

DIE GLAZIALSCHRAMMEN AUF HALLANDS SVARTSKÄR UND DER VERLAUF DES WÜRMZEITLICHEN EISRANDES LÄNGS DER KÜSTE NORDHALLANDS, WESTSCHWEDEN

Ein Beitrag zur Diskussion über das Kattegatt-Eis.

von

ÅKE HILLEFORS,
Göteborg.

Abstract

The glacial striation on Hallands Svartskär and the direction of the ice-margin of the Würm-landice along the northern coast of Halland, Western Sweden. A contribution to the discussion of the Kattegatt-ice.

The existence of a glacial stream from N or NW that would have slid over the Swedish West-coast during an earlier or later phase of the Würm-glaciation, has been discussed for a long time in Sweden.

The reconstruction of the direction of the ice-margin along the northern parts of the Halland-coast and the glacial striation there turned out to be of the greatest interest when during the summer 1966 Professor Gripp investigated the deglaciation progress on Jylland and in the Kattegatt. Was it possible to find traces between the Danish Island of Läsö and northern Halland? Together with Professor Gripp, I went to see the areas in question, among others Klåback, Balgö, Hallands Svartskär, and Nidingen, skerries that I had never visited before and that might afford material for the knowledge of the progress of the Würm-glaciation in the Kattegatt.

The ice in the northern parts of the Halland-coast has come from the NE.-E. (fig. 1). The island of Klåback about 5 kms to the W. of the mainland has been overridden by the same ice-stream, here flowing in a NE.-SW.-ly direction. Thus the incision between the ice-tongue in the Kattegatt and the ice-stream from NE.-E. must have been situated to the W of Klåback.

On the little rocky islands called Halland Svartskär and Rön, the outmost skerries off the Onsala peninsula, the *roches moutonnées* have been formed by the older ice-stream from the ENE.-E., the one that also sculptured the Onsala peninsula rocks. Diversion-striae with directions from about the NE. and ESE. have also been observed. They belong to the period when the ENE.-ice melted and thereby grew thinner and became harder, so it could not fit into all details in the uneven underground. Another, the youngest ice-stream from the NNW. has slipped over the islands of Hallands Svartskär and Rön. It has lasted for a rather short time as it has only little abraded the rocks.

The time interval between the older (oldest?) ENE.-ly and the youngest NNW.-ly generation of glacial striae can unfortunately not be determined - the analysis of the rock surface leaves us in the lurch in that respect. No glacial striae from NNW. have been observed on the West-coast of the Onsala peninsula. Thus the NNW.-ice seems to have ended in the fiord-channel between Hallands Svartskär in the W. and the Onsala peninsula in the E.

One cannot tell in which way the islands of Malö and Nidingen (fig. 9) have been built up, covered as they are now by shingle and marine sand, which apparently have originated from moraine, transported by the ENE-ice. A salient characteristic of the morphological features, however, is the radial moment: the drumlin-shape. But even if they seem to have features of ice-margin build-ups too, yet one cannot simply combine these shingle-islands with any end-moraine systems.

The ice from NNW, that has striated Hallands Svartskär and Rön, must have belonged to the eastern flank of the ice-tongue which has lain in the deep trough between the island of Läsö and the Western coast of Sweden.

The extension of the NNW-ice-stream on the Swedish West-coast is only fragmentarily known as yet.

It is still impossible to say where the Kattegatt-ice has conflued with the ice from Sweden. For this problem is connected with the question about the time interval between the NNW-ice-striae and the ENE-ones and in that respect the analysis of the rock-surfaces could not, as mentioned, give any help. To solve the problem one has to determine the course of the ice-margin lines more exactly. One may also hope that echo-soundings and investigations of the sediments in the Kattegatt will give further help. Special examinations must moreover be carried out on the islands of Malö and Nidingen.

Die Diskussion über den sogenannten norwegischen Eisstrom oder das Kattegatt-Eis ist in Schweden geführt worden, seit LEONARD HOLMSTRÖM in einer Fussnote (1867) den Gedanken hinwarf, dass das Kattegatt von einem Eis überflutet worden wäre, das seiner Mittellinie gefolgt ist. "Durch sorgfältige Untersuchungen im bohuslänschen Schärenhof" wäre es möglich, "diese nord-südliche Richtung an der einen oder anderen Stelle erhalten" zu finden. In HOLMSTRÖM Übersicht über die glaziale Abschleifung in Südkandinavien (1904) meldete er aber, dass er trotz emsigem Suchen keine andere Schrammenrichtung als die vorherrschende nordöstliche hätte nachweisen können. Daraus zieht er die Folgerung, "dass die Spuren eines N-S-lichen Kattegatt-Eisstromes insgesamt verwischt worden sind . . ."

