

Die Eisrandkerbe von Himmerland und der Abbau des würmzeitlichen Eises im Bereich des Limfjordes

von

KARL GRIPP

Universität Kiel

A. Die Himmerland-Eisrandkerbe

Bei den Untersuchungen über den Viborg-Gletscher (Diese Zeitschrift 15 S. 346 1964) ergab sich, dass nördlich von diesem eine Zunge des Skagerrak-Eises bis Rørbæk vorgedrungen war. Die östliche Randmoräne dieses Rørbæk-Gletschers, den von Ravnkilde bis Ør. Hornum gut erkennbaren Rücken, werde ich künftig Aarestrup-Moräne nennen. Diese liegt als *von W* aufgehäufte Moräne der von E zusammengeschobenen Spentrup-Hald-Mariager-Rold Skov-Moräne gegenüber. Sie werden nur durch das Tal mit den Oberläufen der Simsted- und Lindenberg-Aa voneinander getrennt*.

Ende November 1964 bereiste ich mit Studierenden der Universität Aarhus und Herrn HENNER BAHNSEN (DGU) jenes Tal und das Gebiet der Rørbæk-Eiszunge. Es ergab sich:

- a. Bei Nysum sammeln sich am Grunde eines fast 30 m tiefen, breiten Tales Wässer zu den in entgegengesetzten Richtungen ablaufenden Lindenberg- und Simsted-Aa. Das Tal ist hier ersichtlich kein junges Erosionstal. Da es seiner Lage nach kein Tunneltal sein kann, darf angenommen werden, dass es eine vom Gletschereis ausgesparte Hohlform ist, wie sie in dieser Zeitschrift 15 S. 609, 1965, für das Schwentine-Tal aufgezeigt wurde. Vermutlich wurde das Tal bei Nysum nicht zugeschüttet, weil es teilweise mit Altschnee-Eis angefüllt war. Schmelzwässer wurden über derart entstandenem Toteis abgeleitet, wie die Sandgruben bei Nysum vermuten lassen.
- b. In der Kiesgrube 1 km nordöstlich von Aarestrup bewiesen drei von SW her aufgeschobene Stauchfalten einen hier von W gekommenen Eisdruck.
- c. Von Ravnkilde an südlich tritt der Endmoränen-Charakter der Aarestrup-Eisrandlage zunächst weniger hervor. Jedoch zwischen Rørbæk und Stenild

*) S.A. ANDERSEN jedoch (diese Zeitschrift Bd. 15 Karte S. 591) sieht in der Aarestrup-Moräne zu unrecht eine Randmoräne des Kattegat-Eises. Ein Verfolgen dieses Moränenzuges nach N hätte gezeigt, was Aussen- und Innen-Seite ist.

ist die Endmoränen-Landschaft wieder voll entwickelt. Im Raume Bonderup-Kemtrup – 1,5 km südlich von Haverslev liegt eine von NW her gestauchte bogenförmige Moräne.

- d. Die Hverrestrup-Bakker wurden, aus unten aufzuführenden Gründen, als von SW und von NE her aufgepresst angesehen.
- e. In der schon 1964 erwähnten Kiesgrube von Testrup wurde durch eine von NE aufgepresste Stauchfalte der Südrand der Rørbæk-Eiszunge aufgezeigt. Es ergab sich somit, dass die Rørbæk-Eiszunge morphologisch und eistektonisch eindeutig zu belegen ist.

Die nächste Frage lautete, wie setzte sich die Aarestrup-Moräne nach N fort? Da mir damals die Topographie von Blatt 1212 Svenstrup noch unbekannt war, konnte ich nur als Vermutung aussprechen: Möglicherweise vereinen sich Aarestrup- und Rold Skov-Moräne im N zu einer Eisrandkerbe. Das später beschaffte und farbig angelegte Blatt Svenstrup liess zusammen mit Bl. Nibe sowie den südlich anschliessenden Blättern Aars und Skørping eindeutig erkennen:

1. Die Aarestrup-Moräne verläuft mit einem inneren Bogen über Ør Hornum –Volstrup–Godthaab und biegt in den Höhenzug zwischen Guldbæk und Elleshøj zurück.
2. Ein äusserer Moränenring verläuft westlich Ør Hornum über Harild-Nishøj, über die Höhen beiderseits Tostrup und dann in W–E = Richtung zwischen Frejlev und Svenstrup und biegt ersichtlich östlich von Dal allmählich in die N–S = Richtung ein. Ueber Store Harebjerg – östlich Skørping – Rebild wird der Anschluss an die Rold Skov – Mariager-Moräne des Kattegat-Eises erreicht.
3. Es ist somit eindeutig der höchst gelegene Teil des Himmerlandes eine Schlingenkerbe des ehemaligen Eisrandes. Ihr Durchmesser beträgt über 20 km. Ihr enger Hals ist nach S gerichtet. Sie ist aus mindestens zwei Ringmoränen aufgebaut und entspricht zeitlich den zwischen Rørbæk und Aars erkennbaren Eisrandlagen.
4. Der Eisrandgabel von Spentrup-Hald im Süden entspricht somit eine Schlingengabel im N.
4. An diese himmerländische Eisrandkerbe legt sich im E ein jüngerer Moränenzug. Dieser ist von Hadsund, Hellum Skov und weiter über Lindenberg, Lundby Bakker und über den Limfjord hinaus nach N zu verfolgen. Er wird in Vendsyssel Teil einer jüngeren, weit offenen Eisrandkerbe gewesen sein. Damit gleicht auch Nord-Jylland den weiter südlich gelegenen Halbinseln in seinem Aufbau.

Erwünscht war es, zur Bestätigung der morphologischen Auswertung eine glaciotektonische Aussage, insbesondere über den W–E verlaufenden Nordrand der Eisrandschlinge zu erhalten. Diese lieferte uns erfreulicherweise S. A. ANDERSEN 1961 (Geologisk Fører over Vendsyssel). Auf der jenem Buch beigegebenen Karte findet sich sw von Aalborg in dem Hochgebiet südlich Frejlev, also dem W–E-Teil der Schlinge, das Zeichen für W–E-Streichen und nach N gerichtetes Einfallen. Somit ist die Verbindung von der Aarestrup- zur Rold Skov-Moräne morphologisch und glaciotektonisch belegt.

Schon diese Ergebnisse zeigen auf, welche eindeutigen Hinweise das Studium der eisentstandenen Formen gestattet. Sie legen ferner klar, dass die glacio-

morphologische Auswertung den anderen geologischen Untersuchungen (Leitgeschiebe, Lokalmoräne) vorauszugehen hat. So kann auch eine erdgeschichtliche Ausdeutung der Gegend östlich von Hobro und nördlich Hørby (z.T. auffallend eben, lange Trockentäler) erst erfolgen, nach dem erkannt ist, dass hier ein Fenster (Ausspargebiet) zwischen den offenbar gleichzeitig von drei Seiten vorgedrungenen Eismassen vorliegt. Es ist dies der Teil von Nord-Jylland, der als erster von Inlandeise frei wurde.

B. Der Abbau des würmzeitlichen Eises im Bereich des Limfjordes

Nachdem die grosse Himmerland-Eisrandkerbe erkannt ist und dadurch bekannt wurde, dass das nördliche Jylland im Westen weithin von dem aus dem Skagerrak vorgedrungenen Eise bedeckt war, ergeben sich Fragen wie: Wann und wo ist die Kerbe zwischen Ost- und West-Eis zum ersten Male erkennbar?

