897—98 havde jeg anledning til at konferere med professor BRØGGER om bergartens mikroskopiske udseende, og heller ikke han mente, at der kunde være noget at anvende mod antagelsen om, at bergarten var en omvandet sparagmit.

Der kunde vistnok være andre og mere nærliggende bergarter, som man kunde sammenligne den heromhandlede hvartssericitskifer med, nemlig den saakaldte kvartsitiske sandsten med kvartsitkonglomerat, som dr. REUSCH har beskrevet fra trakterne omkring Ulven (jfr. HANS H. REUSCH: Silurfossiler og pressede konglomerater i Bergensskifrene pag. 41 ff.). Desværre har jeg selv ikke kunnet faa tid at undersøge denne zone noget mere indgaaende, saa jeg kan udtale nogen bestemt formodning om, hvor stor eller liden lighed der kan være mellem de hernaevnte bergarter. Efter det indtryk, jeg fik af bergarten, saaledes som den optræder nær Ulven station, skulde jeg nærmest være tilbøielig til i petrografisk henseende at parallelisere den med de mere kvartsrige typer i Rothaugen og trakterne sø. for denne. Dog synes bergarterne ved Ulven, saaledes som det i det hele er tilfældet med denne ydre zone af bergensskiferne, at være mindre presset end de kvartsrige bergarter i trakterne i og ved selve Bergen.

Om alderen er det vanskeligt at udtale sig. Skulde kvartssericitskiferen virkelig blive at parallelisere med høifjeldets lyse sparagmit, vil der naturligvis blive lige saa forskellige opfatninger angaaende hins som dennes alder. Sandstenen ved Ulven tilhører vel formodentlig nogenlunde samme tid som de tilstødende bergarter d. v. s. mellemsilur, omend ikke den mulighed er udelukket, at den kan være en adskillig ældre bergart, der er presset ind mellem yngre lag.

b. Rothaugens kvarts- og kvartssericitskifere med tilhørende udvalgte konglomerater.

Rothaugens bergarter er tidligere betegnede som kvartsskifere; men det vil ved nærmere eftersyn vise sig, at det kun er for en-

kelte dele af denne zone, at betegnelsen kvartsskifer kan oprettholdes; flere af lagene saavel i zonens vestre som østre del maa betegnes som gode kvartssericitskifere.

I et præparat af en prøve fra Rothaugens østlige del saaes uden krydsende nicoller nogle faa ertskorn, endel gulagtige epidotkorn samt en betydelig mængde lys glimmer, der laa i en farveløs masse, som ved krydsning af nicollerne viste sig at bestaa af plagioklas, ortoklas og kvarts. Plagioklasen havde som sedvanlig hos saa pressede bergarter delvis udviskede lameller, og samtlige mineraler viste tegn paa sterk opknusning; særlig var kvartsen paa sine steder fuldstændig opknust. Medens det for de tidligere i Norges geologiske undersøgelse opbevarede præparaters vedkommende kunde være tvilsomt, om virkelig en sparagmit kunde være moderbergarten, mener jeg, at den høie feldspatgehalt i det heromtalte præparat afgjort taler til fordel for en saadan antagelse. Ogsaa mikroklin findes der lidt af i dette præparat. Mikroskopisk ser bergarten ud som en lys graalig kvartsskifer.

I et præparat af en bergart fra Rothaugens vestlige del saaes de samme mineraler som i foregaaende; kun optraadte her kloritiske omvandlingsprodukter, der pleier at ledsage sericitbaandene i rigelig mængde. Sericitgehalten er adskillig større end i foregaaende bergart, og man ser ogsaa, hvorledes sericiten i den graalige bergart snor sig omkring kvarts og feldspatkornene, saa der fremkommer en smaabølget overflade. Af lyse mineraler sees plagioklas, ortoklas, kvarts og kalkspat.

I kvartsskifer fra Fjeldveien sees de samme mineraler som ellers i de heromhandlede bergarter; men kvartsen er her det fuldstændig overveiende mineral. Ortoklas og plagioklas, den sidste med knækkede lameller, er dog sikkert paaviste. Bergarten viser navnlig for kvartsens vedkommende en smuk trykstruktur, der vil kunne sees af fig. 18. De sterkt markerte individer her er serisit, det øvrige bestaar af kvarts og lidt feldspat.

Oppe ved Fjeldveien findes som af dr. REUSCH paavist og allerede tidligere beskrevet et konglomerat med rullestene af forskellige graniter og gneise, der ligger i en grundmasse, der er betegnet som kvarts- og kloritrig glimmerskifer. Ved mikroskopisk undersøgelse af denne bergart, som jeg kun vil betegne som kvartsrig glimmerskifer, har jeg fundet følgende mineraler:

Svovlkis.

Apatit i forholdsvis store, klumpformede individer.

Biotit i rigelig mængde.

Klorit som omvandlingsprodukt efter foregaaende.

Zoisit.

Andalusit (?)

Plagioklas med næsten udviskede lameller og kvartsens lyse farver, saa den ved første øiekast ser ud som kvarts.

Ortoklasen er ligesom kvartsen opfyldt af et mørkt stof. Den er sterkt presset, saa at den faar en slags undulerende udslukning.

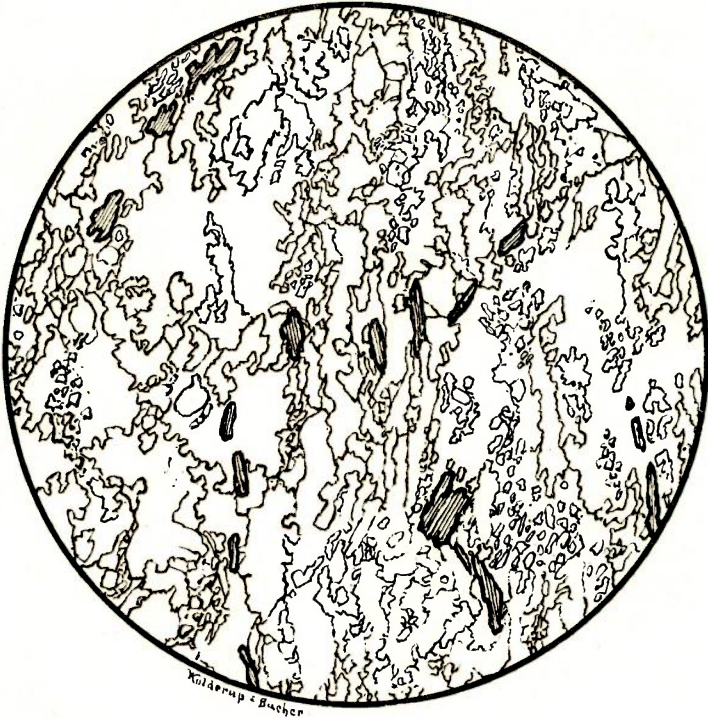


Fig. 18.

og ofte ser man ogsaa, at den er adskillig opknust. Den er tilstede i saa rigelig mængde, at man kunde fristes til at betegne bergarten som en gneis. Kvartsen er ofte opdelt i parallelle felter, der slukker forskjellig ud og ser ud som en slags falsk tvillinglamellering. Ofte er ogsaa kvartsen tydelig opknust, og der kan i det opknuste materiale være foregaaet en nydannelse af kvarts.

Det er vel rimeligt, at denne bergart maa staa i en slags genetisk forbindelse med hovedbergarterne i Rothaugen.

c. Storevandets lagserie af kvartsrige gneise og kvartssericitskifere.

Bergarterne i denne lagrække er noget forskellige m. h. t. udseende. Enkelte kan nok betegnes som kvartsrige gneise, andre ser nærmest ud som kvartsskifere, og i atter andre er sericitgehalter bleven saa betydelig, at de nærmest maa betegnes som kvartssericitskifere. I disse kan der da optræde lignende kvartsknoller, som i kvartssericitskiferne i Rothaugen, ja endogsaa knoller af granitisk materiale er iagttaget (Søndre Blaamandsvand).

Jeg har undersøgt en af bergarterne nordligst i det heromhandlede strøg, en tyndskifrig, lys bergart fra fjeldryggen mellem Munkebotvandet og Storevandet under mikroskopet. Nydannelserne viser sig at have været betydelige, og bergarten giver derfor ved første øiekast ikke indtryk af sterk trykomvandling. Ser man noget nøiere efter, finder man de kjendte trykfænomener: undulerende udslukning, bøiede lameller, detritus osv.; men sammenlignet med trykfænomenerne i den tilstødende granit, bliver disse dog langt mindre fremtrædende. Af mineraler saaes: Sericit, muskovit, ortoklas og kvarts.

Flere sericit- og muskovitindivider var meget bøiede og viste undulerende udslukning. Ortoklas og kvarts udgjorde hovedmassen.

Plagioklas med smaa udslukningsvinkler forekommer, men i forholdsvis ringe mængde.

Uagtet glimmergehalten ikke er meget betydelig, kan man dog se en tydelig parallelanordning af bestanddelene.

At denne bergart ligesom bergarterne fra Dragefjeldet og Rothaugen kan opfattes som pressede sparagmiter, tror jeg ikke der kan være noget til hinder for. Jeg har tidligere drøftet dette spørgsmaal om de herhenhørende bergarters genesis mere indgaaende ved behandlingen af Dragefjeldets kvartssericitskifere og skal her kun gjøre opmærksom paa den ydre lighed mellem de to zoners bergarter.

At opfatte Storevandens zonen bergarter som granitskifere, der kunde staa i et slags genetisk forhold til den omgivende granit, er der efter min mening ikke nogen opfordring til. Bergarten ligner paa flere steder paafaldende tilsvarende typer i Dragefjeldet og Rothaugen, og man kan enkelte steder, f. eks. i sprængningerne ved Lille Blaamandsvand, se spor af konglomeratstruktur; endnu tydeligere kan denne sees i en større pragtstuf, som

jeg i sin tid tog oppe fra øverste del af Skrædderdalen, og som nu er udstillet i museet. Desuden kan man ved nærmere undersøgelse tydelig overbevise sig om, at denne zone af bergarter er noget fremmed, der er presset ind i graniten, efter at denne allerede var størknet. Man kan navnlig ved elvens udløb fra nordre ende af Langevandet tydelig se, hvorledes grænsen mellem „den kvartsrige gneis“ og graniten er et forskyvningsplan, langs hvilket den ovenover liggende gneis er presset ind i granitmassivet. Fig. 19 viser ganske



Fig. 19.

godt detaljerne ved grænsen. Man ser underst den sterkt oppressede og med linsestruktur forsynede granit, derefter kommer den delvis udvitrede glimmerige bergart langs selve forskyvningsplanet, og øverst ligger den oplasede kvartssericitskifer, hvori smaa granitstykker er indpressede.

Bergarten i selve glideplanet ser ud som en glimmerskifer. I et haandstykke sees langs skifrighedsfladen kun glimmerblade; i tverbrud sees ogsaa talrige, smaa striber og linser af kvarts. Under mikroskopet sees den mørke glimmerrige hovedmasse at bestaa af et strukket aggregat af biotit og muskovit, hvori der er en

hel del smaa korn af rutil. De sribede eller linseformede, lyse partier bestaar hovedsagelig af kvarts med talrige indeslutninger, og sammen med kvartsen optræder ogsaa lidt feldspat uden tvillinglameller. Et sted sees en tynd rand af kalkspatkrystaller at omgive en af de linseformede partier.

Oversigt over bergarternes genesis.

Lad os forsøge i al korthed at samle resultaterne af de netop meddelte undersøgelser angaaende bergarternes genesis. Det maa ansees bevist, at de paa oversigtskartet med rød farve betegnede bergarter trods alle deres presfænomener er at opfatte som graniter. Analyser af bergarten fra Damsgaard, der er den mest bassiske af dem, viser tydelig granitsammensætning. Ligeledes anser jeg det bevist, at de fleste af de med rød skrafering betegnede bergarter er sterkt pressede graniter, hvorfor jeg ogsaa for dem har anvendt de efter min formening mere træffende betegnelser granit- og øiegranitskifere istedenfor de gamle gneise og øiegneise. De sidste betegnelser er dog bibeholdte i parentes, da jeg ikke vil paastaa, at den mulighed er udelukket, at der blandt de mindre zoner af gneise skulde kunne findes nogle, som kanske er af sedimentær oprindelse. Som det vil sees af analyserne har bergarterne fra Floifjeldets og museets zone granitsammensætning.

Angaaende hornblendeskiferne og de deri optrædende saussuritgabbroskifere er der paavist, at disse i sammensætning stemmer overens med andre saussuritgatbroer. Da disse er omvandlede gabbroer, ligger det nær at formode, at de her behandlede bergarter ogsaa er det. Jeg tror ogsaa, at dette er tilfældet, og at disse bergarter er storknede paa stort dyb. Muligens kunde dog et par af de smaa linieformede forekomster, der optræder inde i glimmerskiferne være dagbergarter. Under enhver omstændighed er bergarterne af eruptiv oprindelse og hører ifølge sin sammensætning til gabbro-diabasfamilien.

Glimmerskiferne med deres kvartsknoller anser jeg for at være omvandlede lerskifere med kalkstensknoller, væsentlig paa grund af forholdet til lerglimmerskiferne med marmorlagene i den ydre zone af Bergensbuerne. Muligens indgaar der lokalt tufmateriale i sammensætningen; men bergarterne er sikkert sedimentære.

Kvartssericitskiferne, kvartsskiferne og de kvartsrige gneise (betegnet med gule farver paa kartet) er omvandlede sparagmiter og sandstene. I de to østlige zoner er fundet konglomeratlag, der yderligere bestyrker antagelsen af en sedimentær oprindelse af disse zoners bergarter. Om den østligste af disse zoner kan det ogsaa bevises, at den langs store forskyvningsplaner er presset ind mellem de to granitfelter, mellem hvilke den ligger, og at den saaledes i genetisk henseende ikke behøver at have noget at gøre med disse eruptiver.

Resumé.

I. Die Bergens-Halbinsel.

Bergen, meine Vaterstadt, liegt auf dem nördlichen Theile der Bergens-Halbinsel. Von der Stadt führen Landstrasse und Eisenbahn in südlicher Richtung nach Osören, was in gerader Linie 25 Km. entfernt liegt. Die Bevölkerung wohnt meistentheils in der Nachbarschaft jener Verkehrslinien und westlich davon; im Osten wird die Halbinsel von hohen Gebirgen durchzogen. Es ist wahrscheinlich, dass diese Gebirge die Reste eines nach Westen zu abfallenden Plateaus sind, von denen wiederum der bedeutendste der Berg Ulrikken, etwa 600 M. ü. d. M. ist. Nördlich davon erheben sich Blaamanden und andere Plateauberge von ungefähr gleicher Höhe. Nach Osten zu erreichen dieselben in Sviningen und im Gulfeld eine Höhe von je 881 und 985 M. ü. d. M. Das Arnedal durchquert diese östliche Gebirgsmasse, doch steigt die Eisenbahn dort nicht höher als 82 M. Ein zweiter bedeutender Einschnitt ist Hauglandsdalen. Diese beiden Thäler und der die Bergens-Halbinsel gegen Osten begrenzende Sannangerfjord gehen mit der Streichrichtung des Gebirgsbaues parallel. Die nördlichste der drei in die Bergens-Halbinsel westlich einschneidenden Buchten setzt sich als das breite offene Thal von Bergen fort, wodurch die Gebirgsparthie westlich von der Stadt ganz inselartig isoliert wird. Weniger bedeutende einzelstehende Gebirge kommen weiter südlich längs der Westseite der Bergen-Osören Linie vor.

Ein wohl ausgebildetes niedriges Plateau, der westnorwegischen „Strandfläche“ zugehörig, kommt an mehreren Stellen der Küste entlang vor, so am Südennde der Halbinsel ein Plateau von beinahe 60 M. ü. d. M. erhaben.

Innerhalb der Stadt selber liegen die ebenen Oberseiten des Nordnæs- und des Sydneshaug 30 M. ü. d. M., während der Gebirgsfuss von Rothaugen und Kalfaret einen distinkten Absatz von wohl 40 M. Höhe bildet. Die Strandfläche markiert ein altes Meeresniveau, zu dem die Täler einst erodiert wurden. Ausser dem fließenden Wasser der vor- und interglacialen Zeit haben auch die Gletscher der Eiszeiten einen grossen Einfluss auf die Ausformung des Landes gehabt, den Thälern einen U-förmigen Querschnitt und häufig circusähnliche Endigungen gebend.