In den Beschreibungen zu den geologischen Kartenblättern Fjellbacka (SVEDMARK 1902 s. 32), Göteborg (MUNTHE 1924 s. 73; SANDEGREN 1931 s. 52) und Varberg (SVEDMARK 1893 s. 28) kommen Angaben über Schrammen von N und NW vor. Vergleiche auch die neuerschienene Beschreibung zum geologischen Kartenblatt Halmstad (CALDENIUS & MOHRÉN, 1966, s. 43-44).

Die Meinung herrscht vor, diese Schrammen von einem wenig mächtigen Eis herzuleiten, das über die schwedische Westküste während einer frühen oder späten (SVEDMARK 1902 s. 32) Phase der Würmvereisung von Norwegen und dem Kattegatt gekommen ist. Aber oft hat sich auch eine vorsichtige Haltung geltend gemacht (G. DE GEER 1933 s. 557; BJÖRSÖ 1949 s. 44 und 1955 s. 77).

In der Beschreibung zum geologischen Blatt Onsala verteidigte so SANDEGREN (1952 s. 48-49), dass die Schrammen von N 10° auf Hallands Svartskär von einem Eis eingraviert worden wären, das gegen S von der Oslo-Senke floss und die norwegische Leitblöcke "geradewegs nach Jylland" mit sich gebracht hat. Das folgende, gegen W fließende Eis auf der schwedischen Westküste erreichte danach niemals diese Insel, die des-

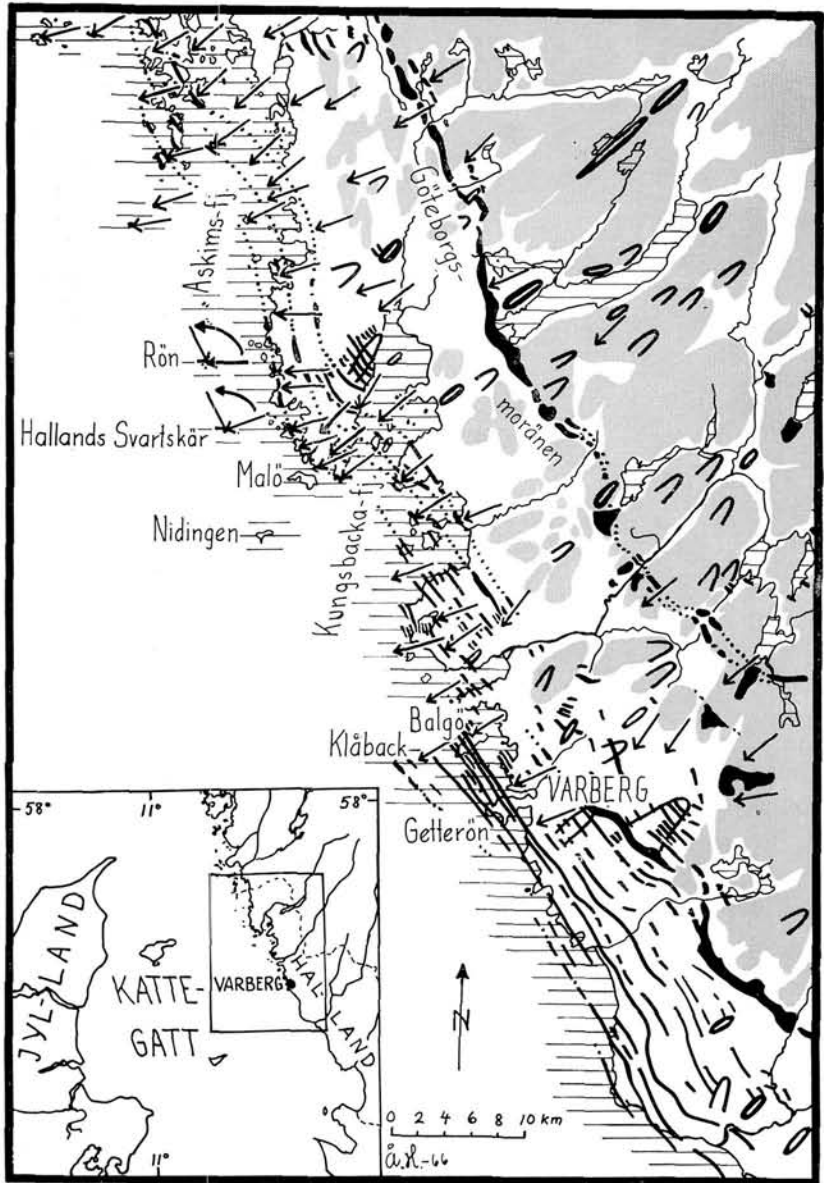


Abb. 1. Karte über Glazialschrammen, Drumline – schwarze Ellipsen und Parabeln – Endmoränen und hypothetische Eisrandlinien in Nordhalland. Grauer Ton gibt Gebiete oberhalb der marinen Grenze an, 70 m ü.N.N. im S und ca. 80 m ü.N.N. im N. Die bogenförmigen Pfeile zwischen den beiden Schrammengenerationen auf Rön und Hallands Svartskär zeigen die chronologische Folge der Eisströme an. Die Onsala-Halbinsel ist zwischen dem Askimfjord und Kungsbackafjord gelegen. Das NNW-Eis ist wahrscheinlich nicht bis zu der Westküste der Onsala-Halbinsel vorgedrungen.

halb seine nördliche "norwegische" Schrammung bewahrt hat. Also die Hypothese Holmströms.