Wie entwickelte sich jene Kerbe bis zur Himmerland-Eisrandgabel?

Welche Eisrandlage des Skagerrak-Eises entspricht der vom Nimtofte-Nunatak über Hadsund nach N verlaufenden Eisrandlinie?

Welche Eisrandlinien in W und E des Gebietes sind gleichaltrig?

Um diese Fragen aus den morphologischen Befunden beantworten zu können, seien zunächst die glaciologischen Gegebenheiten des untersuchten Gebietes erörtert.

Bei Gebirgsgletschern liegt die Grundmoräne in der Erosionsbasis. Frei werdender Schutt wird daher weitgehend aus einander gespült. Eiszungen aber, die in Gebiete mit tertiären oder eiszeitlichen Lockergesteinen vordringen, exarieren diese stark, auch wenn jene vorher durch Bodenfrost verfestigt waren. Die Erosionsbasis des fließenden Wassers liegt dort daher z.T. erheblich höher als der Boden des Gletschers. Grundmoräne sowie verschüttetes Toteis bleiben dort zunächst weitgehend erhalten.

Da bei fließendem Eis auch die tiefste Eislage an der freien Oberfläche abtauen muss (anderen Falls würde das Fließen aufhören), steigen am Gletscherende die tieferen Eislagen bis zur örtlichen Erosionsbasis nach oben empor. Wenn sich durch vermehrten Eiszufluss das Gleichgewicht an der Grenze der tiefsten aufgerichteten Eislage gegen das Vorland verschoben hat, presst die gerundete Eisstirn mit ihrer Unterseite das Vorland zu Schuppen auf. Auf diese Weise entstehen Stauchmoränen sowohl an der Stirn der Eiszungen wie an der dem Eise zugewandten Seite weit offener Kerben des Eisrandes.

Anschwellendes Eis presst aber nicht nur an der Stirn, sondern auch zur Seite hin. Vor zunehmender Belastung weichen Eis und Lockerboden zur Seite und nach oben aus. Es entstehen steil aufgerichtete Schuppen wie die im Lønstrup-Klint zugänglichen. Ueben zwei benachbarte Eiszungen seitlichen Druck gegeneinander gerichtet aus, so wird der Raum zwischen entgegengesetzt einfallenden Schuppen zunehmend enger. Schliesslich können, wie in Møns-Klint, solche Seitemoränen mit entgegengesetzt einfallenden Schuppen sich an einer steilen Grenzfläche berühren.

Es muss aber betont werden, dass der Charakter einunddesselben Moränenzuges erheblich schwanken kann. Nicht nur aus Satzmoräne, also aus frei-

getautem Schutt aufgebaute Teile wechseln mit solchen, die durch Stauchung entstanden sind. Auch das Ausmaasz kann sich auf kurze Strecken ändern, hier Höhen bis 40 m und mehr, dort 4–10 m. Dort, wo schuttfreies Eis der oberen Lagen allein vorgedrungen war, kann eine Randmoräne ganz fehlen. Die Eisrandlinie ist dann nur als Steilkante im höchsten Teil des Sanders ausgebildet.

Da der Eiszufluss dauernd schwankte, lag die STIRN der aufeinander folgenden Eisvorstösse bald hier bald dort. Der verfrachtete Gletscherschutt wurde also auf weite Entfernungen verteilt. Derart entstandene Stirnmoränen waren von geringer Höhe. In den Kerben zwischen den Eiszungen aber wurde das dort anstehende Gestein (eiszeitlich oder kretacisch) weniger exariert als in den Zungenbecken. Die Lage der Eisrandkerbe wurde hierdurch fixiert. Beim Wechsel von Vorstoss und Rückschmelzen des Eisrandes wurde hier der Gletscherschutt – anders als in den Stirnmoränen – ständig erneut zum gleichen Ort geschafft. Daher wurde Moränenschutt in den Kerben häufig breiter und höher angehäuft als in den zugehörigen Stirnmoränen.

Dieser Unterschied in der Verteilung des Schuttes war von Bedeutung, als nach der Eisbedeckung das Meer Nord-Jylland überflutete. Die auf höheren Sockeln gelegenen umfangreichen Schuttanhäufungen in den Eisrandkerben (Bulbjerg, Svinkløv, Vendsyssel) blieben erhalten, während die geringeren Schuttmassen der Stirnmoränen manchenorts vom Meere abradiert wurden und je weiter nach N in desto grösserer Breite abgetragen wurden. Dies gilt besonders für jene Gebiete, in denen die Kreideschichten hoch liegen. Hier treten ferner Stauchmoränen der Stirn zurück, die winkelförmige Schuttanhäufung der Kerben überwiegt.

Wo aber diluvialer Schutt grösserer Mächtigkeit oder Ton des Alttertiärs den Untergrund des Eises bildete, dort entstanden einerseits Stauchmoränen (Fur, Hanklit), andererseits exarierte das Eis verstärkt, sodass breite Zungenbecken eingetieft wurden. Diese blieben von Toteis erfüllt, solange wie die örtliche Erosionsbasis oberhalb der Unterfläche des Eises lag. Taute später das Toteis, so entstanden aus weiten Zungenbecken breite Niederungen, die von Seen (Nors Sø) oder den weiten Wasserflächen des Limfjordes eingenommen wurden.*) Von den aus dem Eis der Zungenbecken hervorgegangenen Toteis-Formen verdienen zwei wegen ihres morphologischen Wertes näher erörtert zu werden. Wo der Eisrand erneut bis dicht an eine ältere Rاندlage vorsties, konnte Eis auf zweifachem Wege den entstehenden Schuttbändern zwischen geschaltet werden.

Einmal können, wenn die Eisoberfläche tief abgetaut ist, durch gletscher-

*) S. A. ANDERSEN gibt in seiner Entgegnung an, Toteis sei schon seit USSING's Zeiten zur Deutung der eiszeitlichen Formen herangezogen worden. Dies trifft nur zum Teil zu. USSING's Anschauung ist von seinen Kollegen nicht beachtet und ausgebaut worden. In der Geologie von Danmark (D.G.U. V. No. 4 1928) kommt der Begriff Toteis nur bei eisgestauten Seen vor. Dies ist zudem eine irrtümliche Auffassung. Wir wissen heute, dass das Toteis nicht, einen See aufstauend, an dessen Rande lag, sondern darunter, zu meist als Rest einer Zungenbecken-Toteis-Plombe. Mit dem Toteis ist es ebenso gegangen wie mit der Deutung der grossen Moränen als Ergebnis der Stauchung vorrückenden Eises. Was I. F. JOHNSTRUP 1875 richtig erkannt hatte, wurde nicht beachtet bis 1926 die rezenten Stauchmoränen von Spitzbergen bekannt wurden (AXEL JESSEN: Lønstrup Klint 1931, s. 108).

wärts abrutschenden Moränenschutt schmale Eisbänder überschüttet werden (Meyniana 1 Taf. 4) und so erhalten bleiben, bis bei neuem Vorstoss oder Anschwellen des Eises weiterer Moränenschutt gegen dies ältere Gletschereis aufgehäuft wird. Wenn später dies schmale und bisweilen auch aussetzende Band von Toteis schmilzt, entsteht an der Erdoberfläche eine dem Eisrand parallele schmale Senke. Selbst wenn die Oberflächenformen durch periglaciale Vorgänge weitgehend zerstört worden sind, verraten solche, durch das späte Tieftauen neu entstandenen Rinnen den Verlauf des früheren Eisrandes. Hierher rechne ich auf Bl. 2014 den W-O verlaufenden Teil des Tales mit dem Busgaard Møllebæk. Dieser biegt in bezeichnender Weise rechtwinklig durch ein Erosions-tal zur Allingaa ab. Wo ein auf diese Weise entstandenes Toteis-Tal durch rückschreitende Erosion angezapft wurde, kann es zu einem Schmelzwasser-Tal erweitert sein, z.B. Teile des Skalsaa-Tales, das Tunneltäler quert.