Die geologischen Verhältnisse der Bergens-Halbinsel sind von mir vor 20 Jahren in dem Buche: „Die Fossilien führenden kristallinen Schiefer von Bergen in Norwegen. Autorisierte deutsche Ausgabe von RICH. BALDAUF Lpz., 1883 (WILH. ENGELMANN) 134 S., einer Karte (Norw. Ausgabe „Silurfossiler og pressede Konglomerater i Bergenskifrene“. Universitäts Program Kr. 1882) behandelt worden.

Die Felsarten auf der Bergens-Halbinsel treten, wie auf der Karte auf Seite 4 dargestellt ist in plattenförmigen, steilen und gekrümmten Parthien auf. Die Krümmung „der Bergensbogen“ lässt sich auf mehrfache Weise erklären. So z. B. folgendermassen: Die Erdkruste legte sich zuerst in Falten, der grossen skandinavischen von N.O. nach S.W. gehenden Faltung zugehörend. Dann folgte eine Zeit, wo die Erdkruste durch Kräfte, die mit der früheren Druckrichtung einen schiefen Winkel bildeten, zusammengeschoben wurde. Die Faltenachsen, die früher mehr oder weniger horizontal waren, wurden dadurch aufgerichtet, ja es lässt sich sogar denken, dass Falten dergestalt umgekehrt werden können, dass was früher Sattel war nun eine Mulde bildet.

Fig. 2 Seite 6 zeigt, wie die Schichten einer schräge gestellten Falte sich bogenförmig auf der Erdoberfläche zeichnen. Für die Bergens-Halbinsel kommt noch hinzu, dass man annehmen muss, dass der Sattel der Hauptfalte nicht nur schräg gestellt, sondern dass er ausserdem gebogen wurde, wie auf Fig. 3 angedeutet ist. Denkt man sich hier eine horizontale Schnittfläche, so wird man die Faltenrücken steiler und steiler finden, jemehr man vom Mittelpunkt der Bogen auf ihre Gipfel zu vorrückt. Auf diese Weise lässt sich erklären, warum man eine völlig steile Stellung der Lagerung bei Trængereid findet und eine weniger steile bei Bergen. (Der Küste entlang in der Gegend von Osören fallen die Schichten sogar

nach N.W., woran eine Unregelmässigkeit der vorhergehenden Faltung schuld sein kann. Wenn z. B. die ursprüngliche Falte, wie auf Fig. 4 dargestellt, liegt, wird die Schichtenstellung verwickelter.)

Geologisch ist die Bergens-Halbinsel ein Theil eines grösseren Systems, dessen südliche Parthie ich in meiner Arbeit „Bömmelöen und Karmöen“ Kr. 1888 (Mit englischem Resumé) behandelt habe. Darin findet man eine Kartenskizze, die den Zusammenhang andeutet.

II. Das Stadt-Territorium und die nächste Umgebung.

Die Karte, welche die vorliegende Abhandlung begleitet, wurde von mir 1887 aufgenommen. Herr KOLDERUP hat einige Correctionen vorgenommen, von denen die wichtigste die ist, dass das Gestein des Laxevaagsnæsses als Glimmerschiefer bezeichnet wird. Ausserdem hat er in der Farbenbezeichnung einen Theil der ursprünglichen Benennungen der Gesteine, mit seinen Bestimmungen übereinstimmend, verändert; so z. B. sind die von ihm vorgeschlagenen Namen: Quarzsericitschiefer, Granitschiefer, Augengranitschiefer, schiefriger Saussuritgabbro benutzt worden.

Die Stadt Bergen ist auf der Nordseite der Bergens-Halbinsel angelegt. In früheren Zeiten, als das Land einige wenige Meter niedriger lag wie heutzutage, waren hier zwei Inseln mit flachen Gipfeln, die gegenwärtigen Nordnæs- und Südnæs-Höhen. Durch Steigen des Landes und auch durch späteres Ausfüllen sind die Inseln zum Festlande geworden, und die Lungegaardssøe hat sich in eine Brachwassersee umgewandelt.

Die Oberseiten der erwähnten Hügel liegen, wie schon früher gesagt, 30 M. über dem Meere; von gleicher Höhe ist auch der Hügel von Sverresborg, während die beiden Hügel Rothaugen und Kalfaret 40 M. erreichen. Die oberen Flächen dieser vier Hügel sind wahrscheinlich Ueberbleibsel eines alten Thalbodens, in dem kleinere Vertiefungen hinzugekommen sind. Das Thal von Bergen hat sich auf den weichen Felsarten gebildet, während zu beiden Seiten die granitischen Gesteine als Berge hervorragen. Lagerung und Struktur der Gesteine fällt im ganzen nach N.O. zu und damit überein-

stimmend sind die Steilseiten der Bergmassen nach S.W. gekehrt. Man sieht dies im Kleinen an den Nordnæs- und Südnæshügeln; der Sandvik-Berg kehrt seine imposante Steilseite der Stadt zu, wohingegen die südwestlichen Berge ihre Steilseiten von der Stadt abkehren. Das Bild auf Seite 10 zeigt die Granitwand von Sandviken; im Vordergrund hinter dem alten Gebäude bemerkt man den Hügel von Sverresborg, zum Theil mit Bäumen bewachsen, zum Theil mit Mauerwerk gekrönt.

Die Nordwestseite des Sees „Svartediget“ giebt ein Profil der Gebirgsgegend nordöstlich von der Stadt, Fig. 4, Seite 11.

Auf den Hornblendeschiefer (h) folgt der Gneiss des Flöifjelds, dann derselbe Gneissgranit, den man in der Sandvikswand hat, dann noch einmal Gneiss und zuletzt der Gneissgranit des Rückens von Blaamanden. Die Gebirgsgegend südwestlich von der Stadt wird durch zwei von Nord nach Süd gehende Thäler in drei Gebirge getheilt. Einen guten Ueberblick über diese Berge hat man von dem Gipfel von Rundmanden. Etwas anders sehen dieselben Berge von einem niedrigeren Standpunkte betrachtet aus. Siehe die Zeichnungen S. 12. Der südlichste Berg ist auf dem Bilde S. 13 in der Nähe gesehen. Im Mittelgrunde jenseits der Lungegaardsee sieht man die niedrige, aus Glimmerschiefer bestehende kleine Halbinsel von Nygaard. Im Hintergrunde erhebt sich der Granitberg und (links) senkt sich das Thal von Bergen.

Die Gegend von Bergen bietet gute Beispiele von Circusthälern. Das innere Ende des Svartedigthales (oder des Eisthales) mit einem untergeordnetem Circusthal ist auf Seite 14 dargestellt. Die folgende Figur zeigt hängende Circusthäler an der Seite des Jordals nordöstlich von der Stadt.

Wo Streckungsstrukturen in den Gesteinen wahrgenommen worden, ist dieselbe mit besonderen Zeichen angegeben. Eine beiläufig 30° östlich geneigte Streckungsstruktur der Gesteine tritt sehr deutlich in der Gegend von Kvarven westlich von der Stadt hervor, was auch in der äusseren Form der Landschaft deutlich sichtbar ist. (Siehe den nordwestlichsten der drei Berge 2, Fig. 5, wo auch der massive plattenförmige Bau der anderen Berge bemerkbar ist). Die minder geneigte Stellung der Streckung hier im inneren Theile der Gesteinsbogen ist nicht überraschend. Die Streckung geht, wie dies zumeist der Fall ist, den Faltenachsen entlang und diese sollen, wie aus Fig. 3, Seite 6 hervorgeht, eben hier verhältnismässig flach liegen.

Verwerfungen der Streichrichtung dem Gesteine entlang hat man an einigen Stellen wahrgenommen, wie z. B. an der Fig. B. Seite 18 abgebildeten Stelle.

Was die Einzelheiten der Felsarten betrifft, muss auf den norwegischen Text und die folgende Abhandlung von Herrn KOLDERUP hingewiesen werden.

III. Studien über die Gesteine bei Bergen.

(VON CARL FRED. KOLDERUP).

Die in der Stadt und ihrer nächsten Umgegend auftretenden Gesteine können in folgende 5 Gruppen getheilt werden: 1) Granite, 2) Granit- und Augengranitschiefer (Gneisse und Augengneisse), 3) Hornblendschiefer mit mehr oder weniger schiefrigen Saussuritgabbros, 4) Glimmerschiefer, 5) Quarzschiefer, Quarzsericitschiefer und quarzreiche Gneise.

Granite.

Wie aus der geologischen Karte hervorgeht, treten die Granite in drei verschiedenen Zonen auf. Nach den am meisten charakteristischen Gebirgen, deren Grund sie bilden, bezeichne ich sie als die Granitgebiete Lövstakkens, Sandvigsfjeldets und Blaamandens. Die zwei letzteren Zonen zeigen so viele Übereinstimmungen, dass man sie gut als ein ursprünglich Ganzes betrachten kann, das später durch die Einpressung von „quarzreichen Gneissen“ in zwei Theile getheilt worden ist.

a. Das Granitgebiet Lövstakkens.

Dies Gebiet nimmt den südlichen Theil der sogenannten Lyderhornshalbinsel, westlich von der Stadt, ein. Das Aussehen des Lövstakmassives und sein Verhalten zu den umgebenden Bergenschiefer ergibt sich aus Fig. 19. Das Bild ist in der Nähe von Fredriksberg auf der Nordnæsialbinsel genommen. Zur Linken sieht man die Schiefer und Gneisse bei Natland, die in S.S.O. Richtung fallen, also von der dortigen Grenze des Massives ab. Im Vordergrund sieht man die Quarzsericitschiefer Dragefjeldets

(mit Steinbrüchen). Diese Schiefer fallen gegen O.N.O., d. h. der Fall ist auch hier von dem Massive weg.

Das Gestein auf Damsgaard in der westlichen Ecke unserer Karte ist ein mittel- bis grobkörniger, biotitreicher Granit, der an den meisten Orten ein massives Aussehen hat. Unter dem Mikroskope sieht man eine deutliche Detritusstruktur. Namentlich ist der Quarz vollständig gequetscht, und die gequetschten Theile sind nach einer Richtung ausgezogen, so dass man eine stark ausgedehnte Linsenform bekommt. Solche Linsen sind so dünn, dass sie sich rings um die mehr widerstandsfähigen Feldspathe biegen. Um mehrere Feldspathe tritt auch eine Zone mit Mörtelstruktur auf. Biotit ist in grosser Menge vorhanden und in linsenförmigen oder bandförmigen Aggregaten angereichert. Fig. 11 zeigt uns, wie das Gestein unter dem Mikroskope aussieht. Die schwarzen Körner sind Eisenerze, die Mineralien mit der stark markierten Begrenzung und die feinen parallelen Linien in der Mitte der Individuen sind Biotite. Die übrigen Mineralien sind Feldspath und Quarz, die eine feinkörnige Detritus bilden, worin Reste von den grossen Feldspathindividuen liegen.

Alles in allem sieht man unter dem Mikroskope folgende Mineralien: Zirkon, Apatit, Eisenerz, Titanit, Epidot, Zoizit, Biotit, Plagioklas, Orthoklas und Quarz.

Die chemische Zusammensetzung ergibt sich aus der Analyse Seite 16. Diese Analyse ist wie die anderen in dieser Arbeit auf Kosten der geologischen Landesanstalt von Herrn Dr. HEIDENREICH in Kristiania ausgeführt. In chemischer Beziehung ist das Gestein durch einen hohen Gehalt von $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ charakterisiert, und auch der MgO gehalt ist grösser als gewöhnlich bei den Graniten. In Verbindung damit steht die grosse Menge von eisenreichem Biotit. Der Al_2O_3 gehalt ist dagegen sehr niedrig. Trotzdem muss das Gestein als ein Alkalikalkgranit (nach ROSENBUSCH) bezeichnet werden.

b. Das Granitgebiet vom Sandvigsfjeld.

Nach den Gebirge vom Sandvigsfjeld habe ich die mittlere Granitzone „Das Granitgebiet vom Sandvigsfjeld“ genannt, da der Granit mit seinem charakteristischen Aussehen in dem südwestlichen schroffen Abhang des Sandvigsfjelds steht (Fig. 3). Das Gestein unterscheidet sich makroskopisch in mehreren Beziehungen von demjenigen des Lövstakkenmassives. Er scheint durchgehends mehr gepresst zu sein und zeigt entweder eine deutliche Parallelstruktur oder eine

Linsenstructur. Der Feldspath ist auch röthlicher als in dem Löfstakenmassive, und der Biotit ist nicht in so grosser Menge vorhanden. Orthit ist in einigen Varieteten nachgewiesen. Fig. 12 zeigt das Aussehen einer Granitkuppe in der Nähe von Hellen.

In dem Granite treten sowohl pegmatitische als auch amphibolitische Adern auf. Fig. 13 zeigt solche amphibolitische Adern in dem Granite bei Hellen. Es sind hier mehrere beinahe parallele schwarze Adern, von denen die beiden unteren sich zu einer vereinigen. In der grossen Ader, die wegen ihrer geringen Widerstandsfähigkeit gegen Verwitterung, sich scharf von dem Granite unterscheidet, sieht man ein Flechtwerk von mehreren widerstandsfähigeren und deshalb mehr hervortretenden Adern eines helleren Amphibolites. Die Hauptader besteht aus Rutil, Titanit, Biotit, Chlorit, Epidot und Zoizit, Feldspat und ein wenig Quarz. Sie unterscheidet sich von den kleinen, helleren Adern durch ihre grosse Menge von Biotit, Epidot und Zoizit, welche letztere beide auch in verhältnissmässig grossen Individuen auftreten.

In diesem Granite ist eine Zone von Gneis oder Granitschiefer eingepresst, wie aus Fig. 14 ersichtlich. Hier in Homandsfjeld ist der Unterschied zwischen den beiden Gesteinen sehr deutlich. Im Verhältnis zu dem schiefrigen Gneiss unter der Verwerfungslinie sieht der Granit äusserst massiv und wenig gepresst aus. Wenn man indessen ein wenig östlicher kommt, wo man den Granit besser beobachten kann, sieht man bald, dass der Granit gepresst ist. Namentlich scheint der Granit an der Grenze gegen den quarzreichen Gneiss stark gepresst zu sein. Dieser Gneiss ist, wie später nachgewiesen wird, in den Granit hineingepresst. Makroskopisch ist dieser Granit der Grenzzone ein sehr stark gepresstes Gestein, in welchem ein röthlicher Feldspath und ein grauer Quarz die Hauptmasse bilden, während ein hellgrüner Glimmer in plattenförmig ausgezogenen Aggregaten auftritt. Unter dem Mikroskope sieht man überall Druckphänomene. Die Plagioklase sind gequetscht und die Theile verschoben, Orthoklase zeigen undulierende Auslöschung, Quarzkörner sind zertrümmert u. s. w. Die zusammensetzenden Mineralien sind folgende: Orthit, Epidot (kleine Körner), Glimmer, Plagioklas, Orthoklas, Mikroklin, Quarz und Calcit.

c. Das Granitgebiet Blaamandens.

Dies Gebiet ist das östlichste der Granitgebiete. Das vorherrschende Gestein ist dem Hauptgestein des eben behandelten

Gebietes im Grossen und Ganzen so ähnlich, dass man wahrscheinlich die beiden Gebiete als ein ursprüngliches Ganze auffassen kann, das durch die eingepresste Zone von quarzreichen Gneisen von einander getrennt ist. Es treten auf Blaamanden auch Varietäten auf, die an den Augengranitschiefer des Flöifjeldets erinnern.

Granit- und Augengranitschiefer.

(Gneisse und Augengneisse).