JOHANSSON (1956 s. 214) suchte im Gelände die in der Litteratur angegebene Plätze mit den nördlichen und nordwestlichen Schrammen auf. Doch nicht Hallands Svartskär. Er konnte keine nördlichen Schrammen wiederfinden. Damit fehlten ihm die Beweise "einer Existenz von einem norwegischen Eisstrom über die Westküste als eine Einleitungsphase der letzten Vereisung". Von der Glazialschrammung auf Hallands Svartskär nahm er an, dass die Eismasse hier durch ungleichmässige Kalbung abgelenkt worden war, die ihrerseits von einem unruhigen Bodenrelief verursacht worden war.

Somit war die Existenz eines norwegischen Eisstromes auf der schwedischen Westküste angezweifelt. Die Schrammen auf Hallands Svartskär blieben ein ungelöstes Problem. Waren die nördlichen Schrammen hier vorhanden? War die Erklärung SANDEGRENS richtig? War die Umwertung JOHANSSONS korrekt?

Die Rekonstruktion des Verlaufes des Eisrandes längs den äussersten Teilen der nördlichen Hallands-Küste wurde aktuell im Zusammenhang mit den Untersuchungen und Deglaciationsstudien Professor Gripps auf Jylland und in dem Kattegatt im Sommer 1966. Wäre es möglich, Spuren z. B. ausserhalb der Onsala-Halbinsel anzutreffen, die zu einer Eiszunge gehören könnten, deren Stirnmoränen anscheinend in der Tiefe zwischen Läsö und Nordhalland liegen. Zusammen mit Professor Gripp fuhr ich darum auf einer Exkursion zu den kritischen Gebieten, u. a. zu Hallands Svartskär und Nidingen¹⁾, Inseln, die ich früher nicht habe besuchen können, und die zur Kenntnis der Deglaciationsentwicklung im Kattegatt neues Material geben sollten.

Später habe ich Hallands Svartskär erneut besucht und ergänzende Untersuchungen u. a. auf Rön, einer Gruppe von kleinen Inseln 5 km N von Hallands Svartskär, und den Inseln Klåback und Balgö ausserhalb Varbergs unternommen. Es ergab sich Folgendes.

HALLANDS SVARTSKÄR UND RÖN

Ungefähr eine halbe Meile nach W von dem Festlande der Onsala-Halbinsel verläuft ein unterseeischer Höhenrücken in Richtung NNW-SSO. Seine Gipfel—aus Amphibolit—bilden die Inseln Tranebräkorna, Kungen, Rön (höchster Punkt 10,1 m ü. N. N.) und Hallands Svartskär (höchster Punkt 10,2 m ü. N. N.) zusammen mit einer Reihe von unter-

¹⁾ Anm. Der Name bedeutet "der Frevler" und bezieht sich auf die vielen Seeleute, die hier zugrunde gegangen sind.

Fig. 1. Map of the glacial striae, drumlins—black ellipses and parabolas—end-moraines and hypothetical ice-margin lines in northern Halland, West-Sweden. Grey tone indicates areas over the highest limit of the postglacial sea, 70 m above s.l. in the S. and about 80 m above s.l. in the N. The curved arrows between the two generations of the striae at Rön and Hallands Svartskär show the chronological succession of the ice-streams. The Onsala peninsula is situated between the Askim fiord and the Kungsbacka fiord. Probably the NNW-ice has not pushed forward on to the west-coast of the Onsala peninsula.



Abb. 2. Die Glazialschrammen auf dem Amphibolitefelsen ähneln einer Gravierung. Drei Systeme kommen vor: ältere Schrammen in $N\ 70^{\circ}\ O$ parallel der Kompass-Kante – einige Parabelrisse und Sichelbrüche kommen auch vor und hören zu dieser Schrammengeneration; jüngere Ablenkungsschrammen in $S\ 70^{\circ}\ O$; jüngste Eisbewegung von $N\ 30^{\circ}\ W$ – kurze Risse links von der Kompasskante und Kreidestriche ohne Richtungsmarkierung rechts im Bilde. – Hallands Svartskär, 50 m NO vom Leuchtturm.

Hallands Svartskär, 50 m NE. from the light-house.—The glacial striae on the amphibolite-rock resemble an engraving. Three systems have been observed: older striae from the $N.70^{\circ}E.$ parallel to the edge of the compass—some crescentic cracks and gorges belong to this generation of striae; younger deviation striae from the $S.70^{\circ}E.$; youngest ice-flow from the $N.30^{\circ}W.$ —short scratches to the left of the edge of the compass and strokes of chalk without markings of the direction to the right in the picture.

seeischen Felsen wie Grundabåde, Skällaren, Rösera und Torget. Es ist wahrscheinlich, dass die Inseln Malö und Nidingen (vergl. Abb. 9), die vollständig aus Klapperstein und Strandsand bestehen, auf demselben Sockel wie die Onsala-Halbinsel liegen, der im O von einem Überschiebungsabhang begrenzt ist, der in der Ostseite Fladens fortzusetzen scheint.