Der zweite Vorgang, der schmale Toteis-Streifen entstehen lässt, beruht gleichfalls auf der Folge von Vorstößen des Eises. Aber es blieb beim diluvialen Eis in diesem Falle zwischen der älteren und der jüngeren Randschutt-Lage ein Teil des Zungenbeckens erhalten. Das darin unterhalb der Erosions-basis unter Schutt bewahrte Toteis wurde wieder in die Eisbewegung aufgenommen, mit Ausnahme des erwähnten, zwischen älterer und neuer Randschutt vorhandener, mehr oder weniger breiten Toteis-Bandes. Bei schmalen Gletscherzungen ist die Begrenzung dieses Toteis-Restes nicht selten halbmondförmig. Ein Beispiel hierfür gibt das Tal der Simested Aa von Simested nach O hin bis zum Knick südlich Stenild. Ober- und unterhalb dieses Abschnittes fließt die Aa in engen N-S verlaufenden Erosionstälern. Im genannten Abschnitt aber mäandriert die Aa in einem bis 1 km breiten vermoorten Tal. Dessen halbmondförmige Begrenzung und seine Lage unmittelbar ausserhalb der Hvilsom-Moräne lassen auf einen schmalen Zungenbecken-Rest schliessen. Dessen Fortsetzung nach W ist wieder vom erstgenannten Typ, eine Reihe von vermoorten Senken zwischen Herrestrup und Østerbølle und weiter im Tal der Lilleaa. Die Simested Aa selber aber verläuft von Aalestrup an nach S in seinem Erosions-Tal quer zu den Moränen-Zügen von Tulstrup und den Tulsbjergen.

Eine die Glacialmorphologie beeinflussende Besonderheit des Untersuchungsgebietes liefern die Kreide-Ablagerungen. Dort, wo Flintlagen führende Kreide-Schichten hoch aufragen, wurde der Eisfluss entweder gebremst (Rold Skov) oder zweigeteilt (Himmerland, Bulbjerg u.a.) oder auch gelenkt, so die Noreisungen in dem Ring aufragender Kreide, den die Höhen von Hanstholm, Hjaremaal, Sennels, Thisted, Wang, Klitmøller bilden.

Ausser den Kreide-Aufragungen könnten auch Salzaufbrüche den Verlauf der Eisrand-Linien beeinflusst haben. Jedoch wurde auf eine nähere Untersuchung, ob zu Kaltzeiten infolge Fehlens des Grundwasserflusses die Salzstrukturen teilweise so hoch aufragten, dass sie den Verlauf des Eisrandes mitbedingten, verzichtet. Auch musste, weil Untersuchungen darüber noch ausstehen, unerörtert bleiben, wo risszeitliche Absätze den Verlauf der Eisrandlinien beeinflusst haben.

Die morphologische Auswertung der vom frühen Würm-Eis hinterlassenen Formen ist in Nord-Jylland erschwert durch

1. periglacialen Abtrag und entsprechende Auffüllung
2. eine starke Zertalung seitens der Schmelzwässer

3. die Folgen der Landhebung wie
 - a. Schwinden verschütteten Toteises und damit Fehlen von Seen, falls die Hebung hinreichend früh einsetzte
 - b. das Eintiefen der Wasserläufe
4. Einebnung des weit in das Land vorgedrungenen Yoldia- und Zirphaea-Meeres
5. Ueberdeckung durch Flugsand an den Küsten des Skagerrak.

Ein anderes Phänomen ist in manchen Gebieten das Verschwinden der unruhigen Toteis-Formen zugunsten periglacialer Formen. Dem Anschein nach sind unterhalb von rund 120 m heutiger Meereshöhe die glacialen Formen durch periglaciale ersetzt. Aus diesem Grunde gelang es zunächst nicht, die westliche Fortsetzung der so ausgeprägten Moränenzüge von Tulstrup aufzufinden. Erst Begehung im Gelände lehrte die Verhältnisse kennen. Bei Rogenstrup und Navntoft (1808) ist die Erscheinung gleichfalls auffallend.

Vorstehend sind einige der für die Untersuchung maassgebenden Grundvorstellungen angeführt worden. Für die morphologische Auswertung wurden Höhenlinien von rund 50 der Atlasblade (1:40000) von mir farbig hervorgehoben. Ausserdem habe ich im Juli und September 1965 das mir noch unbekannte Gebiet im Westen und Norden des Limfjordes bereist. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft gewährte zu den Kosten eine Beihilfe. Hierfür sei auch an dieser Stelle aufrichtig gedankt. Das Ergebnis der Untersuchungen ist in der Karte (Tafel I) niedergelegt. Dazu und zur Frage:

Wann und wo ist die Kerbe zwischen Ost- und West-Eis zum ersten Mal zu erkennen?

sei Folgendes angeführt.

Die äusserste C-Moräne verläuft von dem Kliff an der Nordsee (Bovbjerg nach Osten*); verschmälert sich vor dem Lemvig-Tunneltal; zieht nach SO weiter und verschmälert sich abermals durch die von Struer her durch den Kilen gekommenen Schmelzwässer. Auf Bl. Holstebro bildet die C-Moräne einen flachen Bogen als Folge der Venö-Bugt-Eiszunge. Auf Bl. Davbjerg wird dieser Moränenzug von dem 5-7 km breiten Tal unterbrochen, das Flynder- und Stubbegaard Sø und die Skive Aa enthält. Von Kjeldbjerg (2006) verläuft der Eisrand bis Kobberup (1806) nach NO, knickt hier dann aber nach SO ab. Es liegt hier also eine Kerbe vor. Iglø liegt in deren Senke. Der Moränenzug dürfte über Smollerup und den N-S verlaufenden Moränenzug westlich Finde-
rup zu dem Gletschertor von Dollerup weiter verlaufen sein. Auf dem Salzhorst von Mønsted liegen Teile der C-Moräne. Jedenfalls ist um Iglø eine rechtwinklige Eisrandkerbe vorhanden. Das Eis westlich jener Kerbe wurde zum mindesten bis in die nächstjüngere, die Skive-Eisrandlage weitgehend durch den Flynder Sø-Schmelzwasserablauf entwässert. Das Gebiet östlich der Iglø-Kerbe entliess seine Schmelzwässer durch das Dollerup-Gletschertor und weiter südlich gelegene Ausläufe. Ob die Iglø-Kerbe die Grenze von Skagerak und Kattegat Eis darstellt, muss der Verlauf der jüngeren Eisrandlagen aufzeigen.