Diese Gesteine, die von den früheren Forschern als Gneisse und Augengneisse bezeichnet worden sind, will ich lieber Granit- und Augengranitschiefer nennen, da sie meiner Meinung nach in den meisten Fällen gepresste Granite sind. Das Verhältnis zu den Graniten kann man am besten beobachten, wenn man von dem Fjeldvei, wo die rötlichen oder grauen Granitschiefer stark gefaltet sind (Fig. 15), nach Flöien und weiter in der Richtung nach Blaamanden geht. Es sind hier alle Übergänge zwischen den Granitschiefern und dem gepressten Granite in der Zone, die ich als die Granitzone Sandvigsfjeldets bezeichnet habe. Die hier zu behandelnden Gesteine treten in 4 von einander getrennten Zonen auf.

a. Die Granitschieferzone Flöifjeldets.

Um den chemischen Charakter dieser Gesteine kennen zu lernen habe ich Proben von verschiedenen Localitäten gemischt und analysieren lassen. Die Resultate dieser Analyse giebt I. Zum Vergleich ist die Analyse des Granites von Damsgaard daneben gestellt (II).

	I.	II.
SiO ₂	71.60	67.90
TiO ₂	0.24	0.93
Al ₂ O ₃	14.37	12.21
Fe ₂ O ₃	1.59	4.17
FeO	0.74	2.97
MnO	Spur	Spur
MgO	0.38	1.18
CaO	0.80	2.03
Na ₂ O	4.07	3.83
K ₂ O	5.60	4.47
P ₂ O ₅	0.05	0.18
Glüh.v.	0.97	0.67
	100.41	100.55

Wie man sieht, hat das Gestein von Flöifjeldet eine Granit-zusammensetzung. Diese weicht aber in mehreren Beziehungen, wie leicht ersichtlich, von derjenigen des Damsgaardsgranites ab.

Makroskopisch sieht man in den grauen Granitschiefern Flöifjeldets Sereit, Biotit, röthlichen Feldspath und Quarz. Unter dem Mikroskope sieht man folgende Mineralien: Orthit, Titanit, Biotit, Museovit und Sereit, Epidot, Plagioklas, Mikroklin, Orthoklas und Quarz. Der Titanit tritt mit deutlicher Krystalbegrenzung und z. Th. als ziemlich grosse Individuen auf. Der Epidot ist entweder als zahllose, kleine, scharf begrenzte Krystalle in den Feldspathen vorhanden, oder er bildet grössere Individuen, die von den Feldspathen vollständig unabhängig auftreten. Der Plagioklas tritt z. Th. in grösseren Körnern, die vielleicht ursprünglich, porphyrische Einsprenglinge sind, auf. Der Mikroklin ist in einigen Fällen in einer Weise mit Orthoklas verwachsen, dass der Mikroklin die centrale Zone und der Orthoklas die Randzone bildet. Ein typischer Detritus ist nicht vorhanden, aber eine Quetschung hat natürlich stattgefunden, wodurch namentlich der Quarz gelitten hat.

Der Granitschiefer am Svartediget weicht in einigen Beziehungen von dem eben beschriebenen Gesteine ab. Der Unterschied ist indessen nicht gross, und sie beide sind als Granit- oder Augengranitschiefer zu bezeichnen. Die Druckphänomene sind grösser in dem Gesteine bei Svartediget, und wir finden hier bei den dunkleren Mineralien kleine Mengen von einer saftgrünen Hornblende, die wahrscheinlich in grösseren Mengen in dem ursprünglichen Gesteine vorhanden war. Übrigens findet man einige Apatite, und der Orthit ist von einer Zone von kleinen Epidoten umgeben.

b. Die Granitschieferzone Verftets.

Diese Zone liegt an der Westseite der zwischen „Vaagen“ und „Puddefjorden“ gelegenen Nordnæshalbinsel. Ich habe mehrere Gesteine dieser Zone eingehend untersucht. Das Gestein von dem nordwestlichen Ende der Nordnæshalbinsel ist makroskopisch ein dünnschieferiger, glimmerreicher Augengranitschiefer. Unter dem Mikroskope sieht man, dass die grösseren Körner aus Plagioklas, Mikropertit, Mikroklin, Orthoklas und Quarz bestehen. Ausser diesen grösseren Körnern findet man auch zahlreiche, kleinere, die eine Art Grundmasse für die grösseren bilden, und von denen einige vielleicht Neubildungen in einem Detritus sind. Diese Mineralien sind folgende: Eisenkies, Zirkon, Apatit, Titanit, Orthit,

Epidot, Hornblende, Biotit, Granat, Plagioklas, Orthoklas und Quarz. Die Titanite bilden grössere, feinkörnige Aggregate von der Art, die COHEN mit einer Anhäufung Insectencier verglichen hat. Der Orthit ist von einer Randzone mit Epidoten umgeben. In einigen Fällen habe ich nachweisen können, dass der Epidot sowohl in optischer wie krystallographischer Richtung orientiert ist, wie schon früher von HOBBS, WILLIAMS und LACROIX nachgewiesen ist. Die Hornblende ist stark grün, arfvedsonitisch und hat z. Th. poikilitische Structur. Der Biotit ist moosgrün und tritt in Streifen mit der Hornblende zusammen auf. Bemerkenswerth ist, dass die Hornblende in grösserer Menge als der Biotit vorhanden ist.

Der Augengranitschiefer bei Fredriksberg, ungefähr 500 M. südlicher, unterscheidet sich von dem eben beschriebenen durch weniger „Augen“, die nicht grau wie in dem ersteren Granitschiefer, sondern röthlich sind. Ferner ist das Gestein von Fredriksberg auch sericitartig. Unter dem Mikroskope sieht man keine Zirkone, Apatite und Hornblenden. Bemerkenswerth ist übrigens, dass die zahlreichen Epidote sowohl in Bezug auf Grösse und Auftreten als das Equivalent der Biotite und Hornblenden in dem eben beschriebenen Typus von Nordnaes aufzufassen sind. Fig. 16 zeigt die Structur eines Granitschiefers von Munkebaksmuget, noch südlicher wie Fredriksberg. In der Mitte des Dünnschliffes sieht man einen Orthit von Epidot umgeben. Die zwei Individuen mit der starken Begrenzung und die feinen parallelen Linien („Spaltrisse“) sind Biotite, die mit den parallelen Streifen (Zwillingslamellen) sind Plagioklase, und die mit durch einander kreuzenden Streifen und Linien sind secundäre Calcite. Die übrigen Individuen bestehen aus Orthoklas und Quarz. Die grösseren derselben sind, wenn Orthoklase mit wenigen, parallelen und unregelmässig verlaufenden Linien („Spaltrissen“), und wenn Quarze mit zahlreichen Puncten („Granitquarzeinschlüsse“) bezeichnet.

c. Die Granitschieferzone des Museums.

Ich habe diese Zone nach Bergens Museum, das auf diesem Grund steht, die Granitschieferzone des Museums genannt. Die Gesteine erinnern an die Gesteine bei Verftet. Wie aus der folgenden Analyse (I) hervorgeht, ist die chemische Zusammensetzung die der Granite.

	I.	II.
SiO ₂	69.59	71.60
TiO ₂	0.44	0.24
Al ₂ O ₃	14.22	14.37
Fe ₂ O ₃	3.66	1.59
FeO	0.59	0.74
MnO	Spur	Spur
MgO	0.69	0.38
CaO	1.38	0.80
Na ₂ O	3.60	4.07
K ₂ O	5.39	5.60
H ₂ O	0.86	0.97
P ₂ O ₅	0.16	0.05
	100.58	100.41

Zum Vergleiche habe ich die Analyse des Granitschiefers von Flöifjeldet beigefügt. Wie man sieht, stimmen diese Analysen in den grossen Hauptzügen ganz gut überein. Die grössten Abweichungen finden wir bei den Gehalten von SiO₂ und Fe₂O₃, wo die Differenz ungefähr 2 % beträgt. In dem angrenzenden Glimmerschiefer treten mehrere kleinere Massen von schön gefalteten „Gneissen“ auf, von denen wir im Museum einige Prachtstufen haben. Ich glaube sicher, dass die meisten stark gepresste Granitschiefer sind, schliesse jedoch die Möglichkeit nicht aus, dass vielleicht einige sedimentären Ursprunges sind.

d. Die Granitschieferzone auf Möhlenpris.

Diese Zone, die die südwestlichste und kleinste ist, stimmt sowohl in Bezug auf Structur als auf Zusammensetzung mit den beiden letzten Zonen überein.

Hornblendeschiefer mit mehr oder weniger schiefrigen Saussuritgabbros.

Wie aus der Karte hervorgeht, treten diese Gesteine in den centraleren Partien der Stadt als ein grösseres Gebiet auf und kommen auch als kleinere ellipsoidische Massen in den Glimmerschiefen vor. Die hierzubehandelnden Gesteine sind früher als Hornblendeschiefer und Chloritschiefer bezeichnet worden. Dr. REUSCH hat

nachgewiesen, dass auch „dioritische Gesteine“ in dieser Zone auftreten. Diese dioritischen Gesteine sind entweder Saussuritgabbros oder Allalinitchiefer. Zwischen diesen Typen stehen die Flaserallalinite. Meiner Meinung nach sagt die Bezeichnung Saussuritgabbro viel mehr als Allalinit, und ich will daher lieber die hier auftretenden Gesteine Saussuritgabbros, Flasersaussuritgabbros und Saussuritgabbroschiefer nennen. Die hier erwähnten Gesteine, deren Unterschied in der verschiedenen Structur zu suchen ist, sind in unserem Gebiete durch alle petrographischen Übergänge verbunden. Auch zwischen den Saussuritgabbroschiefern und den Hornblendeschiefern findet man mehrere Übergangsglieder. In den Hornblendeschiefern findet man immer ein wenig Zoizit, und mit zunehmendem Gehalte von Zoizit gehen diese Schiefer in die Saussuritgabbroschiefer und Zoizitgabbroschiefer über.

Den Saussuritisirungsvorgang betreffend bin ich mit TEALL, BONNEY, MAC MAHON u. a. einverstanden; auch ich glaube, dass dieser Vorgang nicht von dem Drucke abhängig ist. Der Druck hat nur die flasrige und schiefrige Structur hervorgerufen. Ein Beweis hierfür ist, dass ich in den am meisten gepressten Gesteinen, wie z. B. mehreren Hornblendeschiefern, den grössten Gehalt von Feldspath gefunden habe.

Meiner Meinung nach ist das ursprüngliche Gestein ein Gabbro (oder Norit). Um den chemischen Charakter dieser Gesteine kennen zu lernen habe ich zwei Analysen von ihnen ausführen lassen.

	I.	II.	III.	IV.
SiO ₂	47.03	46.34	49.90	49.73
TiO ₂	0.49	—	1.84	—
Al ₂ O ₃	16.34	16.75	14.06	13.07
Fe ₂ O ₃	4.01	4.93	4.32	14.81 15.35
FeO	5.04	5.49	9.76	
MnO	Spur	Spur	Spur	
MgO	9.50	8.04	5.64	6.77
CaO	13.09	10.96	10.03	10.24
Na ₂ O	2.70	3.63	3.39	3.23
K ₂ O	0.19	0.75	0.25	0.55
H ₂ O	1.99	3.25	1.12	0.82
CO ₂	0.49	—	—	—
P ₂ O ₅	Spur	—	0.16	—
Summa	100.87	100.14	100.47	99.76

- I. Saussuritgabbroschiefer, Möhlenpris, Bergen.
- II. Allalinitzschiefer, Allalin, Wallis.
- III. Hornblendeschiefer, Bradbänken, Bergen.
- IV. Saussuritgabbro, Neurode, Schlesien.

Analyse I ist von einem Saussuritgabbroschiefer von einem kleineren Massive in den Glimmerschiefern auf Möhlenpris, III dagegen ist von einem Hornblendeschiefer, der dem grösseren, centralen Gebiete angehört. Zum Vergleich sind die Analysen II und IV neben die eben erwähnten gestellt. Die Kalkgehalte (und Wassergehalte) ausgenommen, ist die Differenz zwischen den Gehalten der Analysen I und II immer niedriger als 1 %. Bemerkenswerth ist doch, dass 0.62 % CaO in die Zusammensetzung des secundären Calcits des Gesteines von Möhlenpris eingeht. Auch zwischen III und IV ist eine bedeutende Übereinstimmung.

Auf Grundlage dieser Analysen glaube ich berechtigt zu sein diese Gesteine als ursprüngliche Gabbrogesteine aufzufassen. Vielleicht werden doch einige fragen, ob keine Möglichkeit sei diese Gesteine als ursprüngliche Ergussgesteine oder Tuffe zu betrachten; man findet doch an einigen Localitäten sogar einige Quarzadern, die an die Quarzlager der Glimmerschiefer erinnern. Ich will darauf aufmerksam machen, dass diese Quarzadern ganz unregelmässig sind und nur local auftreten, und dass auch zwischen den stark gepressten Partien des Granites von Blaamanden parallele Adern von Quarz auftreten. Ich glaube deshalb, dass die meisten dieser Gesteine ursprüngliche Gabbros sind; ich schliesse jedoch die Möglichkeit nicht aus, dass einige kleinere Saussuritgabbro- oder Hornblendeschieferpartien in den sicher sedimentären Glimmerschiefern vielleicht Tuffbildungen sind. An einigen Orten sind die Glimmerschiefer auch so hornblendehaltig, dass man glauben könnte, sie seien mit ursprünglichem Tuffmateriale beigemischt. Doch will ich betonen dass ich nirgends Spuren von Tuff- oder Breccienstructur entdeckt habe.

Unter dem Mikroskope sind folgende Mineralien beobachtet: Rutil, Titanit, Hornblende, Epidot, Zoizit, Plagioklas und kleine Mengen von Quarz. Der Titanit scheint ein Umwandlungsproduct aus Ilmenit zu sein. Die Hornblende ist in den verschiedenen Typen ein wenig verschieden, speziell in Bezug auf Pleochroismus. Die grösseren Hornblendenden in den Saussuritgabbros sind durch Umwandlung aus Diallag hervorgegangen.

Fig. 17 liefert das mikroskopische Bild eines Saussuritgabbro-

schiefers von Möhlenpris. Die grossen Individuen, die sich quer über das Bild strecken, sind Hornblenden; die kleinen, zumeist stengelförmige Individuen, sind Zoizite, und die helle Grundmasse besteht wesentlich aus Feldspath.

Glimmerschiefer.

Die Glimmerschiefer treten in zwei Zonen auf; die südwestliche habe ich nach Möhlenpris und die nordöstliche nach Sverresborg bezeichnet. Ich kann diese beiden Zonen zusammen beschreiben. An mehreren Localitäten führt der Glimmerschiefer so viele Quarzlin sen und Quarzlager, dass er in einiger Entfernung an die silurischen Schichten der Etage 4b im Kristianiagebiete erinnert. Ich meine auch, dass die Glimmerschiefer ursprünglich Thonschiefer mit Kalklager waren. Später ist der Kalk aufgelöst und Kieselsäure in Auflösung zugeführt. Die ersten Stadien dieser Entwicklung sieht man in dem äusseren Bogen mit Silurschichten, z. B. in der Nähe von Ulven und Os, wo der Kalkstein, in Marmor umgewandelt, besser bewahrt ist. Auch in dem inneren Bogen bei Bergen kann man an mehreren Localitäten Marmorlager betrachten. Und auf Osterö in der nördlichen Fortsetzung der Zone von Ulven und Os, wo die silurischen Schiefer stark zusammengepresst sind, findet man ähnliche Glimmerschiefer mit Quarzlager wie in Bergen. Alles spricht meiner Meinung nach dafür, dass diese Gesteine in den zwei Zonen ursprünglich eines Charakters waren. Und dass die Phyllite bei Ulven und Os ursprünglich Thonschiefer waren, ist meiner Meinung nach zweifellos.

Unter dem Mikroskope sieht man folgende Mineralien: Glimmer, Quarz (Hauptmineralien), Hornblende, Feldspath, Calcit, Zoizit, Rutil.

Quarzschiefer, Quarzsericitschiefer und quarzreiche Gneisse.

Diese Gesteine, die meiner Meinung nach nahe verwandt und sichere Sedimente sind, treten in drei verschiedenen Zonen auf.

- a. Die Quarzsericitschiefer Dragefjeldets.
- b. Die Quarz- und Quarzsericitschiefer Rothaugens mit zu gehörigen, stark ausgewalzten Konglomeraten.

e. Die quarzreichen Gneisse und Quarzsericitschiefer der Zone des Storevands.