Um Hallands Svartskär und Rön treten flache, schalenförmige Böden mit 20–30 m Tiefen auf. Djupa Rännan – die tiefe Rinne – ist ausserhalb der Onsala-Halbinsel ausgeglichen. W von dem unterseeischen Höhenrücken aus Grünstein senkt sich der Boden sanft gegen 60 m Tiefe herunter.

In der N-S-lichen Bruchzone zwischen dem Rön-Hallands Svartskär-Rücken und der Onsala-Küste können die hauptsächlich postglazialen Tonsedimenten 30–40 m mächtig sein. Im Kungsbackafjord sind sie über 100 m mächtig und das ist für schwedische Verhältnisse sehr ansehnlich.



Abb. 3. Verwitterter Amphibolit auf dem nördlichen Abhang einer der NW-lichen Inseln, Rön. Das skulptierende Eis ist von unten rechts nach oben links geflossen, Richtung N 69°O. Auf einigen dünnen Felsenspiegeln sind Schrammen von N 25°W bewahrt. Vergl. das nächste Bild.

Rön.—Weathered amphibolite at the northern slope of one of the NW-ly islands. The sculpturing ice has moved from the down right to the upper left, direction N.69°E. On some of the thin rock-plates glacial striae from the N.25°W. have been preserved. Cf. the next picture.

DIE EISSTRÖMUNGEN AUF HALLANDS SVARTSKÄR UND RÖN

Der Amphibolit auf Hallands Svartskär und Rön ist vielerorts stark vom Meer und Meereseis zersplittert und er ist in seiner Oberfläche tief verwittert. Andererseits sind Flächen mit hartem, feinkörnigem Gestein zu finden, wo die Eisschrammen sehr gut bewahrt sind, und wo eine einwandfreie Analyse der Eisstromrichtungen möglich war.

Der vorherrschende Eisstrom ist von ONO auf Hallands Svartskär gekommen. Reihen von Rundhöckern sind von diesem Eisstrom geformt. Parabelrisse und mehrere meter-lange Eisschrammen zeigen Richtungen von N 65–75°O. Kleinere Ablenkungsbewegungen des Eises konnten auch sowohl von NO als von OSO bestätigt werden. Diese entstammen der Zeit, als das ONO-Eis abschmolz und dadurch dünner und starrer wurde. Sie sind also jünger als der Haupteisstrom.

Die in diesem Zusammenhang interessantesten Beobachtungen sind aber, dass auf mehrere Felsenspiegeln eine jüngste Eisbewegung von NNW seine Narben eingraviert hat. Diese Narben bestehen aus sehr dünnen, wie mit einer Nadel geritzten Eisschrammen, die einige Dezimeter bis einige Centimeter lang sind. Sie werden auf gewölbten oder jedenfalls gegen NW und N exponierten Flächen angetroffen. Die ganze Insel ist völlig von diesem NNW-Eis überflutet worden.

Dieses aus dem Kattegatt kommende NNW-Eis muss sehr kurzfristig über Hallands Svartskär gedauert haben, da die älteren ONO-Schrammen

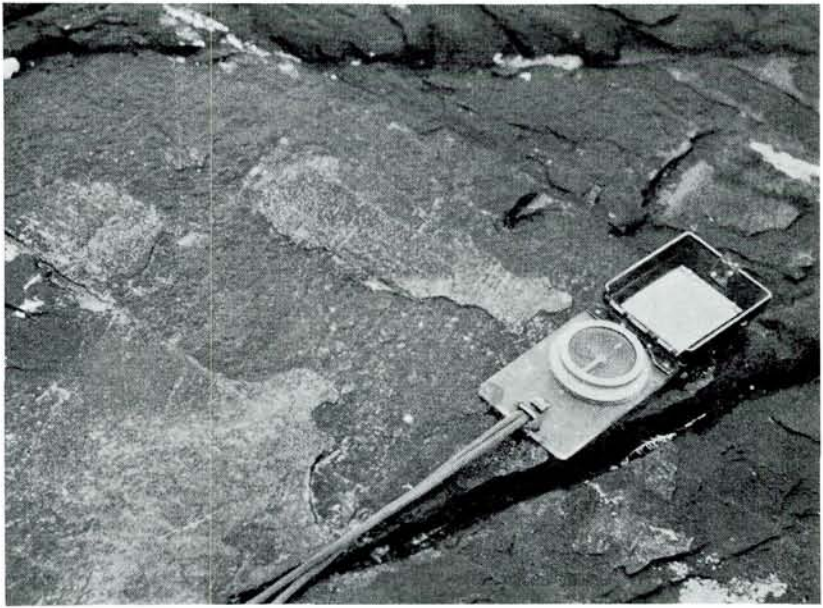


Abb. 4. Nahaufnahme auf der rechten Felsplatte, siehe das vorige Bild. Der Kompass zeigt mit seinem Spiegel-Deckel gegen N. Die Schrammen müssen von sandiger Moräne geschnitten worden sein.