Die nächstjüngere höhere Schuttanhäufung findet sich beiderseits des Skive-Fjordes. Sie verläuft: Nach W über Hindborg (1606), bis Otting nach N und

*) Deren überraschender Aufbau aus ungestörten Grundmoräne- und Schmelzwasser-Ablagerungen dürfte aus dem ruhigen Hinaufgleiten des Eises auf eine langsam aufwärts wachsende Sanderwurzel abzuleiten sein.

dann nach W anschliessend in einem Bogen über Brøndum, Lem (1804) in einer kurzen Mittelmoräne nördlich Lime und dann weiter nach S über Sønderhede in die modellartige Venø Sund-Moräne. Sie setzt sich über Humlum fort in die niedrige Moräne, die auf 1802 der hohen äussersten C-Moräne bei Toftum und auscheinend bei Tørring angelagert ist.

Wenn man von dem Hochgebiet Hjælpensbjerg-Ashøj (1402, 1602) ausgeht, hat es den Anschein, dass ein Moränenzug über Tvolm und Thyholm, den Limfjord querend, an die erwähnte Kerbe von Lime anschliesst.

Um einen Ueberblick zu gewinnen, sei hier gleich der nächste Moränenzug erörtert. Oestlich vom Ashøj (1602) verläuft zwischen Hurup und Heltborg ein Höhenzug in N-S-Richtung. Er erreicht über 200 Fuss Höhe. Eine Fortsetzung nach N oder E ist nicht zu erkennen. Trotzdem verläuft gleichsam vom Ashøj-Gebiet ein Moränenzug durch das südliche Mors (1404, 1604) vom Næs Sund über Karby, Hvidbjerg, Vils und Lørslev zum Salling Sund. Er quert diesen und setzt sich auf Bl. 1606 über Roslev bogenförmig bis zum Hvalpsund fort. Von dem älteren C 2-Moränenzug bleibt dieser, C3 genannte Moränenzug durch eine breite Niederung getrennt. Der weitere Verlauf der C3-Moräne nach Osten zu ist jenseits des Hvalpsundes zu vermuten. Dort aber gelangen wir in die Nähe des Viborg-Gletschers. Dessen Aussenzone sei zunächst untersucht.

Die äussersten Moränen des Viborg-Gletschers

Oestlich des Skive-Fjords setzt sich der Hauptmoränenzug C2 in dem Höhenzug zwischen Sejstrup (1808) und Ørslev Kloster fort. Anfangs erblickte ich dessen Verlängerung in den Höhen von Hejlskov. Da dies Moränenstück nach W, N und E von wassererfüllten Niederungen umgeben ist, vermutete ich hier eine Eisrandgabel und deren oestliche Fortsetzung in dem bogenförmigen Höhenzug über Kvols bis in den Villumbjerg bei Løgstrup. Jedoch die zwei Höhenzüge bei Hejlskov liegen rechtwinklig zur Richtung der Sejstrup-Moräne. Sie entsprechen also nicht den im Winkel zwischen zwei Gletschern abgelagerten Schuttmassen, sondern die zwei parallelen Züge sind von E her aufgeschüttet oder aufgepresst worden, also von einer Eismasse, die auf die C2-Moräne bezogen »aussen« lag. Die Hejlskov-Moräne ist also vom Kattegat-Eis aufgehäuft worden. Hier endet demnach, falls diese Deutung zutrifft, die C2-Moräne.

Die Höhen von Kvols und Villumbjerg dürften die Fortsetzung der Hejlskov-Züge sein, somit gleichfalls zur äussersten Randlege der Viborg-Eiszunge gehören.

Zunächst sei die Fortsetzung dieses Zuges nach N erörtert. Die flache Halbinsel Lundø bietet keinen Anhalt. Weiter nördlich kommt die Lovns-Halbinsel als Fortsetzung infrage. Bis an die Westseite des Hvalpsundes reicht, wie erörtert, die C3-Moräne. Auch bei ihr sah ich zunächst eine Fortsetzung nach E bis in die Gislum-Moräne (1608, 1410) und damit in die äussere Zone der Himmerland-Kerbe.

Aber es weist die Lovns-Halbinsel bei Ullids-Stationsby und ebenso westlich von Alstrup nach E offene, bogenförmige Höhenzüge auf. Dies spricht für Eisdruck von E. Nördlich des Ullids-Bogens verläuft in W-E-Richtung die

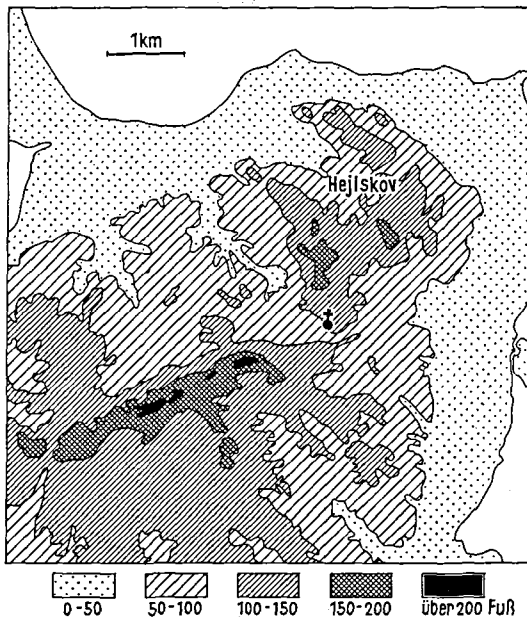


Fig. 1. Höhengschichtenkarte der Umgegend von Ørslev Kloster. Die zwei äussersten Moränen des Viborg-Gletschers (= Kattegat-Eis) schneiden die ältere Skagerrak-Eisrandlage quer ab.

Vonsild-Gislum Moräne mit den Lerkenfeld Bergen. Westlich von Svingelbjerg liegt also eine gabelförmige Ueberschneidung. Das von N gekommene Eis hat hier ebenso wie in den Hverrestrup Bakker den äussersten Moränenzug des Viborg-Gletschers zerstört. Bei Hejlskov und am Hvalpsund aber hat der Viborg-Gletscher die Randbildungen des Westeises vernichtet. Die Randlagen C2 und C3 haben somit keine Fortsetzung nach E. Auf Blatt Viborg gehört schon der zweite Moränenzug Rømlund-Agerskov - Almind zum Viborg Gletscher, also zum von E gekommenen Eis.

Die von Hejlskov her den Hjarbæk Fjord an der West- und Südseite bis östlich des Fiskbæk begleitende Stirnmoräne des Viborg-Gletschers schliesst sich bei Vorde an die Fortsetzung der Tjulsbjerge-Moräne an. Dies ergibt sich aus folgendem. Im Gebiet zwischen Simsted-Aa und Lovns Bredning beziehungsweise Hjarbæk Fjord bilden bogenförmige, allerdings flache Höhenzüge die Fortsetzung der weiter im E sehr ausgeprägten Moränenzüge. Es verlaufen der Hvilsum-Zug über Fjelsø nach Gjedsted, die Tjulsbjerge-Züge über Melshøj, östlich St. Torup, östlich Ulbjerg bis Vie. Ein Umbiegen in die Süd-Richtung der äusseren Moränen-Züge des Viborg-Gletschers lässt hier dessen Stirn ebenso eindeutig erkennen wie die Höhenzüge westlich und südlich von Viborg.