Meiner Meinung nach stammen die Quarzsericitschiefer Dragefeldets aus ursprünglichen Sparagmiten. Dasselbe gilt auch von den Quarzsericitschiefern Rothaugens, während die Quarzschiefer da selbst umgewandelte Quarzsandsteine sind. In der letztgenannten Zone findet man auch, wie schon früher von Rensch beschrieben, wirkliche Konglomerate.

Die Genesis der quarzreichen Gneisse zu deuten war früher schwer. Da sie an beiden Seiten gegen Granit grenzen, konnte man glauben, dass sie granitische, stark gepresste Gesteine wären. Ich habe indessen nachgewiesen, dass die Grenzen alte Verwerfungslinien sind (Siche Fig. 19), und dass zwischen den quarzreichen Gneissen auch Quarzsericitschiefer und stark gepresste Konglomerate auftreten. Meiner Auffassung nach ist deshalb auch diese Gesteinszone von ursprünglichen Sedimenten aufgebaut.

Bergens Museums Aarbog 1902.
No. 11

Jordskjælv i Norge i 1902.

Af

Carl Fred. Kolderup.

(Resumé in deutscher Sprache).

Medens der ellers omkring paa vor jord har været adskillig uro i jordskorpen i det forløbne aar, har der i vort land været forholdsvis faa jordskjælv. Ialt er der kun observeret 17 jordskjælv, hvad der maa regnes for at være lidt under det gennemsnitlige i de sidste 15 aar. Jeg anser det imidlertid hævet over enhver tvil, at hvis vi iaar havde en god seismograf, vilde der have været noteret en hel del mindre rystelser, og vi vilde have været sat istand til at levere et ikke helt ubetydeligt bidrag til det internationale arbejde, hvori det overveiende antal af civiliserede nationer deltager, og som gaar ud paa at fastsætte de store jordskjælvs udbredelse og studere lovene for deres forplantning. Desværre har vi endnu ikke i vort vidtstrakte land faaet en eneste seismograf, og vi er derfor nødsaget til at holde os til de makroseismiske bevægelser og de beretninger, der velvilligst er indleverede angaaende dem. Af de 17 observerte jordskjælv har 14 en rent lokal karakter, medens tre med hensyn til udbredelse og delvis ogsaa med hensyn til styrke kan henføres under kategorien middelstore jordskjælv. Det betydeligste af disse var det jordskjælv, der den 9de februar kl. ca. 4 morgen rystede kyststrøgene i Søndre Bergenhus og Stavanger amter. Det udbredte sig over et areal, hvis største længde var ca. 250 km., og hvis største bredde var ca. 100 km. Det andet middelstore jordskjælv forplantede sig langs sydøstkysten. Yderpunkterne i det rystede omraade er Moi pr. Grimstad i sydvest og Vallø pr. Tønsberg i nordøst. Den omtrentlige afstand mellem disse steder er 160 km. Bredden af det rystede areal er derimod meget mindre, ja har maaske ingen steder naaet op til 25 km. Jordskjælvet har saaledes bogstavelig talt kun berørt kystranden. Om det tredie af de middelstore jordskjælv foreligger der desværre kun faa oplysninger. Efter hvad der forelig-

ger, er længden af det rystede areal, fra Halten fyr i Søndre Trondhjems amt til Lovunden i Nordlands amt, ca. 290 km. Bred- den kan derimod ikke fastsættes med nogen noiagtighed. Kun saa meget kan ogsaa her siges, at jordskjælvet kun er følt i kyst- strøgene.

Sammenligner man aaret 1902 med tidligere aar, vil man se, at det med hensyn til jordskjælvenes antal nærmest maa sammen- lignedes med aarene 1900, der havde 16, 1894 og 1901, der hver havde 19 jordskjælv at opvise. Siden 1887 har kun aarene 1900 med 16, 1893 med 14, 1891 med 8 og 1898 med 7 jordskjælv et mindre antal jordskjælv at opvise.

Som bekjendt har jeg tidligere forsøgsvis udskilt tre jord- skjælvsstrøg i vort land. Af aarets jordskjælv tilhører, som det vil sees af nedenstaaende fortegnelse, 8, nemlig de som no. 1, 4, 5, 6, 7, 8, 11 og 12 opførte, det vestnorske jordskjælvsstrøg, der altsaa ogsaa iaar er det mest hjemsøgte med omtrent halvparten af alle landets jordskjælv. No. 3 tilhører delvis det nordnorske strøg, og no. 13, 16 og 17 ligger i dettes nærhed. De øvrige tilhører strøg, der ellers er lidet rystet af jordskjælv. Kun et af dem, nemlig no. 9, der rystede store dele af sydøstkysten, har været af nogen betydning. No. 9 og 10 har været rent lokale. No. 14 og 15 har vistnok, ialfald det ene, havt en lidt større udbredelse end disse, men maa dog betegnes som lokale, og styrken synes ogsaa at have været mindre betydelig.

For oversigtens skyld hidsættes en fortegnelse over aarets jordskjælv, der er inddelt i de to grupper a) middelstore jordskjælv og b) lokale jordrystelser. Inden hver af disse er de enkelte jord- skjælv opført i kronologisk orden. Udbredelsen af de i det syd- lige Norge følte jordskjælv vil sees af kartskitsen bag i bogen, hvor nummerne refererer sig til nedenstaaende fortegnelse.

a. Middelstore jordskjælv.

- 1) 9de februar kl. 3.49 f. m. Kyststrøgene i Stavanger og Søndre Bergenhus amter.
- 2) 17de august kl. ca. 2.45 e. m. Kyststrøget mellem Grimstad og Tønsbergtrakten.
- 3) 4de september kl. ca. 10 f. m. Kyststrøget fra Halten fyr i Søndre Trondhjems amt til Lovunden i Nordland.

b. Lokale jordrystelser.

- 4) 25de januar kl. 4 e. m. Stabben fyr pr. Florø.

- 5) 8de februar kl. ca. 7 e. m. Søndhordland.
- 6) 1ste mars kl. mellem 5 og 5.30 e. m. Klep paa Jæderen.
- 7) 6te — kl. 2 f. m. Hellisø fyr ved Bergen.
- 8) 6te — kl. ca. 2 f. m. Dale i Søndfjord.
- 9) 18de — kl. 2.23 f. m. Kristiania.
- 10) 2den juni mellem kl. 5 og 6.30 f. m. Krødsherred.
- 11) 13de august kl. 7.31 e. m. Søndhordland.
- 12) 4de september kl. 9.57 f. m. Nordfjordeid.
- 13) 6te — kl. 6.30 f. m. Skomvær pr. Røst, Lofoten.
- 14) 8de — kl. 1.50 e. m. Fredrikstad—Rygge.
- 15) 8de — kl. 2.25 e. m. Fredrikstad—Rygge.
- 16) 1ste oktober kl. 9.35 e. m. Skomvær i Lofoten.
- 17) 10de — kl. 9.50 e. m. Skomvær i Lofoten.

a) Middelstore jordskjælv.

1) Jordskjælvet i Stavanger og Søndre Bergenshus amter 9de februar kl. 3.49 f. m. Nat til søndag den 9de februar rystedes store dele af Vestlandet af et efter vore forhold ganske betydeligt jordskjælv. Gjort opmærksom paa rystelsen gennem notiser i Bergensaviserne sendte jeg straks endel jordskjælvsschemaer til personer, der var bosat i de rystede strøg med anmodning om velvillig besvarelse af de opstillede spørgsmaal. Efter hvert som besvarelserne indløb, viste det sig, at jordskjælvet havde haft større udbredelse, end det først saa ud til. Jeg udstedte da i dagspressen i Bergen, Stavanger, Ekersund og Flekkefjord opfordring til det interesserede publikum om velvilligst at sende mig sine iagttagelser, samtidig som der til folk, som boede ved grænsen af det rystede strøg, sendtes brevkort med betalt svar for at faa rede paa udbredelsen. Ved disse foranstaltninger har det lykkedes mig at faa samlet et nogenlunde fuldstændigt materiale.

Det viser sig da, at rystelsen mod nord har forplantet sig til Lindaas og Fedje, ca. 50 km. nord for Bergen. Bevægelsen har dog overalt her ved nordgrænsen været meget svag, saa meget faa har merket den; men den indtraf jo ogsaa ved firetiden om morgenen, et for observation meget ubeleiligt tidspunkt. De sydligste punkter, hvorfra der haves beretning om jordskjælvet, ligger i Thime og Bjerkreim, ca. 20 km. nord for Ekersund. Mod vest synes rystelsen at have forplantet sig til de yderste holmer og skjær, medens det østligste punkt er Røldal. Afstanden mellem den

nordre og søndre grænse for udbredelsen er ca. 250 km., afstanden fra Røldal og ret vestover til de yderste skjær er ca. 100 km. Dette strøg er ogsaa tidligere rammet af jordskjælv, der har forplantet sig til omtrent de samme grænser. Det er derfor mulig, at man i fremtiden inden det af mig som det vestnorske jordskjælvsstrøg betegnede felt vil kunne udskille flere mindre jordskjælvsstrøg. Paa det nuværende tidspunkt vil det imidlertid ikke lade sig gjøre med nogenlunde nøiagtighed, og det er derfor bedst rolig at samle mere materiale.

Det er en selvfølge, at de paa kartet opsatte grænser kun kan blive saa omtrentlige; men jeg tror dog ikke, at jordskjælvet skal være følt i strøg, som ligger udenfor den her trukne grænselinje. Jeg har nemlig adskillige meddelelser fra strøget nærmest omkring grænserne, om at jordskjælvet ikke er følt der. Dette gjælder de indkomne svar fra Herred, Kvinesdal, Siredalen, Bakke pr. Flekkefjord, Sand i Ryfylke, Ullensvang, Granvin, Vikør, Brudvik, Hosanger og Hyllestad. Ganske merkeligt er det, at rystelsen ikke er følt i Sand, Ullensvang og Vikør, medens den er følt i det østfor liggende Røldal. Østgrænsen faar herved et ganske eiendommeligt forløb; men man er neppe berettiget til at lade den blive regelmæssigere, da ogsaa beretningerne fra Brudvik og Hosanger gaar ud paa, at jordskjælvet ikke er følt der, og saaledes det rystede strøg bliver betydelig smalere mod nord. Jordskjælvet synes kun at være bemærket et eneste sted paa Osterøen, nemlig ved Valestrandsfossen paa øens vestside. Jeg troede først, at dette var det nordligste sted, hvortil rystelsen havde forplantet sig; men ved hr. sogneprest BJØRNSTADS interesse for sagen er det fastslaaet, at rystelsen er merket i Myking, Lindaas, Austreim og Fedje.

For at give et indtryk af jordskjælvet's karakter vil jeg her levere et kort uddrag af de indkomne meddelelser og begynder da med de beretninger, der er komne fra folk i den sydligste del af det rystede strøg, for saa senere at gaa nordover.

Fra Bjerkreims sogn, nord for Ekersund, haves gjennem hr. M. LEA meddelelse om, at jordskjælvet er følt paa gaardene Moi og Bue. Begge steder føltes en svag skjælvning og hørtes et døn. Skjælvningen syntes at have været svagest paa Bue, der ligger 2—3 km. n.o. f. Moi. Tiden angives paa Bue til kl. 4 om morgenen.

Fra Gjesdals sogn paa Jæderen haves meddelelse fra hr. O. AALGAARD om, at jordskjælvet er merket paa gaarden Aalgaard,

der ligger nær grænsen af Høilands prestegjæld. Lyden, der varede omtrent et minut, karakteriseredes som vedholdende rullen. Det hørtes omtrent, som naar nogen kjører i skarpt trav paa frosen landevei. For sikkerheds skyld bemerkes, at der nu laa flere centimeter sne, og at det var godt slædeføre, saa der ikke brugtes hjulredskaber. Tiden angives til kl. 3.50 f. m., og uret gaar som urene paa Jæderbanens stationer. Lyden syntes at komme enten fra vest eller nord.

I „Stavanger avis“ no. 43 læses følgende meddelelse fra Frafjord: „Nat til søndag 9de ds. kl. 3.40 merkedes her jordskjælv. Jeg laa vaagen og hørte en underlig „don“, saa begyndte sengen at ryste, og jeg skjønte da, hvad det var. Det var saapas sterkt, at en mand paa nabogaarden, der laa i sin bedste søvn, vaagnede deraf og hørte efterdønnen. I hvad retning det gik, kan ikke opgives.“

Ifølge indsendt beretning fra hr. SIVERT TROPPENE i Tysvær i Ryfylke er jordrustelsen følt paa mange gaarde i Tysvær. Bevægelsen karakteriseres som en skjælvning. Samtidig med bevægelsen hørtes en lyd som en jevn torden. Lyden varede ca. 20—30 sek. Retningen kan ikke med sikkerhed angives; men det antages, at bevægelsen maa have forplantet sig fra no. mod sv. Tiden angives til omtr. 4.15 f. m.

Ogsaa i nabosognet Nærstrand føltes jordskjælvet paa mange steder. Hr. H. AARSTAD, andenlærer ved Stavanger amts landbrugsskole, angiver tiden til omtr. kl. 3.54 f. m. og betegner bevægelsen som en heftig skjælvning, der kom fra vest og forplantede sig videre mod øst. Lidt før jordskjælvet hørtes en lyd som af fjern torden, der tiltog i styrke, og var paa det sterkeste, da selve bevægelsen naaede huset. Under jordskjælvet knagede det i huset, borde rystede, og vinduer og ovne skranglede adskilligt. Meddelelsen beretter, at dette jordskjælv var sterkere end de, han tidligere har merket. Flere folk vækkedes af søvnen. Ganske karakteristisk er det, at en af stedets beboere opfatter det som „veirdoning“ og som tegn paa, at der snart skulde komme sne. Et par dage efter faldt der ogsaa sne, saa veirspaaemanden var meget fornøiet med resultatet.

Hr. kommuneordfører HATTELAND i Vats i Ryfylke oplyser om, at jordrustelsen ogsaa er merket i Vats. Baade hr. HATTELAND og hans hustru vækkedes af jordskjælvet. Dronet hørtes som et fjernt sneskred eller jordskred, og selve rustelsen føltes kun svagt. Folk,

som boede lidt længere inde i landet, oplyste om, at rystelsen var saa sterk, at ovne og vinduer klirrede. Rystelsen varede antagelig 45—60 sek., hvilket var meget længere end varigheden af de rystelser, meddelelsen nogensinde tidligere har følt.

Fra naboprestegjældet Skjold haves en meddelelse fra hr. Moxs Foss, som bl. a. skriver: „Jeg laa i en halvslummer og vilde sovne. Da syntes jeg pludselig høre et svært tungt døn eller drøn og troede, at det var en fjern torden. Men pludselig og næsten i samme øieblik som jeg troede dette, tiltager drønet saa sterkt, at jeg fuldstændig vaagnede, og samtidig føler jeg huset og sengen ryste, og ligeledes klirrede ovnsdørene af rystelsen, der havde øget endnu lidt. Jeg var straks paa det rene med, at det var en jordrystelse. Jeg antager, at rystelsen varede ca. 8 à 10 sekunder, og at den kom fra syd eller sydøst og fortsatte i modsat retning. Kl. var 10 min. over $\frac{1}{2}$ 4 om morgenen. Om morgenen fortalte jeg om rystelsen til de øvrige i huset, af hvilke en havde erfaret det samme.“

Ogsaa fra Saude i Ryfylke har jeg faaet meddelelse om, at jordskjælvet er merket der. Hr. sogneprest STENGESDAL oplyser om, at rystelsen var ganske svag og ledsagedes af et drøn eller en dur.

Merkelig nok er rystelsen ifølge hr. sogneprest SYNNÆS's meddelelse ikke merket af nogen i Sand.

Jeg gaar saa over til meddelelserne fra Søndre Bergenhus amt.