Close-up of the rock-plate to the right of the preceding picture. The compass shows to the N. with its mirror-cover. The striae must have been engraved by sandy moraine.

kaum nicht verwischt worden sind. Das in den Bodenschichten kaltere, dünnere Kattegatt-Eis war jedenfalls in seiner Ostflanke starrer als das ältere, ehemals mächtigere und "wärmere" ONO-Eis, das sich darum besser zum Relief der Unterlage anzupassen vermochte und dadurch plastische Rinnen ausschneiden könnte.

Auf der Inselgruppe Rön hat sich das ältere, rundhöckerformende Eis auch von ONO gegen WSW bewegt. Ablenkungsschrammen waren hier nicht gut zu belegen. Aber auf den gegen N und NW gewandten Seiten der Inseln waren NNW-Schrammen mehrfach zu beobachten. Es ist wahrscheinlich, das auch Rön völlig von dem NNW-Eis überflutet worden war.

Diese bemerkenswerten NNW-Eisschrammen – die ersten Belege eines Kattegatt-Eises in moderner schwedischer Quartärgeologie – waren anfangs verständlicherweise angezweifelt. Sie könnten von Steinen geprägt worden sein, die im Meereseis eingefroren waren. Oder sie könnten auch Bruchspalten sein – der Amphibolit ist sehr zerquetscht.

Solche Bruchspalten in den Felsen und die Einzelheiten in der Skulptur der Schrammen wurden sowohl mit einer Lupe als auch hinsichtlich des Auftretens in dem Geländeverband sorgfältig studiert. Es kann daher versichert werden, dass die Schrammen echte Eisschrammen sind. Auch die Herkunftstrichtung ist zweifelsohne von NNW und nicht SSO.



Abb. 5. Auf den gegen N und NW exponierten Abhängen wie auf dem mehr oder weniger horizontalen Felsflächen sind die NNW-Schrammen angetroffen. Die älteren ONO-WSW-lichen und mehr plastischen Schrammen herrschen in den Vertiefungen vor, aber treten auch zusammen mit der NNW-Schrammen auf. Hier ist eine schwach gebogene, vom ONO-Eis geformte Senke oder Rinne – heute von Wasser gefüllt – zu sehen. Bei dem Kompass, der mit seinem Spiegel-Deckel gegen N zeigt, ist das NNW-Eis hinter einer gegen W gewandte Leeseite hervorgekommen, aber es ist nicht in die erwähnte Rinne hineingedrungen. – Rön.

Rönn.—On the slopes, exposed to the N. and NW., as on the more or less horizontal rock-surfaces, the NNW.-striae have been met with. The older ENE.-WSW.-ly and more plastic striae predominate in the depressions, but appear also together with the NNW.-striae. Here a slightly curved groove that has been eroded by the ENE.-ice, now filled with water. At the compass that shows to the N. with its mirror-cover, the NNW.-ice has pushed forward behind a lee-side turning to the W., but it has not pressed itself down into the actual groove.

Diese NNW-Schrammen sind nicht auf der Küste des Onsala-Landes angetroffen. Das von NNW-kommende Kattegatt-Eis muss also in der N-S-lichen Fjorderinne zwischen den Inseln und dem Festlande geendet haben. In diesem Zusammenhang ist es nötig eine Warnung vor einer übereilter Parallelisierung zwischen diesen NNW-Eisstromnarben und anderen in der Litteratur angegebenen NW- und N-Schrammen auf der schwedischen Westküste auszusprechen. Dabei weise ich u. a. auf G. JOHNSONS Beobachtungen hin.