Die Lerkenfeld Aa von der Mündung bis Testrup und die Simsted Aa von Simsted an aufwärts bilden die Grenze von West- und Osteis. Die Hverrestrup

Bakker sind vom Westeis gegen SW aufgepresst worden, wenigstens während der letzten Phase. Vermutlich steckt eine überprägte Osteis-Moräne = äusserer Rand des Viborg-Gletschers in den Hverrestrup Bakker; denn der oben erwähnte Toteisrest östlich von Simstedt erfordert eine nördlich davon gelegene Eisrandlage. Ferner lassen die vermoorten Senken in der Gemeinde Hverrestrup und westlich davon (Grindals Mose) sowie die Niederung mit der Lilleaa westlich von Østerbølle diesen Moränenzug bis Vesterbølle hin südlich der Lerkenfeld Aa deutlich hervortreten. Dies wird der nördlichste, also der älteste Moränenzug des Viborg-Gletschers sein.

Die jüngeren Randlagen des Viborg-Gletschers

Die aufgezeigten nördlichen Randmoränen des Viborg-Gletschers enden im Raume westlich von Løgstrup (1808) an einem Moränenzug, der mit E-W-Verlauf von dem Gebiet östlich von Rødding (1810), südlich Løvel über Navntoft (1808) nach Romlund (2008) und dann über Agerskov und Almind (siehe oben) in südöstlicher Richtung weiter zieht. Es wird durch diesen Moränenzug anscheinend ein nördlicher älterer Teil des Viborg-Gletschers von einer südlichen Phase getrennt.

Fragen wir, wo diese Grenzmoräne im E beginnt, so muss ich eine Antwort schuldig bleiben.

In dem Gebiet zwischen der Gudena bei Bjerringbro und dem Skalsaa-Tal bei Hersom verlaufen in E-W-Richtung 3-4 Schmelzwassertäler und zwei Toteis-Rinnen. Da zwei benachbarte parallele Erosionstäler stets einen morphographischen Höhenzug erzeugen, ist hier das morphologische Erkennen glaciogener Höhenzüge bislang nicht möglich. Die Hochgebiete südlich (2212) und westlich von Ulstrup (2012, 2010) bilden das Nordende eines sehr flachen, das Bl. Frijsenborg von SE nach NW durchziehenden Höhenrückens. Es ist möglich, aber infolge der Zertalung nicht eindeutig zu belegen, dass hierin die Umrahmung der letzten bis auf Bl. Viborg sich erstreckenden, äusserst schmalen Eiszunge vorliegt. Vielleicht liegen die Reste mehrerer Tunneltal-Eiszungen auf den Bl. 1810 und 2010 nebeneinander. Das Mammen-Tal könnte der Grenze von zwei derartigen schmalen Eiszungen entsprechen. Bei den anderen Tälern hat die Erosion der jüngeren Schmelzwässer die ursprünglichen Formen zerstört.

Die Eisrandlagen im südlichen Limfjord-Bereich

Im östlichen Teil der Grenze der Bl. Bjørnsholm 1408 und Gjedsted 1608 stiessen Kattegat- und Skagerrak-Eis zusammen. Wie erwähnt, trennten sich die Eisränder westlich von Svingelbjerg. Die Skagerrak-Moräne dürfte nach Urhøje und Flovtrup auf Bl. 1406 weiter verlaufen sein. Sie bildete hier dem Anschein nach mit der Glyngøre – Grynderup-Moräne eine weit offene Gabel, die die Batum-Salzstruktur umschliesst. Die Senke des ehemaligen Grynderup-Sø im W und die von der Hinnerup Aa und dem Gaasemose eingenommene Senke trennen diese Eisrandlage von der nächstälteren, der C3. Um das Risgaard Bredning ist eine Eiszunge, ähnlich denen beim Salling- und Vil-Sund nicht zu erkennen, es sei denn man fasst die durch eine Niederung gegen E

getrennte Stistrup – Dollerup-Höhe im E und das Rotholm Rev als Anzeichen für eine solche Zunge auf.

Von Glyngøre verlief diese Eisrandlage vermutlich über Nykøbing und Tødse an die Ostseite der grossen Stauchmoräne von Bjergby-Sundby im nördlichen Mors. Von Sundby griff eine Zunge beiderseits des Vil-Sundes nach S vor und vereinte sich bei Stagstrup mit dem nach S bis Vestervig zu verfolgenden Moränenzug. Dieser Eisrandlage läuft, nach Rückverlagerung der Kerbe bis Sjørrind, eine jüngere parallel über Snedsted und Bedsted bis Villerup nördlich von Vestervig.

Die erste, von der Westsee bis zum Kattegat durchlaufend zu verfolgende Eisrandlinie dürfte somit wie folgt verlaufen sein: Vestervig – Ashøj – Stagstrup – Bjergby-Stauchmoräne in der nördlichen Mors-Kerbe – breite Nord-Salling-Kerbe, deren proximaler Teil zur Fur-Stauchmoräne aufgepresst wurde – dann Risgaarde Bredning querend über Fandrup – Vonsild – Suldrup – Veggerby und damit in den Aussenrand der grossen Himmerland-Kerbe.

Der Eisabbau nordwestlich des Limfjordes

Drei Eisrandkerben und eine auffallende Scharung von Moränenzügen sind kennzeichnend. Thisted liegt am Südrand der ringförmig von Hanstholm über Hjaremaal, Sennels nach Vang und Klitmøller verlaufenden Aufragung von Kreide-Kalk. Dieser Kreide-Ring dürfte die Lage von Seiten- und Stirn-Moränen einer von NW gegen SO vorgedrungenen Eiszunge bedingt haben. Diesem Kreide-Ring ist eine Folge von ringförmig angeordneten Senken und Höhen mit dem Nors Sø als Rest des letzten Zungenbeckens eingelagert. Möglicherweise geht die Eintiefung im Innern des Ringes auf die glaciale Exaration zurück.

Die Wechselfolge von Höhenrücken und Niederungen, also von Randlagen und Toteis-Plomben der Zungenbecken-Reste setzt sich südlich des Thisted-Klitmøller-Kreidezuges fort. Es folgen

Sørring Sø
 Hundborg-Stauchmoräne
 Hundborg Mose-Senke
 Gjersbøl-Stauchmoräne
 Niederungen reihenförmig
 N-S verlaufende Skoldborg-Moräne
 – – – Senkenzone
 Silstrup – Aas Rücken und

am Vilsund endet der W-O streichende nördliche Mors-Moränenkomplex. Diese auffallende Scharung geht auf eine nach S offene Kerbe des Eisrandes zurück.

Sehr schwach sind die Hinweise auf eine Eiszunge zwischen Hanstholm und Bulbjerg. Es würde sich um eine der Nors-Zunge gleichaltrigen kleinen Gletscher handeln.

Vom Widerlager des Bulbjerges geht der den Feggesund querende Moränenzug aus. Dieser Rücken scheint eine zweiteilige Mittelmoräne zu sein. Von

Lild Kirke bis Højstrup besteht er mehrfach aus zwei Rücken. Bei Skaarup trennen sie sich. Auch an der Grenze der Bl. 1006 und 1206 ist diese Randmoräne wiederum zweigeteilt. Der westliche Zug mit Arup könnte vielleicht an dem Kreidezug von Hjaremaal sein Gegenüber gefunden haben. Der östliche Zug aber hat bei Ejerslev seine Fortsetzung. Dieser gegen E offene Bogen dürfte über die Untiefen des Limfjordes zum Langegrund weiter verlaufen.

Auf der Sejerslev-Halbinsel findet sich ferner westlich des gleichnamigen Ortes ein gedoppelter Moränenzug. Der westliche ist ersichtlich von W her zusammengeschoben worden. Er bleibt von der grossen Stauchmoräne in Nord-Mors durch eine weite Niederung getrennt. Sein Verlauf führt zudem über das Ostende der Mors-Moräne nach S hinaus. Dieser Zug könnte daher eher mit der bei Tødse am Fjord endenden Moräne in Zusammenhang gebracht werden.