Fra Sveen i Søndhordland beretter hr. sogneprest SELMER, at jordskjælvet indtraf kl. 3.49 f. m.; uret gik efter telefonstationens. Bevægelsen var bølgeformig og syntes for iagttageren at komme fra vest og gaa mod øst. En anden iagttager, der boede ca. 300 m. fra prestegaarden, mente, at den kom fra øst og forplantede sig mod vest. Umiddelbart forud for rystelsen hørtes „en underjordisk torden og vedholdende rullen“. Denne vedvarede ogsaa lidt efter, at rystelsen var slut. Angaaende jordskjælvet's virkninger beretter sognepresten, at pendeluret ikke stansede denne gang, saaledes som det har gjort ved tidligere jordskjælv; forøvrigt forekom jordskjælvet iagttageren at have været lige sterkt som de tidligere observerte. Der gjøres opmærksom paa, at der er iagttagere, der har merket flere stød med korte mellemrum.

„Annonce-Tidende“ for mandag den 17de februar indeholder følgende meddelelse fra Førde: „Jordskjælv merkedes her søndag 9de februar kl. 4 om morgenen. Det forekom som et kort, sterkt

stød fra syd, der rystede husene og bragte hængelamperne i en klirrende bevægelse. Jordskjælvet lørdag aften vides ikke at være iagttaget her.“

Hr. landhandler O. BIRKELAND meddeler, at jordskjælvet føltes i Vikevik som de fleste andre steder deromkring, men var ikke saa sterkt, at det formaede at vække alle, som sov.

„Bergens Aftenblad“ indeholdt fredag den 14de februar følgende notis om jordskjælvet: „Jordskjælv merkedes paa flere steder i Søndhordland søndag morgen den 9de ds. ved 4-tiden, skrives der til os:

I Olen paa gaarden Stangeland var rystelsen saa sterk, at ovnene klirrede, døre sprang op og vægure stansede. Isen paa fjorden viste sig om morgenen fuld af sprækker, uagtet den var 7 à 8 tommer tyk.

Der merkedes kun et stød; men dette var saa sterkt, at folk, som ikke tænkte sig jordskjælv, fortalte, at de aldrig havde hørt saa sterk torden.

Paa Bjaastranden føltes ligesom 3 stød, først et sterkt, saa man følte sengen, hvori man laa, bevæge sig, efterfulgt af to svagere.

I Fjelberg merkedes først et sterkt stød og straks derefter et noget svagere.

Veiret var klart, koldt og stille.“

Hr. sogneprest WICKLUND i Etne, der velvilligst har gjort en hel del forespørgsler inden sit prestegjæld, skriver: „I de længere øst liggende strøg, Storedalen og Lilledalen, synes man ikke at have kjendt noget stød, men kun hørt en rullende lyd som af et fjernt stenskred. Længere vest og syd var der heftige stød som tildels vækkede folk af sovne. Paa prestegaarden vækkedes min hustru; men hun ved ikke af stød, kun af sterk dur som af torden eller kjøring paa haard vei. Hos lensmanden, 1½ km. sydligere, kjendte hans hustru stødet; men lensmanden har kun forestilling om en drøm om noget jordskjælv lignende. Paa Sørstranden (i sydvest) hørtes smeld i bygningen og klirring af ovnsdøre. Jeg har ikke talt med folk fra de øverste gaarde i dalen. Antagelig er der den yderste grænse for jordskjælvet paa den kant, da mange gaarde høiere oppe i dalen intet har merket.“

Som det af hr. sogneprest JOH.S BROCHMANN'S velvillige meddelelse vil fremgaa, er jordskjælvet merket adskillig længere øst, idet det i Røldal er iagttaget af lensmanden, der som det sees af

sogneprestens skrivelse, laa vaagen, da jordskjælvet indtraf. Herr BROCHMANN skriver:

„Som svar paa Deres forespørgsel af 12te d. m. kan meddeles, at nævnte jordskjælv er iagttaget her af lensmand O. STEENSEN, der bor i nærheden af kirken.

Der høstes en dur fra sydvest, først ganske svag, siden sterkere. Rystelsen var meget liden. Det hele varede neppe et minut.

Jeg har ikke hos nogen anden hørt noget om jordskjælvet, af den grund vistnok, at folk almindelig har sovet paa den tid. Lensmanden laa vaagen.“

I „Bergens Tidende“ for 26de februar skriver hert INGJALD STRONO fra Sniltveitøen pr. Rosendal:

„Paa opfordring fra og til underretning for dem, der har med maalinge og statistik over jordskjælv at gjøre, meddeles, at nat til søndag den 9de februar (kl. 3.15 søndag formiddag) merkedes et ganske sterkt jordskjælv paa flere steder i Kvinnhered. Under tegnede havde selv anledning til at iagttage det. Der høstes en lyd som af sterk, rullende torden, ikke langt borte, eller som om en eller flere firhjulte vogne kjørte forbi straks udfør ens vinduer, dog uden nogen merkbar skaldring eller klapping. Efter lyden at dømme — og saavidt jeg kunde opfatte det — syntes jordskjælvet at bevæge sig i retning langs med Hardangerfjordens indskjæring, enten fra vest mod øst eller fra øst mod vest. Det første er vel det sandsynligste. Dets varighed anslaaes til ca. 20 sekunder eller vel det.“

Hert PETER HANSEN BRU skriver fra Bru i Strandebarm, at jordskjælvet følte der klokken henimod 4 fm. En mand, som stod ude paa trappen under jordskjælvet, følte, hvorledes trappen skjælv under fødderne paa ham. Jordskjælvet er ogsaa merket i Haalandsdalen og i Jondal.

Hr. H. PEDERSEN skriver fra Mosterhavn, at jordrystelsen er følt baade der og paa hele den sydvestlige del af Stord. Tiden angives til kl. ca. 4 fm. Angaaende stødenes antal bemerkes: „Første stød noksaa fast, og saa ligesom et kraftigere ryk før første drøn fik slut, saa et svagere stød og rystelse, saa et noksaa sterkt stød med liden pause imellem, og saa en fjerde og svagere rystelse. Det første stød varede adskillige sekunder, men de øvrige adskillig kortere. Ingen kan opgave nøiagtig tid.“ De fleste holder paa, at bevægelsen forplantede sig fra øst mod vest. Rystelserne ledsagedes af lyd som af torden. Husene dirrede, ovne og lamper klirrede.

Hr. lærer AASE beretter fra Haavik pr. Mosterhavn, at jordskjælvet var saa sterkt, at huset rystede, og kakkellovne klirrede. Bevægelsen forplantede sig fra vest mod øst.

Herr fyrvogter STORKSEN beretter fra Espevær fyr, at jordskjælvet føltes der kl. 3.50 fm. Der merkedes kun en langsom bølgeformig bevægelse, der forplantede sig fra no. mod sv. Lyden karakteriseres som en vedholdende rullen. Ingen gjenstande kom i bevægelse. Jordrystelsen er ogsaa merket af folk, der var under seil i Bømmelfjorden.

Gjennem hr. pastor ANDREAS ANDERSEN har jeg faaet en meddelelse fra hr. KNUT DAHL paa Lervik. Tiden angives til kl. 3.50 fm. Der hørt en forunderlig during i luften. Huset rystede ganske svagt, og vinduerne klirrede. Det syntes, som om rystelsen kom efter lyden. Rystelsen merkedes i sterkere grad paa Lervik end i Fitjar.

Fra Fitjar skriver herr amtsskolelærer PETER M. LILLEBØ, at rystelsen indtraf mellem kl. 3.48 og 3.49, uret blev rettet efter normalur den 3die januar 1902 og havde da fortet 2 minutter siden 25de september 1901. Jagttageren, der sov paa gaarden Sagathun, vækkedes ved stød og dur. Der merkedes kun et stød, der antagelig varede et sekund. Forøvrigt skriver hr. LILLEBØ:

„Stødet merkedes som en horisontal rystning eller dobbelt-svingning fra syd mod nord (el. sydvest mod nordøst) og tilbage, et slags ryk, der var kort, men temmelig markeret. Under denne bevægelse vaagnede jeg.

En jevn og sammenhængende dur hørt i sydlig eller sydvestlig retning samtidig med og nogle sekunder efter stødet. Lyden forekommer mig lig en mellemting mellem en sterk vindflages susen og en svagere tordens rullen (altsaa hverken susen eller rullen), kanske helst i lighed med et større snelags nedrasen fra et helletag.

Hele bevægelsen, duren iberegnet, varede neppe et halvt minut, fra den tid jeg vaagnede.

Min vertinde, der laa i husets vestre ende, vækkedes af duren, der forekom hende lig en vogns rullen i længere afstand, i vest- eller sydvestlig retning.

En ældre husholderske hos naboen paa samme gaard vækkedes ved, at sengen skjælv, og det „knast“ (knaged) i „naaverne“ (hushjørnerne). Hun laa paa et loft eller kvistværelse.

Amtsskolens bestyrer, kirkesanger HOUGLAND, landhandler DAHLE og lensmand IVERSEN har intet hørt. Derimod fortæller

lensmanden, at pastor ANDERSEN fra Kvindherred, der forretted gudstjeneste i Fitjar sidste helg, baade havde følt rystelsen og hørt lyden. Han havde som jeg revet af en fyrstikke, og hans ur viste da 3 t. og ca. 50 min. søndag morgen. Han havde ogsaa nævnt, at en mand ude fra øerne, som han havde talt med søndag, havde merket jordskjælvet.“

Hr. proprietær ERICHSEN fra Kuven ved Os beretter, at jordskjælvet er iagttaget paa Osøen, hvor en mand blev vækket af det.

Ogsaa fra Bergen haves underretning om, at jordskjælvet er merket her. Saaledes har hr. kjøbmand HERM. FRIELE B. S. iagttaget det ved sin eiendom ved Stadsporten. Hr. FRIELE karakteriserede det som en svag rysten, der ikke var sterk nok til at vække sovende.

Fru S. JENSEN, Nordnæsveien, hørte en svag during, derpaa merkedes en svag bølgebevægelse, efterfulgt af en sterk risten eller dirren i huset. 2 døre, som ikke var laaste, sprang op, og sneen rasede fra taget. 2 personer vaagnede. Iagttageren havde omtrent samme følelse som ved jordskjælvet den 31te januar 1899, dog var ikke jordskjælvet den 9de februar saa langvarigt.

Hr. fabrikeier J. C. MEYER, Aarstad, tilligemed 3 andre voksne personer vækkedes ogsaa af jordrystelsen. Der meddeles, at der følte 2 stød, det ene kraftigere end det andet.

Herr distriktslæge THESEN, Valestrandfossen paa Osterøen, vaagnede ogsaa af jordskjælvet. Lyden karakteriseres som en rullen; nogen bevægelse merkedes ikke. Lyden syntes at komme fra syd.

Forøvrigt synes ikke jordskjælvet at være følt paa Osterøen, baade hr. sogneprest JOHAN LAVIK i Hosanger og hr. sogneprest SELMER i Brudvik meddeler, at de intet har kunnet erfare om jordskjælvet trods mange forespørgsler.

Vigtige meddelelser om jordskjælvet's udbredelse mod nord har jeg faaet af hr. sogneprest BJØRNSTAD i Lindaas. Hr. BJØRNSTAD skriver: „Jordskjælvet er følt i Myking paa gaardene Rødland og Hodne, i Lindaas paa Kaardal, i Austreim paa selve Austreim og Utkjeilen, samt paa Fedje. Paa alle steder merkedes det som et sterkt brag, paa Fedje som torden. Retningen angives fra Hodne at have været fra s. til n.“

Stort længere nord kan jordskjælvet neppe have forplantet sig. For sikkerheds skyld tilskrev jeg lensmanden i Hyllestad for

at høre, om nogen paa de kanter skulde have merket jordskjælvet, men fik til svar, at man intet havde merket i hans distrikt.

Tidspunktet for jordskjælvets indtræden angives som sædvanlig altid forskjelligt. Saavidt jeg har kunnet erfare, maa følgende tidsangivelser ansees for at være de mest korrekte: Gjæsdal 3.50. Nærstrand 3.54, Førde 3.49, Espevær 3.50, Lervik 3.50, Fitjar 3.48—3.49. Angaaende disse tidsangivelser er at merke, at hr. lærer AARSTAD i Nærstrand noterte 3.50, men kom efter konference med ryfylkebaadens ure til det resultat, at hans ur gik 4 minutter for sent. Hr. sogneprest SELMER i Førde havde rettet sit ur efter telefonstationens, og hr. lærer LILLEBØ i Fitjar, der angiver tiden til mellem kl. 3.48 og 3.49, meddeler, at hans ur blev rettet efter normalur den 3die januar 1902, og da havde det fortet kun 2 min. siden 25de september 1901. Jeg skulde, efter hvad der her er oplyst, være tilboielig til at anse 3.49 som det rigtige tidspunkt.

Saa lidet noiagtige som tidsangivelserne i almindelighed er, og efter forholdenes natur kan være, finder jeg det meningsløst at forsøge ved hjælp af dem at finde ud, hvorfra bevægelsen skulde have sit udgangspunkt. For at faa rede paa dette, tror jeg, at man maa undersøge, hvor bevægelsen har været stærkest og stødene flest. Som arnested udpeger sig da ganske naturlig strøget mellem Mosterhavn og Olen i Søndhordland. Dette strøg ligger ogsaa ganske centralt i forhold til hele det rystede felt; saaledes ligger det noiagtig midt imellem nordre og søndre grænse for jordskjælvets udbredelsesomraade.

Der er i det heromhandlede strøg noteret 2, 3 ja op til 4 stød. For nogenlunde at angive styrken hidsættes de noterte virkninger i Olen: „Ovne klirrede, døre sprang op, vægur stansede, og den 7—8 tommer tykke is, der bedækkede fjorden, var om morgenen fuld af sprækker.“ Ogsaa i de nærmest nordenfor og søndenfor liggende strøg var bevægelsen sterk. I de centrale strøg vækkedes de fleste, der ikke sover særlig tungt. Ude mod grænserne har derimod bevægelsen været for svag til at vække folk, og jordrystelsen er derfor næsten udelukkende iagttaget af folk, der tilfældigvis har været vaagne. Flere steder har man kun hørt den lyd, der ledsagede jordskjælvet, og ikke merket selve rystelsen.

Jeg mener, at ogsaa de uden reservation angivne forplantningsretninger kan bringes i samklang med denne antagelse om ovennævnte udgangsstrøg, jeg vælger med forsæt ikke udtrykket udgangspunkt, for jordskjælvet. Saaledes beretter iagttagerne fra

de nordenfør liggende steder Fitjar, Valestrandsfossen og Lindaas om, at bevægelsen eller lyden kom fra syd. Iagttagerne fra Mosterhavn og vestenførliggende strøg mener, at bevægelsen kom fra øst, og iagttageren fra Espevær fyr, at den kom fra nordøst. I Gjæsdal holder man paa, at bevægelsen kom fra nord, og i Rosendal synes man, den kom fra vest, muligens dog ogsaa fra modsat retning. I Tysvær antoges bevægelsen at komme fra no. Saa langt stemmer de angivne forplantningsretninger bra med teorien; men de tre angivelser fra strøget øst for Haugesund er ikke i fuld saa god overensstemmelse med min antagelse. Fra Førde holder en paa v—ø., en anden paa ø—v., det sidste stemmer med teorien, en tredje paa s—n. I Nærstrand antages derimod bevægelsen at komme fra v., hvad der ikke passer med min antagelse. Naar man imidlertid ved, med hvilken vanskelighed det er forbundet at bestemme forplantningsretningen, naar man midt paa natten vækkes op af et jordskjælv, og man ved, hvorledes landskabets geologiske bygning kan bevirke afvigelser fra den oprindelige retning, saa tror jeg, man vil indrømme, at de som sikre anførte forplantningsretninger i det hele taget maa kunne tages til indtægt for min antagelse om udgangsstrøget.

2) Jordskjælvet paa strækningen Grimstad—Vallo den 17de august kl. ca. 2.45 em.