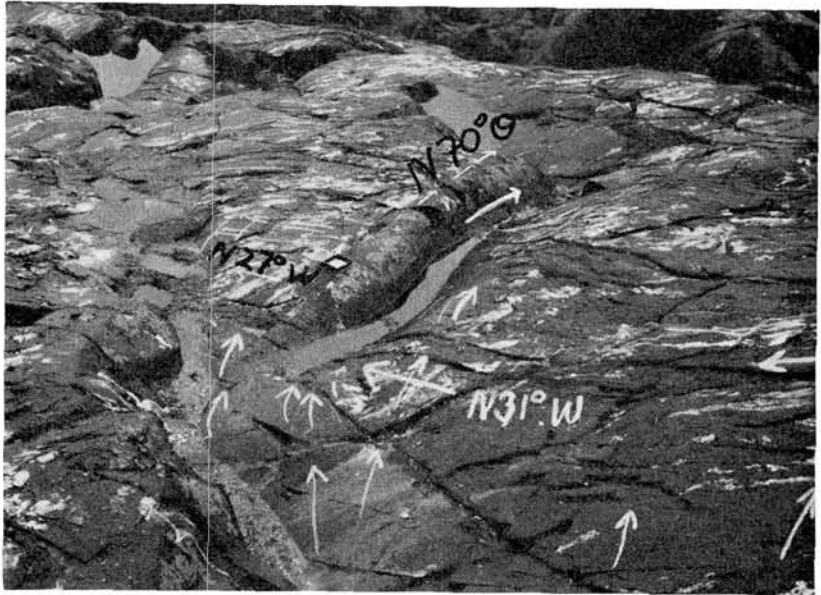


Abb. 6. Eine gewundene Rinne ist von dem älteren ONO-Eis geformt worden. Das jüngere NNW-Eis ist nicht in diese Rinne hineingedrungen, die vermutlich von Schutt während dieser Vergletscherungsphase erfüllt war. Die NNW-Schrammen sind nur auf den flachen Felsflächen zu finden. Der Kompass links von der Rinne zeigt mit seinem Spiegel-Deckel gegen N. — Dass die Seevögel — besonders die Möwen — auf diesen kleinen Inseln im Meer herrschen, ist gemäss dem Bilde nachdrücklich erwiesen. — 50 m SW von dem Leuchtturm, Hallands Svartskär.

Hallands Svartskär, 50 m to the SW. of the light-house.—A curved groove is formed at the time of the older ENE-ice. The younger NNW-ice has not come into this groove that presumably was filled with moraine during this phase of the glaciation. The NNW-striae are only to be met with on the flat rock-surfaces. The compass to the left of the groove shows with its mirror-cover to the N.—Sea-birds—especially gulls—have stained these little skerries.

Es fehlte mir die Zeit, Geschiebezahlungen auf Hallands Svartskär und Rön auszuführen. Solche sind im Strandgeröll von beschränktem Wert, denn Gesteine von dem Boden des Kattegatts können sowohl mit einem Eisstrom als mit Kalbungseis oder Meereseis und Bodenströmen angefrachtet sein. Doch sind Kinnediabasgeschiebe, die hier in westschwedischen Gebieten sehr bezeichnend sind, auf den beiden Inseln gefunden worden. Prägotische und gotische Gneisse, Granite und Grünsteine herrschen vor (Abb. 7). Sie kommen von NO-O und stammen aus dem kristallinen Felsengrunde Westschwedens.

Knollen aus grauem Feuerstein kommen zahlreich vor. Feuerstein aus Båstad, Südhalland, fehlt wie der schwarze Senonfeuerstein aus Jylland. Kalkstein und kalkige Sandsteine, den Trias-Jura-Kreide-Formationen zugehörend, werden auch im Strandgeröll angetroffen. Diese Geschiebe



Abb. 7. Grobe und stark gerundete Gerölle aus kristallinen Gesteine.
— Hallands Svartskär.

Hallands Svartskär.—Rather large stones and boulders, of crystalline rocks, have been rounded by abrasion.

kommen auch u. a. auf den Ufern des Onsala-Landes häufig vor (vergl. WIMAN 1912 s. 482 und SANDEGREN 1952 s. 62–64).

Diese Sediment-Geschiebe sind bislang als von Eisbergen oder vom Meer aus Jylland, Sjælland, Schonen und dem Kattegatt herbeigebracht worden. Heute muss man in hohem Grade damit rechnen, dass diese Fremdegeschiebe auf Hallands Svartskär und Rön in einem jüngeren und höherliegenden Moränenbrett auftreten könnten – inwieweit solches nicht völlig von der Abrasion zerstört sind – und auf dem Boden des Kattegatts NNW von den Inseln stammen.

DIE EISBEWEGUNG AUF DER INSEL KLÅBACK

Die Insel Klåback liegt eine gute Halbmeile ausserhalb des halländischen Festlandes NW von Varberg. Die kopfförmige Insel besteht aus einem grobkörnigen, granitischen Augengneiss, der leider die Einzelheiten der Glazialschrammung nicht gut bewahrt hat. Die Rundhöcker sind aber deutlich von einem von ONO kommenden Eis geformt (Abb. 8). Keine Ablenkungsbewegungen konnten beobachtet werden. Es scheint übrigens nicht plausibel, dass Klåback von einem NW-Eis überschritten worden wäre. denn die Seekarte gibt zwei endmoränähnliche Rücken mit der Richtung NW-SO 0,5 und 2,3 km W von der Insel an (vergl. Abb. 1).

Auf Balgö, wo das geologische Blatt Varberg (SVEDMARK 1893) NW-liche Glazialschrammen angibt, ist das letzte Eis von NO gekommen.