Allerdings ist für diese vorstehend schon eine Verbindung mit dem den Salling Sund umziehenden Moränenzug vermutet worden.

Die östliche Hälfte der Sejerslev-Moränen ist bogenförmig, einem von E erfolgten Druck entsprechend. Ihre Fortsetzung dürfte über Jørsby und die Untiefe Holmeflak zu einer Gabel bei Blinderøn und weiter zur Insel Livø und vielleicht anfangs nach Trend und somit in einen der jüngeren Züge der Himmerland-Kerbe zu suchen sein. Später aber dürfte dieser Eisrand in der Løgstør-Moräne und damit zur Hjortdal-Svinkløv-Kerbe verlaufen sein.

Nordwestlich von Sejerslev sind die beiden aus entgegengesetzten Richtungen aufgesprengten Höhenzüge durch einen, die Höhe von 150 Fuss erreichenden Querrücken verbunden. Vermutlich liegt hier eine Kerbstauchung vor. Einen Anhalt darüber, ob sich in ihr die Hanklit-Stauchmoräne (Nord-Teil des Moränenkomplexes in Nord-Mors) fortsetzt, liess sich nicht finden.

Eine der Bulbjerg-Kerbe ähnliche Moränen-Gabel liegt im Bereiche Hjortdal-Svinkløv vor. Deren westlicher Ast verläuft über den Aggersund und weiter über Næsby nach S. Wie erwähnt dürfte dies die Seitenmoräne der bis Livø und Sejerslev vorgedrungenen Eiszunge sein. Auch dieser Hjortdal-Moränenzug ist zweigeteilt. Höhen bei Skræm nördlich des Limfjordes und südlich desselben bei Næsborg könnten zusammengehören.

Weiterhin zweigt von dieser Gabel gegen E ein breiter bogenförmiger Zug ab. Dessen jüngerer Teil biegt bei Tranum nach S in Richtung Brovst ab. Sein älterer Teil verläuft teils bogenförmig, teils direkt über Telling nach Janum und von dort nach S bis Attrup am Limfjord. Zweifelsohne setzt sich dieser Zug südlich des Limfjordes in den Höhenzug zwischen Stavn und Sebber (1210) fort. Möglicherweise gehört die durch eine Senke von der Himmerland-Kerbe getrennte Höhe von Nørholm (1010, 1210) zum gleichen Zug.

Somit treten uns die jüngeren Randlagen des Skagerrak-Eises zwischen Aars und Nors in Gestalt von Seiten- und Stirn-Moränen gegen E und S vorgedrungenen schmaler Eiszungen entgegen. Kerben finden wir bei Sjørrind, vermutlich im Hanstholm, sicher am Bulbjerg und bei Svinkløv. Bl. Feggesund (1206) lehrt, dass auch die grösste Wasserfläche des Limfjordes einer Eiszunge ihre Entstehung verdankt, nämlich der zwischen Bulbjerg und Svinkløv nach S, anfangs vielleicht bis Fur, später bis Livø vorgedrungenen, von Seitenmoränen eindeutig begrenzten Zunge.

Die Kreide-Höhen von Hanstholm und Hjaremaal scheinen an der Grenze zweier benachbarter Eiszungen, also unter Mittelmoränen, entstanden zu sein.

Während die zentralen Teile der Zungenbecken eingetieft wurden, blieb die Kreide am Rande der Zungen infolge Aufwärts-Bewegung des Eises von der Exaration weitgehend verschont. Die Aufschlüsse durch den Hafenaufbau von Hansted zeigten flach seewärts einfallende flintführende Kreidekalke frei von eisentstandenen Störungen. Die Auswertung von Bohrungen würde vermutlich glaciologisch wertvolle Aufschlüsse über die Unterschiede der Exaration in den zentralen und randlichen Teilen der einzelnen Eiszungen ergeben.

Im grossen gesehen zeigt sich, dass die Eiszungen von der Randlage C1 an zunehmend kleiner geworden sind. Eine Reihe schmaler Eiszungen lieferte die letzten Spuren, die das Skagerrak-Eis auf dem heutigen Land hinterlassen hat.

Der Himmerland-Nunatak

Der auf hochliegender Kreide abgelagerte Glacialschutt wurde bis auf über 100 m Höhe über dem Meere zusammengeschoben oder abgelagert. Der Randschutt des im Rold Skov- und dem Aarestrup-Ravnkilde-Moränenzug einander gegenüber liegenden Eises war das erste Gestein, das aus dem zuvor vom Eise bedeckten nördlichen Jylland hervorragte. Je länger die Schutttzufuhr dauerte und je tiefer die Oberfläche des Eises zu liegen kam, um so breiter wurde dieser himmerländische Nunatak. Als solchen dürfen wir den anfangs schmalen, von Frejlev südlich von Aalborg bis Spentrup reichenden Schuttstreifen bezeichnen. Hobro liegt mitten in dessen etwas breiteren südlichen Teil.

Ueber den inneren Bau der Moränenzüge im Bereich der Himmerland Kerbe konnte ich Folgendes beobachten: In einer Kiesgrube zwischen Frør und Skindbjerg Faltenköpfe, aber die Druckrichtung war nicht einwandfrei zu erkennen; in den grossen Kiesgruben zu Fragdrup unweit des Tinghøj (112 m) weithin flachgelagerte Schmelzwassersande, in denen nur an einer Stelle eine kleine, gegen W gerichtete Faltenverwerfung auftrat; auf der Westseite der Kerbe sah ich im November 1964 wie erwähnt in der Grube östlich von Ersted bei Aarestrup drei gegen SW einfallende Stauchfalten; im Juli 1965 war dort nur eine Synklinale aufgeschlossen.

Je niedriger mit der Zeit die Oberfläche des Eises zu liegen kam, umso breiter wurde das gletscherfreie Gebiet im Westen des Nunatak. Die Karte (Tafel I) deutet die zahlreichen Eisloben an, die dort nacheinander von N gegen S und SO vorstiessen. Von Rørbæk bis ungefähr Løgstør liegt ein Moränenzug hinter dem anderen. Die älteren schmiegen sich an die hohen Schuttwälle im N der Himmerland-Kerbe an. Der Ostseite jener Kerbe könnte auch der vom Nimtofte-Nunatak nach N abzweigende, möglicherweise über Hadsund verlaufende Moränenzug angelagert sein. Dieser wird jedoch auf Bl. 1814 vom Randersfjord unterbrochen. Es bleibt unsicher, ob sich dieser Zug über Udbynedre und Overgaard nach NO und weiter über Als nach N fortsetzt oder in die Hadsund-Moräne und damit an den Ostrand der Himmerland-Kerbe in den Astrup-Nør Skov-Zug östlich des Madum Sø verläuft.

Der letztgenannte Moränenzug setzt sich nicht auf der Westseite der Kerbe fort, sondern zieht über den Limfjord (Langerak) hinaus nach Vendsyssel hinein.

Im Süden des Himmerland-Nunatak und ausserhalb der Kreide-Aufragung floss das hochgestaute Eis im Bereich der weichen tertiären Tone um die Spentrup-Hald-Höhe (110 m) herum, wodurch der früher aufgezeigte Viborg Gletscher entstand.