Det her nævnte jordskjælv synes kun at have forplantet sig langs den smale kyststribe mellem Moi pr. Grimstad og Vallo pr. Tønsberg. Desværre forblev paa en undtagelse nær de til folk i det rystede distrikt sendte schemaer ubesvarede, saa det har været umulig med sikkerhed at fastsætte grænserne for dette jordskjælv, som synes at have havt en ganske karakteristisk udbredelse. Det er saaledes ikke lykkedes at konstatere, om f. eks. jordskjælvet er følt i Laurvik, hvorfra ingen efterretninger haves. Da det vel maa formodes, at aviserne havde havt notiser om jordskjælvet, hvis det virkelig var følt der, kan man vel kanske gaa ud fra, at Laurvik ikke kan henregnes til det rystede strøg; men sikkert er det ikke. At det under disse omstændigheder er vanskeligt at have nogen begrundet formodning om arnestedet er en selvfølge. Hr. skolebestyrer TRONSGAARD, Fevig pr. Grimstad, gjør opmærksom maa, at jordskjælvet har fulgt den lange moræne her, Tromø, Mærdø, Bukjær, Fevig, Husland og Moi. Det syntes ogsaa, som dette havde været tilfældet over store strækninger; men bevægelsen har ogsaa ved det rystede strøgs nordøstre grænse forplantet sig udenfor morænen.

De bevægelsesretninger, man har noteret, gaar dels parallel morænenes længderetning, saaledes paa Tromøen no—sv. og paa Borøen no—sv., dels so—nv. eller o—v., Flødevigen pr. Arendal, hvor bevægelsen i saafald har forplantet sig i retning omtrent lodret paa moræneryggen, dels omtrent s—n som ved Tvedestrand og Vallo. Disse faa noterte bevægelsesretninger kan, med undtagelse af den fra Vallo, hvor man er usikker, bringes i overensstemmelse med den opfatning, at jordskjælvet har havt sit udgangspunkt i morænen og dels har forplantet sig langs denne, dels ogsaa ud fra denne i retninger omtrent lodret paa dens længderetning.

Hvor i morænen udgangsstrøget skulde være at søge, fremgaar desværre hverken af bevægelsesretninger eller tidsangivelser, hvilke sidste er mere end sparsomme. Skulde man tage hensyn til bevægelsens styrke, skulde man nærmest være tilbøielig til at henlægge udgangsstrøget til strækningen Tromø—Mærdø, hvor bevægelsen synes at have været meget kraftig. Men ganske paafaldende synes ogsaa bevægelsen at have været meget sterk ved feltets nordøstre ende, idet der fra Vallo meddeles, at selv de tyngste møbler hoppede. At bevægelsen saavel paa Tromøen som den nordøst for denne liggende Borø antages at komme fra no., synes heller ikke at stemme rigtig med en saadan antagelse; men herved er dog at merke, at det ikke altid er saa let at fastsætte, fra hvilken kant bevægelsen kommer, og at man ofte fra samme lokalitet faar angivet de to hinanden diametralt modsatte retninger som den retning, hvorfra bevægelsen kom.

Desværre er tidsangivelserne paa to undtagelser nær alle omtrentlige. Der angives „mellem klokken 2 og 3,“ „ved tretiden“ o.s.v. Kun i meddelelserne fra Sygehusløkken ved Tønsberg og fra Østeraa ved Tvedestrand haves bestemte tidsangivelser. Paa første sted angives tiden til kl. 2.42, paa sidste til kl. 2.45.

For at man skal faa et indtryk af jordskjælvet, hidsættes følgende uddrag af avisnotiser og private meddelelser:

I „Vestlandske Tidende“ for 18de august læses: En noksaa sterk jordrystelse merkedes igaar eftermiddag ved 3-tiden paa Tromøen. Efter hvad der meddeles os fra Tybakkilen, var rystelsen saa sterk, at jorden skjælv. Det hørted ud, som om et jernbanetog gik forbi i nærheden, saa stort bulder fulgte der med. Rystelsen syntes at gaa i retning fra no. til sv.

Ogsaa i nærheden af Haavegaard merkedes jordrystelsen, og her lader det til, at den følted endda sterkere. Kakkellovnenne rystede

sterkt, og jorden skjælv. Et par damer, der laa og hvilte, sprang af forfærdelse ud af sengene, der rystede sterkt.

Hverken paa Skilsøen, paa Bratteklev eller paa Rævesand har man dog merket noget til jordrystelsen, efter hvad der meddeles os.

Fra Mærdø telefoneredes iformiddag til vort blad, at man ogsaa der merkede en sterk jordrystelse igaar eftermiddag ved 2-tiden. Vor meddeler oplyser følgende:

Omtrent midt paa øen i et nyt hus bor en kone, der blev yderlig forfærdet over rystelsen. Alt, hvad der stod paa hendes buffet, faldt ned. Hos landhandler TØNNESEN merkedes ogsaa jordrystelsen, ligesaa hos skolelærer HAALANDS; begge steder foraarsagede den megen ængstelse og forskrækkelse. Det samme var tilfældet paa Nabben (lige ved toldstationen). Medens fhv. skibsfører CHR. CHRISTENSEN sad og læste aviser i sin stue, begyndte pludselig huset at ryste. Kakkelovnene skjælv, dørene rystede, og enkelte ting faldt ned. Det hele varede dog ganske kort.

Buldret hørtes ud som torden.“

Dagen efter indeholdt „Vestlandske Tidende“ følgende notis:

„Efter de undersøgelser, vi igaar havde anledning til at anstille, skulde man ikke have merket nogen jordrystelse paa eller ved Rævesand. Imidlertid meldes der til vort blad idag, at man merkede en sterk rystelse paa indre Torjusholmen, der ligger vestenfor Rævesand. Der fulgte et bulder med som et tordenskrald.

„Efter hvad vi hidtil ved, har man altsaa merket rystelsen baade i Tybakkilen, ved Haavegaard og paa indre Torjusholmen.

Endvidere merkedes jordrystelsen — som igaar meddelt — paa Mærdø, og idag meldes vort blad, at man ogsaa merkede den i ø. Moland.“

„Morgenbladet“ havde den 19de august følgende meddelelse:

„Om det i aftennummeret nævnte jordskjælv, som søndag eftermiddag merkedes paa Tromøen ved Arendal, melder et specialtelegram til „Morgenbladet“ igaaraftes fra Arendal, at rystelsen tildels var ledsaget af hörbar rullen. Rystelsen, som var ganske kortvarig, merkedes ogsaa paa Mærdø. Jordskjælvets udstrækning var vistnok meget begrænset; paa mange steder paa Tromøen havde man saaledes intet bemærket. Sterkest har det antagelig ytret sig paa Mærdø, hvor for eksempel adskillige gjenstande paa et skab væltede. Hidtil har man ingen jordrystelser merket paa de øvrige øer eller paa fastlandet.“

Et privattelegram til „Verdens Gang“, dateret Arendal den 18de august, melder:

„Igaar eftermiddag ved halv tretiden gik et noksaa sterkt jordskjælv over Tromøen. Efter oplysninger, som Deres korrespondent har indhentet, begyndte det ganske svagt paa gaarden Skare et godt stykke øst for Tromø kirke paa øens udside. Det gik i sydvestlig retning ligetil Mærdø ved øens vestende — 7—8 kilometer. Det tiltog i styrke, efterhvert som det gik vestover, og var paa det sterkeste saa voldsomt, at vinduerne klirrede, og ovnene rystede sterkt, og et par steder ramlede nips og andre gjenstande ned af etagererne. I rystelsen, som varede 4—5 sekunder, merkedes særlig to sterke stød. Den ledsagedes af sterk larm som af en lidt fjern torden, og larmen hørtes en stund efter, at rystelsen havde lagt sig. Fra Mærdø, hvor det var sterkest, har det sandsynligvis taget en mere sydlig retning, da intet merkedes paa den anden side af sundet.“

Yderligere efterretninger haves i „Vestlandske Tidende“ for 20de august, hvor der skrives: „Igaar eftermiddag telefoneredes til vort blad, at man ogsaa i Rægevik og Rævesand havde merket jordrystelsen. I et hus havde nipsgjenstandene rystet saa sterkt, at de holdt paa at falde ned.

Idag meddeler HERMAN ERIKSEN, Songe, os, at han ogsaa merkede jordskjælvet søndag eftermiddag mellem kl. 2 og 3. Han laa og hvilede middag, da huset pludselig rystede sterkt. Hans kone sprang straks ud for at se, hvad det kunde være. Hun tænkte sig muligheden af, at en stor sten var ramlet ned fra fjeldet, eller at nogen kjørte uvorrent. Der fulgte en dump lyd med omtrent som en fjern torden. Ogsaa ERIKSENS nabo merkede jordrystelsen i sit hus. Kachelovnene rystede sterkt, og hele huset skjælv.“

Den 21de august indeholder atter „Vestlandske Tidende“ en notis om jordskjælvet og dets udbredelse: „Det ser ud til, at jordskjælvet ikke har været saa lokalt, som det fra først af maatte antages. Som tidligere meddelt er det merket paa flere steder i ø. Moland, saaledes paa Brækka, hvor kopperne dansede paa buffeten, paa Songe, paa Tromøen og paa Mærdø. Endvidere merkedes jordrystelsen paa Fevig, hvor husene rystede, og det hørtes ud som duren af et kjøretøi. Ja, helt op til Tønsberg har rystelsen gaaet.

Fra Borøen skrives igaar til vort blad:

Med hensyn til jordrystelsen, omtalt i Deres ærede blad, kan meddeles, at vi ogsaa her paa Staubo ved 3-tiden om eftermiddagen

hørte en rullen som et fjært tordenskræld, dog var lyden en del forskjellig fra lyden af et almindeligt tordenskræld. Vi hørte den i ca. 12 sekunder successivt aftagende i styrke. Retning fra no. til sv. Noget rystelse mærkedes indlertid ikke, og da vi just sad ved kaffebordet om eftermiddagen og saaledes havde haft god anledning til at iagttage dette, kan dette paastaaes med bestemtbed. Luften var klar, da vi, i det samme skrældet, var over saa efter, om rogen byge var i aamørsel.“

Den næste dag læses i samme blad en meddelelse fra hr. G. M. DANNVIG, Fødevejen pr. Arnsdal, hvorefter hidsattes: „Jeg havde netop strakt mig paa sengen efter middagen, omtrent kl. 3¹/₄, da jeg pludselig hørte en rullende lyd, og samtidig rystede huset mærkbart. Det hele mindede nærmest om et jernbaretog, der kjører forbi i fuld fart, dog var bevægelserne sterkere og lyden svagere, om dette havde været tilfælde. Noget stød bemærkedes ikke, kun den forømtalte rullende eller maaske rettere rystende bevægelse. Lyden og rystelsen optraadte samtidig, og det hele varede knapt 2 sekunder. Den kom fra øst eller so. og forplantede sig videre i modsat retning.

I første øieblik antog jeg, at den vogn, der var bestilt til kl. 3¹/₂, var ankommet; men kunde dog ikke finde forklaring paa den omstændighed, at huset rystede, samt at lyden syntes at komme fra den side af huset, hvor der ingen kjørevei er. Jeg gik derfor ned for at se, hvorledes det forholdt sig, men fandt, at vognen ikke var kommet. Den kom omtrent et kvarter senere.“

I skrivelse til dr. REUSCH har hr. skolebestyrer TRONSGAARD, Fevig pr. Grimstad, bl. a. meddelt følgende:

„Søndag den 17de ds. havde vi et noksaa mærkbart jordskjælv paa disse kanter. Og underlig nok fulgte det morænen her: Tromø, Mærdø, Birkfær, Fevig, Husland, Moi. De gaarde, hvor det mærkedes, ligger enten paa moræneryggen eller i den mod sjøen vendende skraaning. Om det mærkedes længere vestover end Moi, ved jeg ikke.“

Det eneste udfyldte jordskjælvsschema, der er blevet mig tilsendt fra distriktet, skriver sig fra hr. adjunkt Sv. SVENDSEN, der efter konference med hr. ingeniør GUBE i Tvedestrand har besvaret de i schemaet fremsatte sporgsmaal. Det fremgaar af dette schema, at jordskjælvret indtraf kl. 2.45 em. Iagttagelser skede paa Østeraa pr. Tvedestrand under middagen. Der mærkedes intet stød, men en jevn skjælvning, der varede ca. 6—7 sekunder. Retningen angives

at være omtrent s—n. Glassene paa bordet klirrede, og et stort egetræskab, der stod ved værelsets sydlige ende, rystede. Lyden skildres som en sterk tordenlignende rullen, der hørtes lidt før, under og lidt efter bevægelsen. Flere personer i huse, der laa i linje enten syd eller nord for iagttageren, havde merket akkurat det samme. Derimod merkede man intet i huse, der laa ca. 200 m. vestenfor. Et par piger, der laa paa et jorde ret nord for huset, hørte en lyd, som lignede en vogns rullen.

Ogsaa fra den nordøstlige del af udbredelsesomraadet haves nogle meddelelser; saaledes indeholder „Tønsbergs Blad“ den 18de august følgende notis om jordrystelsen ved Vallo:

„Ved 3-tiden igaar — søndag — eftermiddag merkede baade manden og fruene i et hus paa Vallo en kort, men heftig jordrystelse, saa møblerne, selv de tungeste, hoppede paa sin plads. Det hele varte kun et par sekunder, og det var derfor ikke let at bestemme rystelsens retning; men det synes at gaa fra syd mod nord. Manden i huset ret over gaden havde ogsaa merket en lignende fornemmelse paa samme tid uden dog at gjøre sig nogen nærmere tanke derved. Forøvrigt skal ingen have merket noget, saa jordrystelsen maa have været særdeles knapt begrænset.“

Dagen efter findes i samme blad indsendt følgende:

„I sidste nummer af „Tønsbergs Blad“ læste jeg, at der i Vallo var merket et kort stød af jordskjælv ved 3-tiden søndag. Da det muligens kan have sin interesse at følge den vei, det tog, kan jeg oplyse, at jeg paa Sygehusløkken merkede et lignende kort stød kl. 2.42. Det var da ikke sterkt.“

3) Jordskjælvet paa kyststrækningen af Søndre og Nordre Trondhjems samt Nordlands amter den 4de september kl. 10 fm. Da der til nævnte tidspunkt meldtes om jordskjælv fra Nordfjordeid, Roan (i Søndre Trondhjems amt), Namdalen og Herø, kunde der tænkes, at man her stod overfor et jordskjælv, der havde rystet kyststrøgene lige fra Nordfjordeid og til Herø (Nordland). For at faa rede paa, om rystelsen ogsaa var merket paa kyststrækningen mellem Nordfjordeid og Roan, udsendte jeg straks en hel del forespørgsler til folk i vedkommende distrikter og fik ogsaa svar paa de fleste af disse forespørgsler. Det fremgik heraf, at jordskjælvet ikke er iagttaget i Sunnelven, Bud pr. Molde, Grip fyr pr. Kristianssund, Hitteren og Frøien. Fra Flatanger i Nordre Trondhjems amt meddeler derimod sognepresten, at jordrystelsen merkedes saavel i Sør- som Nord-Flatanger, medens der

fra Brønø i Helgeland ikke findes paalidelig udtalelse om, at jordskjælvet er følt der. Heller ikke i Rødø skal det være merket. Siden er der indkommet udfyldte schemaer fra Halten fyr (nordligst i Froøernes gruppe) og Lovunden (vest for Ranenfjord).

Efter det foreliggende materiale maa da jordskjælvet have strakt sig langs kysten fra Halten fyr i syd til Lovunden i nord. Afstanden mellem disse ydergrænser er omtrent 290 km. Tiden angives til „kl. 10 fm.“ og „omtrent kl. 10 fm.“

For at man skal faa et bedre indtryk af jordskjælvet og dets virkninger, hidsættes følgende avisnotiser og uddrag af schemaer:

Hr. fyrvogter LØVOLD, Halten fyr, meddeler, at han kl. omtr. 10 følte en ganske svag rystning, der forplantede sig fra sv. til no. Rystelsen var ledsaget af en lyd, der sammenlignedes med et fjernt tordenskrald, hvis varighed kunde sættes til et minut, eller 3 gange saa lang tid som et tordenskrald. Jordskjælvet indtraf, da lyden var paa det sterkeste.