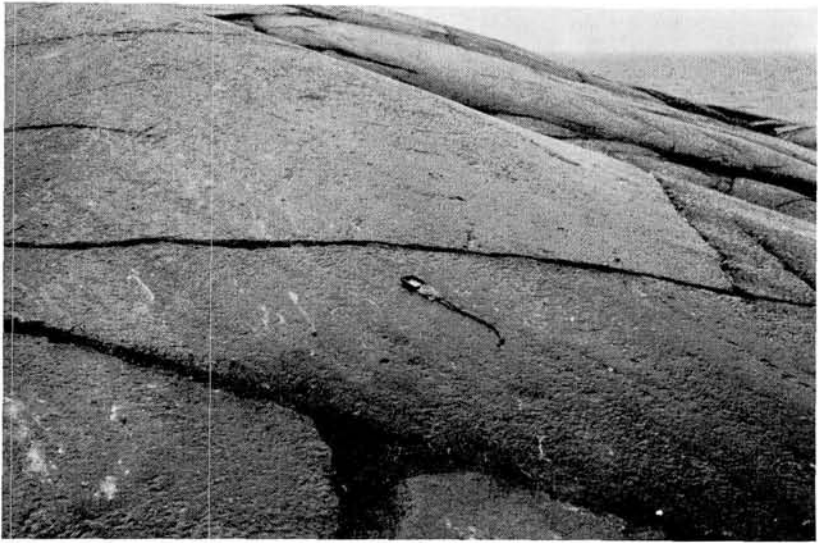


Abb. 8. Ein Schildbuckel eines Rundhöckers auf der Insel Klåback, NW von Varberg. Grobe Schrammen – Kompass – von N 59°O. Spalten und ausgewitterte Metabasitbänder dürfen hier mit NW-Schrammen nicht verwechselt werden. Blick gegen NW.

The island of Klåback, NW. of Varberg.—The stoss-side of a *roche moutonnée*. Coarse striae—see the compass—from the N.59°E. Cracks and weathered bands of metabasite must not be confounded here with NW.striae. Facing to the NW.

Viele Endmoränen in diesem Bereich verlaufen in Richtung NW-SO (vergl. Abb. 1).

Im Bereich NW von Varberg muss also die Eiskerbe zwischen der norwegischen Kattegatteiszunge und der von ONO kommenden schwedischen Eismasse W von Klåback gelegen haben

MALÖ UND NIDINGEN

Die Entstehung sowohl Malös als Nidingens ist in diesem Zusammenhang von besonderem Interesse. Die Oberflächen der Inseln sind heute von gewaltigen Klappersteinfeldern und Strandsand bedeckt. Die Morphologie der beiden Inseln (Karte Abb. 9) kann auf verschiedenen Wegen erklärt werden.

Teils soll Malö aus zwei Drumlinen bestehen, die gegen NO von einem Wall aus Klapperstein und Strandsand in OSO-WNW-licher Richtung vereinigt worden sind. In diesem Fall kann Malö von keinem Interesse bei der Ziehung von Eisrandlinien sein. Die Drumlinen werden ja subglazial gebildet, und der Klappersteinwall kann nur ein Strandwall sein, der vollständig vom Meer aufgebaut ist.

Teils kann Malö aus einer Randmoräne bestehen, die von NNW, N und NO zusammengeschoben ist.



Abb. 9. Morphographische Karte von Malö und Nidingen.
Morphographic map of Malö and Nidingen.

Mit der bisherigen Kenntnis ist die erste Erklärungsalternative vielleicht zu bevorzugen. Die Indikationen dafür sind u. a. Folgender. Die beiden Drumlinien (?) scheinen auf zwei Felsrücken angehäuft zu sein, die die südwestlichen Fortsetzungen von NNO-lichen Streichenrücken bilden. Die Richtungen der vermuteten Drumlinien stimmen mit den fächerförmigen Richtungen der Eisschrammen N von Malö westlich dicht an

der Kalbungsbucht im Kungsbackafjord gut überein (Karte Abb. 9). Drumlinen sind auf dem Festlande häufig und treten auch auf der Onsala-Halbinsel vor, u. a. auf ihrer Ost-Seite, eine Lage, die wohl der Lage Malös entspricht.

Nidingen kann auch ein Drumlin gewesen sein, der auf einem Gipfel des kristallinen Untergrundes liegt, welcher zu demselben Streichenrücken gehört, der die Halbinsel V von Malö bildet. Die mehr oder weniger N-S-lichen und die Längsachse Nidingens überquerenden Strandsporne können entweder vom Meer aufgebaut worden sein oder vom Inlandeis zusammengeschoben worden sein und dadurch also Endmoränen ausmachen. Diese Endmoränen können dann entweder von einem ONO-Eis oder einem NW-Eis gestaucht worden sein.

Schliesslich könnte Nidingen – die ganze Insel – eine Endmoräne oder Randmoräne bilden, die von einem NNW-lichen Eisstrom, dem Kattegatt-Eis, zusammengeschoben ist.