Die Vendsyssel-Eisrandkerbe

Auf der Kattegat-Seite der Himmerland-Kerbe setzt sich der Lindenberg-Moränenzug, also die Hadsund-Moräne, über das Langerak bis in den Süden von Bl. Aalborg fort; des gleichen ein jüngerer Zug, der auf Bl. 1414 und 1214 hinreichend deutlich zu verfolgen ist.

Die Hammer Bakker (1012) sind als Folge ihrer Höhe stark zertalt. Die SE-NW-Richtung herrscht anscheinend in ihnen vor. Das Gleiche ist in den Höhen nördlich Hasing (1014) der Fall. Abermals treffen wir diese Richtung weithin in den Höhenzügen der SW-Ecke von Bl. 814, östlich von Brønderslev (812) auf Bl. Børglum (612) an. Diese Höhenrücken enden im Osten an dem als Jydske Aas bezeichneten Höhenzug, der die Bl. 614 und 814 in N-S-Richtung durchzieht. Jene, häufig nur niedrigen, SO-NW streichenden Rücken im mittleren und westlichen Vendsyssel dürften Rückzugsstadien und gelegentlichen schwachen Vorstößen des Eises entsprechen aus der Zeit, da infolge Absinkens der Oberfläche des Eises die Himmerland-Kerbe vom Eis verlassen war und eine weit offene Vendsyssel-Kerbe entstand.

Vom Jydske Aas kennen wir den inneren Bau. Das Einfallen der Stauchfalten und Schichten gegen E (S. A. ANDERSEN 1961 Karte) bezeugt Eisdruck aus östlicher Richtung. Das Zusammentreffen der NW-SE verlaufenden Rücken mit dem Jydske Aas wirft die Frage auf, ob das Aas gleichzeitig durch vordringendes Eis aufgebaut wurde oder ob es nacheinander entstand als eine Folge aneinander gereihter, weit offener Eisrandkerben, die nur an ihrer Ostseite Eisdruck ausgesetzt waren.

Eine der letzten dieser NW-SE verlaufenden Kerbmoränen ist das Gebiet zwischen Sindal und Hirtshals. Da es quer zur Fliessrichtung von NE kommenden Eises lag, wurde es als Stirn- moräne weiter eisaustrwärts geschoben als der Schuttrücken Tolne - Jydske Aas. Das nach S drängende Eis wird an diesem überwiegend entlang geglitten sein, also war das Aas mehr Seiten- als Stirn- moräne. Das Jydske Aas ist sicherlich jünger als die bislang erörterten Moränen des Kattegat-Eises. Wie weit sie mit der ostjütischen Eisrandlinie POUL HARDER's gleichaltrig sind, soll hier nicht untersucht werden.

Um die Westküste, also die Skagerak-Seite der weit offenen Vendsyssel-Eisrandkerbe zu verstehen, müssen wir zurückgreifen auf das, was wir im Norden des westlichen Limfjordes angetroffen haben. Das Kartenbild zeigt dort eine Guirlande von kleineren Gletscherzungen. Aehnlich wird es im Westschenkel der Vendsyssel-Kerbe gewesen sein. Die Lagerung der Schichten im Lønstrup Klint entspricht derjenigen in der Seitenzone einer gegen SE

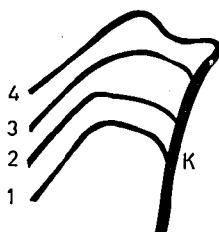


Fig. 2. Schema der Verlängerung eines Moränenzuges durch einseitige Verbreiterung einer Eisrandkerbe. In Vendsyssel dürfte Eisschub die Kattegat-Seite (k) einer derartigen Moräne verbreitert haben.

vorgedrunenen Eiszunge. Leider hat das Meer nicht nur früher eingeebnet, sondern auch die heutige See hat erhebliche Teile des Landes abgetragen. Trotzdem ist zu erkennen, dass eine breite Kerbe in Vendsyssel die Nachfolge der Himmerland Kerbe übernahm.

Zur Kenntnis der Klein-Formen

Auf der C1-Moräne überrascht die grosse Zahl abflussloser Hohlformen. Sie finden sich zum Beispiel von Bovbjerg bis Nørre Nissum (1802), ferner quer über Bl. Holstebro und auf Bl. 2006 auf den Höhen beiderseits des grossen Flyndersø-Abfluss-Tales. Sie fehlen auf den anschliessenden Sandern, aber treten im Flyndersø-Tal verbreitet auf. Auch auf Bl. 1808 werden sie zwischen Navntoft und Rogenstrup und auf Bl. Viborg ausser bei Romlund und südlich Dollerup auch bei Overlund, also auf einer der mittleren Moränen des Viborg-Gletschers angetroffen. Sie fehlen hingegen fast ganz auf den Rücken mit hochgelegenen Kreide-Untergrund wie Hanstholm, Hjaremaal (1004) und auf den in gleicher Weise aufgebauten östlich von Thisted sowie um Grenaa. Südwestlich von Thisted um Snedsted herum trifft man sie an.

Um Rogenstrup und Navntoft (1808) ist zu erkennen, dass auf den Flanken der Hochgebiete solche Hohlformen fast ganz fehlen, während sie oberhalb zahlreich sind.

Als Entstehungs-Ursachen solcher Kleinformen kommen infrage:

1. Windmulden und Flugsand-Verbauung. Diese Ursachen kommen jedoch nicht für die angeführten Vorkommen, sondern nur am Rande von Dünenzonen inbetracht.
2. Primäre Aussparhohlformen. Sie sind nur als Grossformen, nicht als Kleinformen bekannt.
3. Toteis-Formen, später als die periglaciale Einebnung entstanden.

Die scharfe Begrenzung des Auftretens der Hohlformen östlich von Rogenstrup legt den Gedanken nahe, dass hier an Toteis reicher Moränenschutt gegen eisfreien Schutt abgelagert worden ist.

Da Belege für die periglaciale Zertalung (lange Trockentäler, heute trockne Steilhangzertalung) im Bereich der C-Moränen verbreitet sind (auch die flach abfallenden Aussenhänge der C1-Moräne sind parallel zertalt) überrascht das gedrängte Vorkommen so kleiner Hohlformen.

Ich bin nicht in der Lage, anzugeben, ob zwischen den Höhen mit zahlreichen und denen mit wenigen Hohlformen petrographische Unterschiede, etwa Sand oder Ton, bestehen. Einstweilen bietet sich als Deutung an: Nur die Hänge der Höhen wurden periglacial geglättet; auf den Hochgebieten jedoch blieben infolge zu geringen Gefälles ältere Toteishohlformen erhalten, zu denen nach dem Tieftauen neue hinzukamen. Eine eingehendere Untersuchung bleibt erwünscht.

SCHLUSSBETRACHTUNGEN

Die morphologische Auswertung der eisentstandenen Absätze gestattete auch im Limfjord-Gebiet den Ablauf der Vereisung weitgehend klarzustellen. Leitformen, dies sind eindeutige Formen, besonders Höhen und Senken, ermöglichten es, den Verlauf des Eisrandes örtlich zu erkennen. Diese Einzelergebnisse wurden in Uebersichtsskizzen zusammengestellt, um den grösseren Zusammen-

hang zur Kontrolle der Deutungen heranzuziehen. Das Ergebnis (Karte Tafel I) zeigt einen den Gesetzen des Eisfließens entsprechenden Ablauf der Würm-Vereisung. Es bestätigt sich erneut, dass Ablagerungen des Würm-Eises durch die Auswertung der Formen schneller und, ich glaube, auch besser als mittels anderer Methoden ihrer Entstehung nach gedeutet werden können.