„Dagsposten“ i Trondhjem indeholdt den 8de september følgende brevkortmeddelelse, der er dateret Roan 5te september:

„Igaar ved 10-tiden merkedes her et jordskjælv ledsaget af en noksaa sterkt drøn; vindusruder knirkede, og andre letbevægelige gjenstande rystede. Drønet gik fra øst mod vest og varede ca. 10 minutter.“

Til „Verdens Gang“ telegraferes den 10de september fra Trondhjem:

„Fra Roan meldes den 4de september om et jordskjælv, ledsaget af sterke drøn. Det gik fra øst mod vest og varede i 10 minutter. Fra Helgeland meldes samme dag om jordrystelser.“

I „Dagsposten“ læses den 13de september følgende meddelelse om jordskjælv i Namdalen:

„Torsdag 4de septbr. kl. 10 formiddag gik der et jordskjælv her i ytre Namdalen. Paa sine steder bevægede jorden sig meget sterkt. Selv inde i hus merkede man bevægelsen. Vinduerne truedes med at gaa istykker. Jordskjælvet fulgtes af en sterk tordenlignende larm.“

Fra Herø skrives 4de september til „Nidaros“:

„Ved 10-tiden i formiddag kjendtes her en lettere jordrystelse, som bragte ovnene til at klirre. Rystelsen, som varede omtrent $\frac{1}{2}$ minut, ledsagedes af en dur. Denne sammenlignes dels med lyden af et dampskib, dels med lyden af en flok fugle i flugt.“

Ifølge udfyldt schema fra Hr. EDVARD LARSEN i Lovunden i

Lurø indtraf jordskjælvet der kl. 10 fm. (normaltid). Der merkedes en skjælven ledsaget af en dur. Bevægelsen syntes at komme fra vest og gaa mod øst.

b. Lokale jordrystelser.

4) Jordrystelse paa Stabben fyr ved Florø den 25de januar kl. 4 em. Der merkedes en svag skjælvning, som ledsagedes af en svag underjordisk torden. Lyden og skjælvningen var samtidige. Bevægelsen kom fra nord og forplantede sig mod syd.

5) Jordrystelse i Søndhordland om aftenen den 8de februar. Denne jordrystelse gik umiddelbart forud for det tidligere behandlede jordskjælv den 9de kl. 3.49 fm., men synes at være indskrænket til et mindre omraade. Af meddelelser hidsættes:

I „Annoncetidende“ for onsdag den 12te februar 1902 læses: „Et noksaa sterkt jordskjælv merkedes lørdag aften paa flere steder i Søndhordland. Selve stødet varede ikke ret mange sekunder, men efterfulgtes af et noksaa langvarigt drøn. I Skonevik noteredes retningen fra øst mod vest“.

Ogsaa paa Bru i Strandebarm merkedes jordrystelsen, efter hvad hr. PEDER HANSEN BRU har indberettet. Tiden angives til kl. omtrent 7 em. Paa en butik paa gaarden Fosse var bevægelsen saa sterk, at endel gjødselgreb, der stod i en krog, begyndte at ryste, og huset skjælv noget. En svag dur hørtes i øst. Paa flere gaarde bemerkedes dog ikke jordrystelsen.

I det hele taget synes jordrystelsen at have været temmelig svag, og da det større jordskjælv merkedes ved 4-tiden næste morgen, er det mindre gaaet i glemmebogen, saa jeg kun har faaet tag i de to heranførte meddelelser.

6) Jordrystelse paa Klep paa Jæderen den 1ste mars mellem kl. 5 og 5.30 em. Oplysningen om denne jordrystelse skyldes hr. G. E. STANGELAND, der har givet følgende indberetning:

„Lørdag den 1ste mars d. a. mellem kl. 5 og 5.30 eftermiddag merkede jeg og flere af mine naboer et jordskjælv her paa gaarden. Jeg befandt mig i stuen og hørte en lyd som af en tung rullende vogn paa frossen vei eller brolagt gade; men jeg merkede ingen rystelse. Lyden varede kun nogle faa, neppe 10, sekunder og syntes at komme fra vest. Efter 5 à 10 minutters forløb gjentog samme lyd sig med samme varighed, men uden rystelse. Da her gaar en vei forbi huset, troede jeg først, at det var kjørsel, men gjort opmærksom paa, at ingen havde passeret, forstod jeg først,

at det maatte være jordskjælv. Nøiagtig tidsbestemmelse blev derfor forsømt.

Hos en af mine naboer klirrede en dør, samtidig med at lyden hørtes 3 gange med mellemrum.

En anden nabo var ude paa marken og hørte lyden 2 gange med nogle minutters mellemrum, men merkede ingen rystelse.“

7) Jordrystelse paa Helligsø ved Bergen den 6te mars præcis kl. 2 fm. Ifølge indsendt schema fra hr. fyrvogter WELTZ merkedes til ovennævnte tidspunkt i fyrtaarnets vagtværelse og i et beboelsesrum i udhuset af ialt 4 voksne personer en jordrystelse. Der var ikke noget egentligt stød, men en sterk rystelse, der syntes at virke baade i horizontal og vertikal retning. Varigheden ansloges til mindst 15 sekunder. Om bevægelsesretningen var de forskjellige iagttagere ikke rigtig enige. Angaaende jordrystelsens virkninger oplyses der om, at oljen i vagtlampens beholder (i taarnet) skvulpede, og det samme var tilfældet med oljen i den lampe, der benyttedes i beboelsesrummet. Det knagede ogsaa i huset, der er af tømmer. Da fyrvogteren som brandlidt for tiden boede væg i væg med fjøset, havde han anledning at høre, at samtidig med at jordrystelsen indtraadte, begyndte kjørene at raute og hønsene at kagle.

8) Jordrystelse i Dale i Søndfjord nat til 6te mars. Om denne rystelse skriver frk. NIKKA VONEN:

„Nat til 6te mars føltes et mindre jordskjælv herinde kl. 2 om natten efter vort ur. En bonde fortalte mig, at det var ikke jordskjælv, men „jorddøn“, og meget langvarig, han troede 1 minut. Mange her bemærkede den sterke dur uden med bestemthed at kunne angive retning. Jeg vilde sige fra syd til nord.“

Da de to sidstnævnte jordrystelser (no. 7 og no. 8) er merket til omtrent samme tid, turde der være en mulighed for, at de helst burde slaaes sammen. Da man imidlertid i Dale ikke har kunnet angive tiden med nøiagtighed, og der ikke haves meddelelser fra mellemliggende strøg om, at rystelsen er merket der, har jeg fundet det rigtigst at opfatte dem som to særskilte rystelser, saa meget mere som undersøgelserne i anledning rystelserne den 4de september kl. ca. 10 fm. har vist, at man her virkelig stod over for to særskilte jordskjælv.

9) Jordrystelse i Kristiania den 18de mars kl. 2.23 fm. Fra dr. REUSCH har jeg modtaget følgende meddelelse:

„Cand. min. A. HOLMSEN meddeler, at han nat til 18de mars 1902 vaagnede ved et stød eller kanske en vuggende bevægelse;

denne samme vuggende bevægelse gjentog sig to gange med omtrent 1 minuts mellemrum. Mellom første og anden bevægelse var det efter et nøiagtigt ur (kronometer tid) 2.23. Lampen klæredes. Bøllig: Noubereggen 2^{III}, antagelig ikke fast fjeld. Meldelerens husten vaagnede ikke.“

Efter hr. HOLMSENS opgivende sendtes af dr. REUSSEN en notis til „Aftenposten“, uden at man dog senere har faaet flere meddelelser om rystelsen.

10) Jordrystelse i Krødsherred den 2den juni mellem kl. 5 og 6^{1/2} morgen. Hr. sogneprest MAXVAD indberettede følgende:

„De underrettes herved om, at vi idag fra kl. 5—6^{1/2} morgen erfarede en jordrystelse hersteds saavidt sterk, at uret bevægede sig ustanselig frem og tilbage paa væggen.“

11) Jordrystelse i Søndhordland den 13de august kl. 7.31 em. Om dette jordskjælv haves to indberetninger, den ene fra hr. kommunelæge KRISTENSEN i Førde og den anden fra hr. landhandler O. H. BIRKELAND i Vikebygd. Tidspunktet angives af den førstnævnte til kl. 7.31 em. (telegraftid), af den sidstnævnte til kl. 8. Da jeg har antaget, at den sidstnævnte tidsangivelse ikke gjør forring paa større nøiagtighed, minutter er ikke angivne, har jeg gaaet ud fra, at den i begge beretninger nævnte jordrystelse er den samme.

Hr. kommunelæge KRISTENSEN skriver:

„Idag, 13de august, kl. 7.31 em. (telegraftid) hørte jeg et svagt jordskjælv her paa stedet. Det hørtes som en noget fjern, voldsom kjøring og var af 3—4 sekunders varighed. Ovnsdørene dirrede. Jeg selv følte ingen bevægelse, hvorimod et par andre merkede svag rystelse. Angaaende retningen kan jeg selv intet sige, da jeg befandt mig inde i huset, og man snakkede omkring mig. Nogle slaattefolk ude paa marken havde ogsaa merket det; den ene følte rystelse. De angav bestemt, at lyden kom fra nord og gik sydover.“

Ifølge det af hr. landhandler BIRKELAND indsendte jordskjælvschema er jordrystelsen iagttaget mange steder i Vikebygd, baade i det frie og i hus. Der merkedes tre svage og korte skjælvninger. Bevægelsen, der tydelig var bølgeformig, syntes at komme fra nord og forplante sig mod syd. Som det vil sees af kommunelæge KRISTENSENS meddelelse, var dette ogsaa hans opfatning. Husene skjælv lidt, og der hørtes en svag rullen, som naar man hører en kjørende vogn i det fjerne.

12) Jordrystelse i Nordfjordeid den 4de september

kl. 9.57 fm. Om denne jordrystelse haves to meddelelser, hvoraf den ene skriver sig fra hr. sogneprest P. HØEGH, og den anden var en notis i „Fjordenes blad“.

Hr. sogneprest HØEGH skriver:

„Skal ikke undlade at meddele, at der fandt et jordskjælv sted her paa Nordfjordeid torsdag 4de sept. kl. 9.57 fm. Inde i prestegaardens værelser hørtes det, som om flere vogne kørte ind imod huset paa en haard vei, hvorefter ovnene bevægede sig høilydt dirrende. Det hele stod paa ca. 7 sekunder. Retning nordost til sydvest. Nede paa jorden, ca. 100 meter søndenfor huset, slog folk korn; disse forekom det, at tordenen slog. Mine folk 100 meter nordenfor huset, beskæftiget med gravning af en grøft, troede, at der havde været en sterk kjøring paa landeveien, som de ikke kunde se, og som ligger ca. 400 meter fra det sted, hvor de arbeidede. Nogen almindelig opsigt som jordskjælv har det ikke vakt, da det var mindre kraftigt og i arbeidstiden.“

I „Fjordenes Blad“ læses den 10de september:}

„Et jordskjælv merkedes her i Eid sidstleden torsdag nogle minutter over $\frac{1}{2}$ 10 om formiddagen. Stødet, der gik fra nordost til sydvest, ledsagedes af en larm omtrent som af et fjernt tordenskrald og var saa sterkt, at ovne i værelserne klirrede.“

13) Jordrystelse paa Skomvær i Lofoten den 6te september kl. 6.30 fm. Hr. fyrvogter JAC. L. FALCK, meddeler, at man paa Skomvær paa nævnte tidspunkt iagttog en svag rystelse, der varede i 4 sekunder og forplantede sig fra syd mod nord. Ovnene rystede.

14—15) Jordrystelser mellem Fredriksstad og Rygge i Smaalenene den 8de september kl. 1.50 og 2.25. Rystelserne er iagttaget af hr. lensmand HANSEN og 6 andre voksne mennesker paa gaarden Brønnerød i Glemminge ca. 2 km. nord for vestre Fredriksstads grænse. Af iagttagerne laa 2 og hvilte middag, da det første stød indtraf. Uret gik antagelig 2 à 3 minutter for sent. Der merkedes en rystelse af huset, og ovnsdørene i loftsetagen klirrede. Stødenes varighed angives til 5 sekunder. Lyden var tordenlignende, men kort. Ved første stød hørtes tordenen i vest, ved det andet syntes den derimod at gaa fra øst mod vest. Lyd og rystelse var samtidige. Jordrystelsen angives ogsaa at være iagttaget af andre. Saaledes har hr. agronom EVENRØD merket den paa landeveien nær Gipsund i Rygge, og lærer JACOBSENS hustru

og søn i Trara skole p. Fredrikstad. Endvidere er den ogsaa iagttaget i kjøbmand TALLAKSENS hus i Trana.

16) Jordrystelse paa Skomvær i Lofoten den 1ste oktober kl. 9.35 em. Hr. fyrvocter JAC. L. FALCK beretter, at rystelsen der var meget svag, varede et par sekunder.

17) Jordrystelse paa Skomvær den 10de oktober kl. 9.50 em. Hr. FALCK meddeler, at rystelsen var saa sterk, at ovnene klirrede. En sterk dur gik umiddelbart forud for rystelsen. Varighed ca. 4 sekunder.

Resumé.

Im Jahre 1902 wurden in Norwegen 17 Erdbeben beobachtet, von denen 3 sowohl in bezug auf Verbreitung als auf Stärke als mittelgrosse Erdbeben bezeichnet werden können, während 14 ganz lokal auftraten. Das bedeutendste Erdbeben war das was am 9ten Februar eine 250 Km. lange Küstenstrecke von dem westlichen Norwegen erschütterte. Wie aus der Karte hervorgeht, wurde das Erdbeben auch in Røldal, 100 Km. von dem Meere entfernt, bemerkt. Es ist dies eine Landstrecke die nicht selten von Erdbeben erschüttet wird. Das andere mittelgrosse Erdbeben hat sich der Südostküste entlang bewegt. Die Länge des erschütterten Areal's von Moi bei Grimstad bis nach Vallø bei Tönsberg ist 160 Km., während die Breite vielleicht nirgends grösser als 25 Km. ist. Das dritte mittelgrosse Erdbeben, das dem nördlichen Norwegen gehört und deshalb nicht auf der Karte bezeichnet ist, hat sich über eine Küstenstrecke von ungefähr 290 Km.s Länge verpflanzt. Es ist schwierig die Breite des erschütterten Areal's zu bestimmen, aber man weiss doch, dass die Bewegung nur auf den Inseln und der gegenüberliegenden Küstenstrecke bemerkt worden ist.

Von den Erdbeben gehören 8 zu dem westnorwegischen Erdbebengebiete. Es stimmt dies mit den Erfahrungen früheren Jahre ganz überein; ungefähr die Hälfte sämtlicher Erdbeben tritt in diesem Gebiete auf.

Die ungefähre Verbreitung der Erdbeben des südlichen Norwegens sieht man aus der Karte, wo die Nummern sich zu denjenigen des folgenden Verzeichnisses referieren.

a. Mittelgrosse Erdbeben.

- 1) 9. Febr. 3.49 a. m. Die Küstengegenden von den Ämtern Stavanger und Søndre Bergenhus.

- 2) 17. Aug. ung. 2.45 p. m. Die Südostküste zwischen Grimstad und Tönsberg.
 3) 4. Sept. ung. 10 a. m. Die Küste von Halten Leuchtturm und bis nach Lovunden im nördlichen Norwegen.

b. Locale Erschütterungen.

- 4) 25. Jan. 4.00 p. m. Stabben Leuchtturm bei Florø.
 5) 8. Febr. ung. 7. p. m. Søndhordland.
 6) 1. März 5—5.30 p. m. Klep südlich von Stavanger.
 7) 6. — 2 a. m. Hellisø Leuchtturm bei Bergen.
 8) 7. — ung. 2. a. m. Dale, Søndfjord.
 9) 18. — 2.23 a. m. Kristiania.
 10) 2. Juni 5—5.30 a. m. Krødsherred.
 11) 13. Aug. 7.31 p. m. Søndhordland.
 12) 4. Sept. 9.57 a. m. Nordfjordeid.
 13) 6. — 6.30 a. m. Skomvær, Lofoten.
 14) 8. — 1.50 p. m. Die Umgegend von Fredriksstad.
 15) 8. — 2.25 p. m. Die Umgegend von Fredriksstad.
 16) 1. Okt. 9.35 p. m. Skomvær, Lofoten.
 17) 10. — 9.50 p. m. Skomvær, Lofoten.