ERGEBNISSE UND SCHLUSSBEMERKUNGEN

1. Das Eis auf den nördlichen Teilen der Hallands-Küste ist von NO-O gekommen. Die Inseln Klåback und Balgö sind auch von einem NO-lichen Eisstrom überflutet. Die Eiskerbe zwischen der von N fließenden Eiszunge im Kattegatt und dem von NO-O kommenden Eisstrom muss also W von Klåback gelegen sein.

2. Auf Hallands Svartskär und Rön hat eine ältere Eisüberflutung von ONO-O die Rundhöcker geformt, also derselbe Eisstrom wie auf dem Festlande. Ablenkungsschrammen nach NO und OSO sind auch beobachtet, und sie gehören zur Zeit, als das ONO-Eis abschmolz und dadurch dünner und starrer wurde. Ein jüngster Eisstrom von NNW hat die Inseln Hallands Svartskär und Rön überflutet. Er hat nur kurzfristig gedauert – die Felsen sind nur wenig davon abgetragen worden. Der Zeitintervall zwischen den älteren und jüngsten Schrammengenerationen kann leider nicht festgestellt werden – die Felsenanalyse kann dabei keine Hilfe geben. – Keine NNW-Schrammen sind auf der West-Küste des Onsala-Landes angetroffen. Deshalb scheint das NNW-Eis in der Rinne zwischen Hallands Svartskär im W und dem Onsala-Halbinsel im O geendet zu haben.

3. Man kann nicht entscheiden, wie die Inseln Malö und Nidingen aufgebaut worden sind. Das radiale Moment, die Drumline-Skulptur, ist betont.

4. Das von NNW kommende Eis, das nun Hallands Svartskär und Rön geschrammt hat, muss der Ost-Flanke der gegen S fließenden Eiszunge zuhören, die von Professor GRIPP aus anderen Indikationen angenommen hat und die in der Tiefe zwischen Läsö und Westschweden gelegen ist.

5. Es ist noch nicht möglich zu sagen, wo das Kattegatt-Eis mit der schwedischen Eismasse zusammengestossen ist. Dies hängt nämlich mit der Frage des Zeitintervalles zwischen NNW-NW-Eisschrammen und ONO-Eisschrammen zusammen, und hier kan also die Felsenanalyse keine

Hilfe geben. Man muss für die Lösung des Problemes die exakte Eisrandlinien nachweisen können. Dabei muss man Echolutungen unternehmen und Untersuchungen von Bodenabsätzen im Kattegatt und ihren stratigraphie und Zusammensetzung ausführen. Besondere Untersuchungen müssten auf Nidingen und Malö vorgenommen werden.

SCHRIFTENVERZEICHNIS

- BJÖRSJÖ, N., 1949. Israndstudier i Södra Bohuslän.—Sveriges geologiska undersökning, Ser. C. Nr. 504.
 — 1955. Om blockvallar och klapperstensfält på Koster-öarna.—Medd. fr. Göteborgs Univ. Geogr. Inst.
- CALDENIUS, C. & MOHRÉN, E., 1966. Beskrivning till kartbladet Halmstad.—Sveriges geologiska undersökning, Ser. Aa. N:o 198.
- DE GEER, G., 1933. Äusserung in Geol. Fören. in Stockholm—Geol. Fören. i Stockholm Förhandl., Band 55.
- GRIPP, K., 1966. Der Abbau des würrzeitlichen Eises im Bereich des Kattegatt.—Medd. Dansk Geol. Foren., Bd. 17.
- HOLMSTRÖM, L., 1867. Iakttagelser öfver istiden i södra Sverige.—Lunds Univ. Årsskr.
 — 1904. Öfversikt af den glaciala afslipningen i Sydsandinavien.—Geol. Fören. i Stockholm Förhandl., Band 26.
- JOHANSSON, G., 1956. Glacialmorfologiska studier i södra Sverige.—Medd. fr. Lunds Univ. Geogr. Inst., Avhandlingar 31.
- MUNTHE, H., 1924. Göteborgstraktens geologi.—Göteborg.
- SANDEGREN, S., 1931. Beskrivning till kartbladet Göteborg.—Sveriges geologiska undersökning, Ser. Aa. N:o 173.
 — 1952. Beskrivning till kartbladet Onsala.—Sveriges geologiska undersökning, Ser. Aa. N:o 192.
 — 1953. Beskrivning till kartbladet Särö.—Sveriges geologiska undersökning, Ser. Aa. N:o 195.
- SVEDMARK, E., 1893. Beskrifning till kartbladet Varberg.—Sveriges geologiska undersökning, Ser. Ab. N:o 13.
 — 1902. Beskrifning till kartbladet Fjellbacka.—Sveriges geologiska undersökning, Ser. Ac. N:o 2.
- THORMARK, M., 1950. Om landisens rörelser och avsmältning öfver Onsalalandet.—Geol. Fören. i Stockholm Förhandl., Band 71.
- WIMAN, C., 1912. Om flintan i Bohuslän.—Geol. Fören. i Stockholm Förhandl., Band 34.