Die morphologischen Ergebnisse zeigen:

1. Nord-Jylland war das Grenzgebiet zwischen den grossen Eisströmen in Skagerrak und Kattegat. Es wurde bei dem Niedertauen des Eises von der Mitte nach den Seiten zunehmend eisfrei. Dadurch entstanden Moränenzüge des Kattegat- und Skagerrak-Eises. Demzufolge lag westlich der Himmerland-Kerbe das Eis auf der West- oder Nordseite der Moränen!
2. Die Unterschiede in dem Widerstand des Untergrundes gegen die Exaration bedingten das Eis trennende Hochgebiete und das örtliche Vordringen besonderer Eiszungen.
3. Mit abnehmender Eiszufuhr wurden anfangs grosse Eiszungen durch zunehmend kleinere ersetzt. An deren Grenzen treten erstaunlich lange Seitenbegiehungsweine Mittelmoränen auf.
4. Da nun mehr auch für Nord-Jylland eine ältere Eisrandgabel in Himmerland und eine zugehörige jüngere in Vendsyssel erkannt sind, kann man sagen: Von Fehmarn bis Vendsyssel sind alle Halbinseln nach dem gleichen Gesetz aufgebaut, nämlich als Schuttanhäufung in einer Eisrandkerbe.

Die Auswertung der eisentstandenen Formen ermöglichte es ferner, die Gestalt des Limfjordes zu deuten. Dessen Weiten (Bredning) entsprechen Zungenbecken, die durch Toteis unterhalb der Erosionsbasis, vermutlich teilweise bis in die Nacheiszeit, erhalten blieben. Die schmalen Stellen des Limfjordes aber, die Sunde, liegen dort, wo der Fjord Moränenzüge quert. Dies gilt für Vil-, Fegge-, Salling-, Hvalp-, Agger-, Had-Sund und das Langerak.

In den Niederungen zwischen den Endmoränenzügen abradierten die Westwindwellen gegen E. So entstanden Sønderlem-, Dragstrup- und der auffallend runde Harre-Vig.

Tafel I

Die Grenzen von Skagerrak- und Kattegat-Eis in Nord-Jylland

Die Linien geben die morphologisch erkannten Eisrandlagen an im Bereich des Viborg-Gletschers, der Himmerland-Eisrandkerbe sowie südlich und nördlich des Limfjordes.

Durch Breite hervorgehoben sind die äusserste Randlage des Viborg-Gletschers und die erste von Næs Sund im Westen, südlich Nykøbing-Mors, zwischen Aars und Lerkfeld Aa, südlich Aalborg und über Rold Skov und Mariager bis Spentrup-Hald durchgehende Eisrand-Linie.

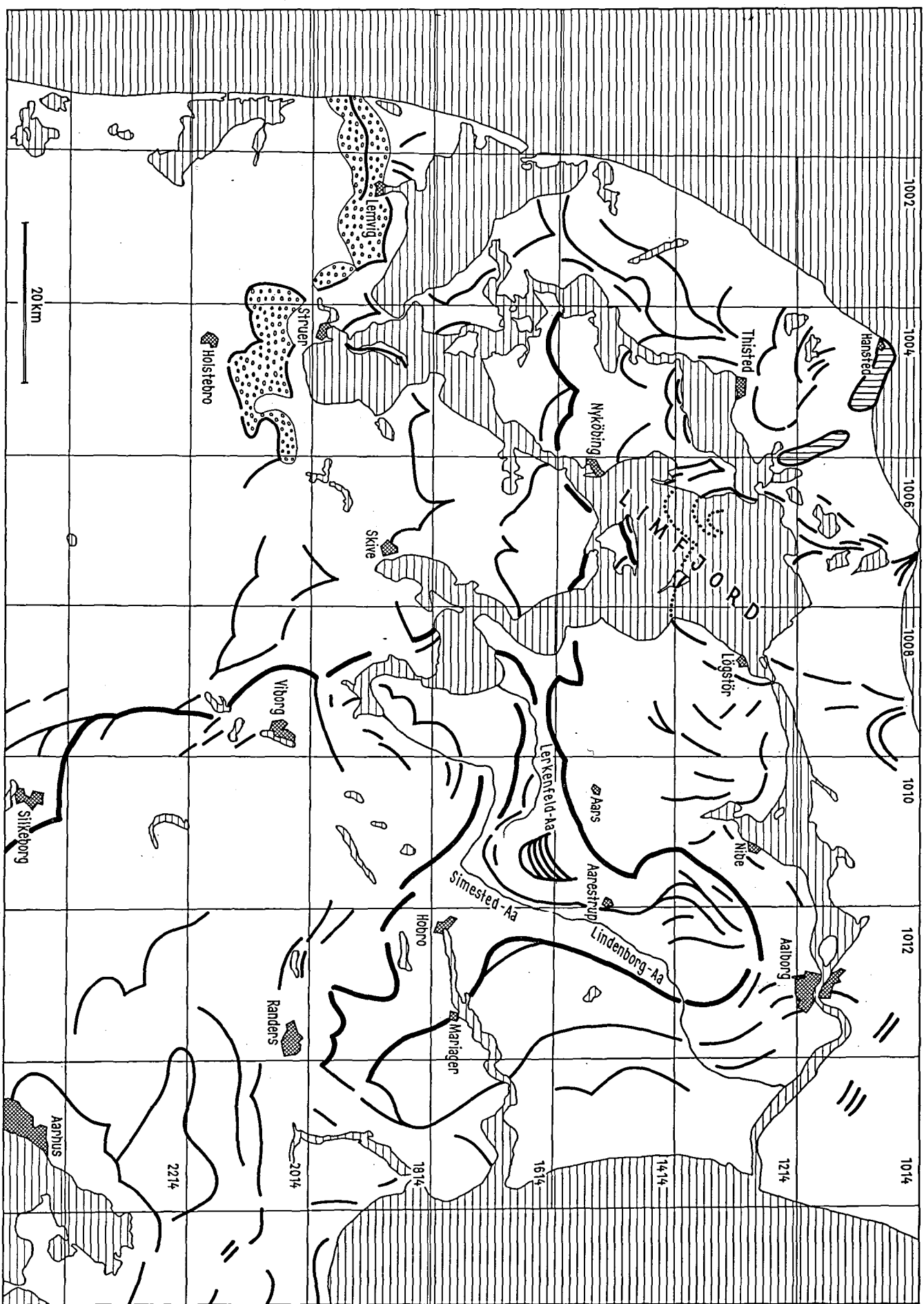
Der Durchmesser der hochaufgesanderten C-Moräne zwischen Westsee und dem Schmelzwassertal mit dem Flyndersø ist durch Kringel aufgezeigt.

Senkrecht schraffiert: Von der Exaration verschonte, zwischen zwei Eiszungen gelegene Kreide-Rücken.

Die zu Anfang breiten Eiszungen wurden später, mit abnehmender Mächtigkeit des Eises von schmäleren Gletscherzungen abgelöst, so nördlich des Limfjordes.

Gradnetz und Nummern entsprechen den Atlasblade.

Es empfiehlt sich die Karte oder deren Pause durch Farbgebung übersichtlicher zu gestalten.



Tafel I.