Es ist bei diesem Verzeichniss zu bemerken, dass die als Nummer 7 und 8 bezeichneten Erdbeben vielleicht besser als ein einziges aufgefasst werden könnten. Da indessen keine Mittheilungen von den zwischenliegenden Gegenden vorliegen, und man mehrere Beispiele hat, dass Erdbeben zur gleichen Zeit verschiedene Gegenden erschüttern können, ohne mit einander in Verbindung zu stehen, so z. B. No. 3 und 12, habe ich nicht gewagt das Ganze als Wirkungen eines einzigen Erdbebens zu betrachten.

Übrigens verweise ich auf die folgende Zusammenstellung von Erdbebenberichten.

Num- mer	Datum	Ort	Zeit	Anzahl Stöße	Dauer	Art der Bewegung
1 a.	9 Febr.	Moi, Bjerkrem.....				Zittern
1 b.	—	Bue, Bjerkrem.....	4 a. m.			Zittern
1 c.	—	Gjesdal pr. Sandnes	3.50 a. m.		1'	
1 d.	—	Frafjord pr. Stavanger	3.40 a. m.			
1 e.	—	Tysvær, Ryfylke ...	4.15 a. m.		20—30"	Zittern
1 f.	—	Nærstrand, Ryfylke.	3.54 a. m.		4—5"	Starkes Zittern
1 g.	—	Vats, Ryfylke			45—60"	Zittern
1 h.	—	Næsheim, Skjold, Ryfylke	(?) 3.40 a. m.		8—10"	
1 i.	—	Sande, Ryfylke				Schwaches Zittern
1 j.	—	Sveen, Søndhordland	3.49 a. m.	Mehrere	Wenige Sekunden	Im unteren Stockwerk als Zittern, oberen als Wellenbewegung
1 k.	—	Förde, Søndhordland	4 a. m.			Kurzer, starker Stoß
1 l.	—	Vikevik, Søndhordland				
1 m.	—	Bjaastranden, Søndhordland		3		
1 n.	—	Fjeldberg, Søndhordland		2		Zuerst ein starkes Stoß und dann ein schwächerer

Richtung	Laut	Wirkungen	Bemerkungen
	Gedröhne vor dem Zittern		
	Gedröhne vor dem Zittern		Das Gedröhne schwächer als auf Moi
O oder -S	Andauerndes Getöse, als führe man sehr schnell		
	Gedröhne ein wenig vor dem Zittern	Das Bett zitterte Ein Mann wurde aus dem tiefsten Schlaf geweckt	
-SW (?)	Rollen wie Donner ungefähr gleichzeitig mit dem Zittern	Öfen klirrten	
-O	Wie Donner, zuerst ferner, dann näher und stärker. Vor dem Zittern und bis zu Ende desselben	Die Tische zitterten. Fenster und Öfen klirrten. Das Haus krachte	
	Wie eine Schneelavine in der Ferne	An der Küste schwaches Zittern, landeinwärts stärker, so dass Öfen und Fenster klirrten, und Leute geweckt wurden	
-N oder -NW	Gedröhne wie ferner Donner, der sehr stark zunahm	Haus und Bett zitterten. Öfen klirrten. Aus Halbschlummer geweckt	
	Gedröhne oder Getöse		
-O und -W	Unterirdischer Donner und andauerndes Rollen		
-N		Die Häuser zitterten, und die Lampen bewegten sich klirrend	Sonnabend kein Erdbeben beobachtet
		War nicht so stark, dass alle Schlafenden geweckt wurden	
		Der erste Stoss so stark, dass das Bett sich bewegte. Die anderen schwächer	

Num- mer	Datum	Ort	Zeit	Anzahl Stöße	Dauer	Art der Beweg
1 o.	9. Febr.	Stangeland, Ølen . . .	Ung. 4 a. m.	1		
1 p.	—	Etne, Søndhordland				
1 q.	—	Röldal				Schwaches Zitt
1 r.	—	Rosendal	3.15 a. m.		20"	
1 s.	—	Bru, Strandebarm . .	Ung. 4 a. m.			
1 t.	—	Mosterhavn	Ung. 4 a. m.	4 à 5		
1 u.	—	Mosterhavn				
1 v.	—	Espevær bei Bömmel	3.50 a. m.	1	30"	Wellenbeweg
1 w.	—	Lervik, Stord	3.50 a. m.			
1 x.	—	Fitjar, Stord	3.48—49 a. m.	1	1"	Stoss
1 y.	—	Osören				
1 z.	—	Bergen		1		Schwaches Zitt
1 æ.	—	Bergen		1		Schwaches Zitt
1 ö.	—	Aarstad, Bergen . . .		2		
1 aa.	—	Valestrandsfossen, Osterö				
1 α.	—	Hodne, Myking				

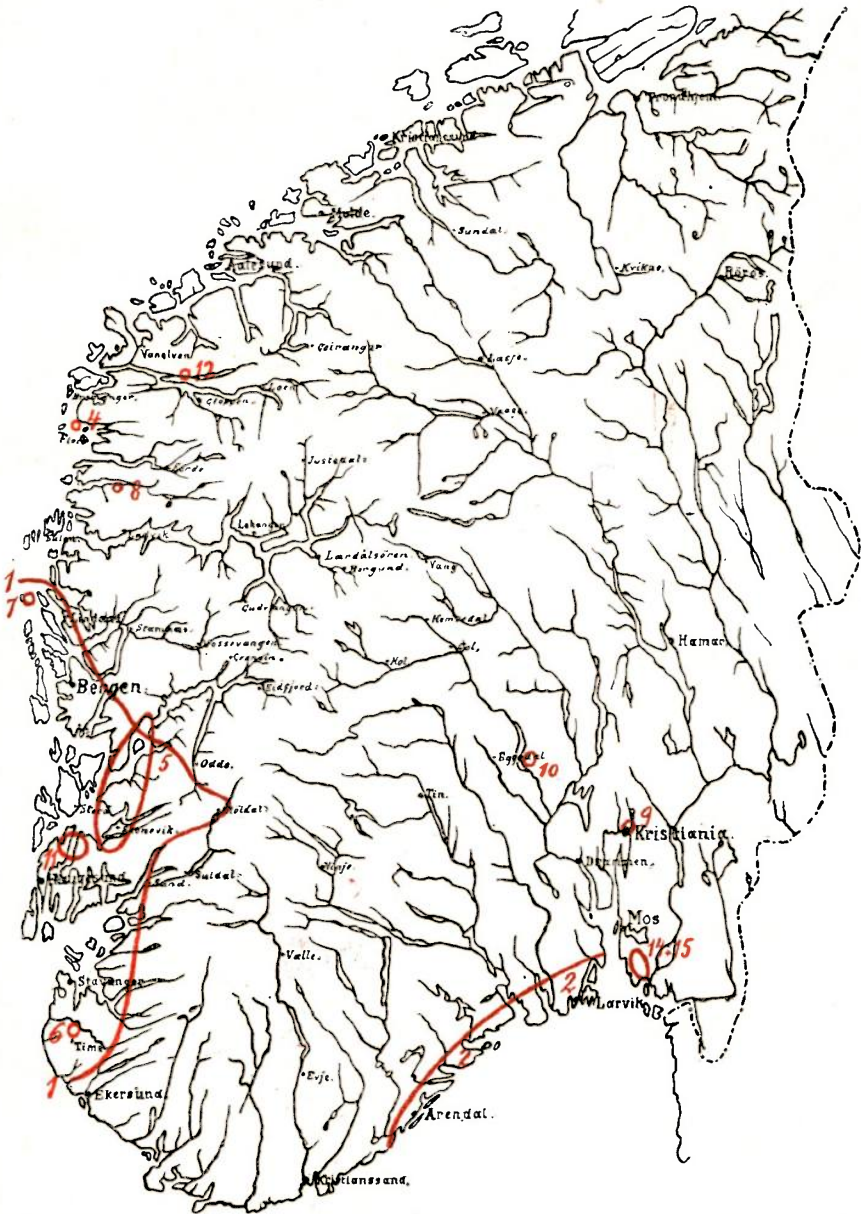
Richtung	Laut	Wirkungen	Bemerkungen
	Starker Donner	Öfen klirrten, Thüre gingen auf. Die Wandthüren blieben stehen. 20 cm. dickes Eis bekam viele Spalten.	
	Starkes Getöse wie Donner oder Fahren auf harter Landstrasse	Im Westen und Süden wurden Schlafende geweckt, Öfen klirrten und die Häuser zitterten. Im Osten hat man kein Zittern bemerkt, nur einen Laut wie von einem fernen Felsensturz gehört.	
SW—NO	Ein erst schwaches und später stärkeres Getöse		
—O oder O—W	Starker, rollender Donner		
		Der Boden zitterte	
O—W	Donner	Die Häuser zitterten, die Öfen und die Laternen klirrten	Überall auf der Südwestküste der Insel Stord bemerkt
W—O		Die Häuser zitterten, und die Öfen klirrten	
NO—SW	Andauerndes Rollen	Nichts kam in Bewegung	Auch in den Böttel-tjorde bemerkt
	Eigenthümliches Getöse in der Luft vor dem Zittern	Das Haus zitterte ganz schwach, und die Fenster klirrten	Das Zittern war stärker in Lervik als in Fitjar
—N oder SW—NO	Ein Getöse wie wenn Schnee von einem Schieferdach rutscht	Das Bett zitterte, und das Haus krachte	
		Ein Mann wurde geweckt	
		Das Zittern war nicht stark genug um Schlafende zu wecken	
	Schwaches Getöse	Das Haus zitterte, und der Schnee rutschte von dem Dache. 2 Personen wurden geweckt	
		4 Personen wurden geweckt	
S—N	Rollen	Ein Mann wurde geweckt	Sonst wurde das Erdbeben auf Osterö nicht bemerkt
S—N	Gedröhne		Auch in Lindsås, Fodje und Austreim bemerkt. Auf Fodje hörte man einen Donner

Num- mer	Datum	Ort	Zeit	Anzahl Stöße	Dauer	Art der Bewegung
2 a.	17. Aug.	Tybakken, Tromö.				
2 b.	—	Haavegaard, Tromö.				
2 c.	—	Mærdö.....	Ung. 2 p. m.			
2 d.	—	Tromö.....		2	4—5"	
2 e.	—	Songe, Moland....	2—3 p. m.			
2 f.	—	Staabo, Boröen....	Ung. 3 p. m.		12"	
2 g.	—	Fevig pr. Grimstad.				
2 h.	—	Flödevigen, Arendal			2"	
2 i.	—	Tvedestrand.....	2.45 p. m.		6—7"	Zittern
2 j.	—	Vallö pr. Tönsberg.	Ung. 3 p. m.		2"	
2 k.	—	Tönsberg.....	2.42 p. m.	1		Kurzer Stoss
3 a.	4. Sept.	Halten Leuchtturm.	Ung. 10 a. m.	1	Ung. 1'	Schwaches Zittern
3 b.	—	Roan, NW. von Dront- heim.....	Ung. 10 a. m.	1		Ziemlich starker Stoss
3 c.	—	Yttre Namdalen....	10 a. m.			
3 d.	—	Herö, Helgeland...	Ung. 10 a. m.		30"	
3 e.	—	Lovunden, Helgeland	10. a. m.			Zittern
4.	25. Jan.	Stabben Leuchtturm bei Florö.....	4 p. m.			Schwaches Zittern Stoss
5 a.	8. Febr.	Mehrere Orte in Søndhordland....				

Richtung	Laut	Wirkungen	Bemerkungen
NO—SW	Gedröhme wie von vorüberfahrenden Eisenbahnzügen		
		Die Öfen zitterten stark. Ruhende Menschen sprangen aus den Betten	
	Gedröhme wie Donner	Häuser und Thüren zitterten. Gegenstände fielen herab	
NO—SW	Getöse wie ferner Donner wurde auch ein wenig später als das Zittern gehört	Fenster klirrten, Öfen zitterten stark. Gegenstände fielen herab	Die Bewegung wurde bei der Verpflanzung in südwestlicher Richtung immer stärker
	Gedröhme wie ferner Donner	Öfen und Häuser zitterten	
NO—SW	Ferner Donner	Kein Zittern	
	Getöse von Fuhrwerk	Die Häuser zitterten	
O—W oder SO—NW	Rollen	Die Häuser zitterten	
S—N	Ein starkes, donnerähnliches Rollen	Die Gläser auf dem Tische klirrten. Ein grosser Schrank zitterte	In Häuser, die südlicher oder nördlicher lagen, beobachtete man dasselbe. Dagegen bemerkte man nichts in einem Hause 200 M. westlicher
S—N (?)		Selbst die schwersten Möbel bewegten sich	
	Ferner Donner		Die Bewegung traf ein, als der Laut am stärksten war
O—W	Ziemlich starkes Gedröhme	Die Fenster klirrten. Leichte Gegenstände zitterten	Auch in Helgeland beobachtet
	Donner	Die Fenster klirrten	
	Getöse wie von einem Dampfschiff	Die Öfen klirrten	
W—O	Getöse		
N—S	Schwacher unterirdischer Donner gleichzeitig mit der Bewegung		
O—W	Der Stoss wurde von einem andauernden Gedröhme begleitet		Im Skonevik war die Richtung O—W.

Num- mer	Datum	Ort	Zeit	Anzahl Stöße	Daer	Art der Bewegung
5 b.	8. Febr.	Bru, Strøndebarm . . .	7 p. m.			
6.	1. März	Klep, Jæderen	5—5.50 p. m.			Kein Zittern
7.	6. März	H. Hlisö Lenchtrom: bei Bergen	2.00 a. m.		Ung. 15"	Starkes Zittern
8.	—	Dale, Søndfjord	2 a. m.			
9.	18. März	Kristiania	2.23 a. m.	2		2 Stöße oder wie- gende Bewegungen, mit einer Pause von einer Minute
10.	2. Juni	Krødsheerø	5—6 $\frac{1}{2}$ a. m.			
11 a.	13. Aug.	Forde, Sørchordland	7.31 p. m.		3—4"	Einige Leute be- merkten ein schwa- ches Zittern
11 b.	—	Vikehygd, Søndhord- land		3		3 schwache und kurze Zittern. Wenig Bewegung
12 a.	4. Sept.	Nordfjordeid, Nord- fjord	9.57 a. m.		7"	
12 b.		Nordfjordeid	Einige Mi- nuten nach 9 $\frac{1}{2}$ a. m.			
13.	6. Sept.	Skomvær, Lofoten . .	6.39 a. m.		4"	
14-15.	8. Sept.	Brønnerød, Smaale- nøe	1.50 p. m. 2.25 p. m.		Ung. 5"	
16.	1. Okt.	Skomvær, Lofoten . .	9.35 p. m.		2"	Schwaches Zittern
17.	10. Okt.	Skomvær, Lofoten . .	9.50 p. m.		Ung. 4"	

Richtung	Laut	Wirkungen	Bemerkungen
	Ein schwaches Getöse im Osten	Das Haus zitterte ein wenig und einige Mistgabeln klirrten	An einigen Höfen wurde das Erdbeben nicht bemerkt
W—O	Getöse wie von Fuhrwerk auf gefrorener Landstrasse wurde von einigen zweimal, von anderen dreimal gehört	In einem Hause klirrte eine Thür	
		Der Öl der Lampen kam in Bewegung. Es krachte in einem Hause. Die Kühe brüllten, und die Hühner gackelten	
S—N	Starkes, andauerndes Getöse		
		Die Lampe klirrte	Nur von einem einzigen Beobachter bemerkt
		Die Uhr bewegte sich an der Wand.	
N—S	Getöse wie von einem gewaltigen Fahren in einiger Entfernung	Die Öfen klirrten	
N—S	Getöse wie von Fahren in einiger Entfernung	Die Häuser zitterten ein wenig	
NO—SW	Donner oder Getöse wie von Fahren auf harter Landstrasse	Die Öfen klirrten stark	
NO—SW	Gedröhne wie von fernem Donner	Öfen klirrten	
S—N		Öfen zitterten	
	Kurzer Donner, der beim ersten Stosse von W., und bei dem anderen von O. kam. Laut und Bewegung waren gleichzeitig	Das Haus zitterte, und Öfen klirrten	Auch bemerkt bei Gipsund in Rygge und in Trara bei Fredriksstad
	Ein starkes Getöse ging dem Zittern unmittelbar voraus	Die Öfen klirrten	



Jordskjælv i det sydlige Norge i 1902.

