

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Afhandlingar och uppsatser.

N:o 240.

ÅRSBOK 5 (1911): N:o 2.

DIE FAZIESENTWICKLUNG  
DER  
MUKRONATENKREIDE  
IM BALTISCHEN GEBIETE

VON

KARL A. GRÖNWALL.

MIT EINER KARTE.

Pris 0,50 kr.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Afhandlingar och uppsatser.

N:o 240.

ÅRSBOK 5 (1911): N:o 2.

DIE FAZIESENTWICKLUNG  
DER  
MUKRONATENKREIDE  
IM BALTISCHEN GEBIETE

VON

KARL A. GRÖNWALL.

MIT EINER KARTE.

STOCKHOLM

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

1912

[120277]

Die baltische Kreide enthält Bildungen aus mehreren aufeinander folgenden Abschnitten der Kreideperiode; da aber die Nordgrenze des nordeuropäischen Kreidemeeres gerade durch das südliche Balticum ging, kann es gar nicht befremden, dass in den verschiedenen Teilen des Balticums die Schichtenfolge mehr oder weniger vollständig ist. Nur am Ende der Kreideperiode nämlich transgredierte das Kreidemeer über das Gebiet des jetzigen Schwedens, während das jetzige Pommern und Preussen nebst angrenzenden Teilen der südöstlichen Ostsee schon in früheren Abschnitten der Kreideperiode vom Meere überflutet wurden.

Ganz natürlich wurde im Balticum ziemlich viel von Bildungen des seichten Wassers sowie des reinen Litorals abgelagert, was ja auch die Entwicklung verschiedener Fazies infolge verschiedener physikalischen Verhältnisse ermöglichte.

Dies ist zum Teil schon längst bekannt, auch hat man mehrmals versucht die Faziesentwicklung für die Klassifikation der Kreidebildungen zu verwerten. Der Zweck dieses Aufsatzes soll zunächst sein, die Bezirke der verschiedenen Kreidegesteine im Balticum und besonders in dem von der jetzigen Ostsee bedeckten Teile zu ermitteln, und somit die physikalischen Verhältnisse und die Geschichte des Kreidemeeres zu ergründen.

Um dies zu tun, wird es notwendig sein, nicht allein das anstehende Gestein der Kreidebildungen zu berücksichtigen, sondern auch die Diluvialgeschiebe cretacäischen Alters in verschiedenen Teilen des baltischen Gebietes in den Kreis der

Betrachtung zu ziehen, in mehreren Fällen hat ja die genaue Bearbeitung dieser Geschiebe uns wertvolle Beiträge zur geologischen Geschichte des Balticums gegeben.

Die Abteilungen des Kreidesystems, die im Balticum anstehend vorkommen, sind folgende:

Danien,  
 Senon { Mukronatenkreide,  
 Mammillatenkreide,  
 Granulatenkreide,  
 Emscher<sup>1</sup> (Westfalicuskreide),  
 Turon,  
 Cenoman.

Das Vorkommen der betreffenden Kreidebildungen in den verschiedenen Teilen des Balticums wird durch folgende Tabelle dargestellt.

Etage.	Eigentliches Dänemark.	Skåne.	Bornholm.	Pommern.	Preussen.
Danien . . . . .	+	+			
Senon {	Mukronaten . . .	+		+	+
	Mammillaten . .		+	?	+
	Granulaten . . .		+	+	+
Emscher . . . . .		+	+	+	+
Turon . . . . .				+	+
Cenoman . . . . .				+	+

Im eigentlichen Dänemark ist die Mukronatenkreide als weisse Schreibkreide mit Feuerstein entwickelt; sie kommt an mehreren Stellen im Tage vor und überall unter den Danienbildungen. Die geologische Karte von USSING zeigt

<sup>1</sup> Ich habe hier Emscher als eine selbständige Abteilung angeführt, im Anschluss an z. B. KAYSER (Lehrbuch der geologischen Formationskunde, 4. Aufl. 1911), da diese Einteilung sowohl für Skåne wie für Bornholm gewisse praktische Vorteile darbietet.

grössere Gebiete von Schreibkreide im Tage im nördlichen Jütland sowie in Südseeland mit den südlichen Inseln, Møen etc.

Die Kreidebildungen von Skåne sind verschiedenartig entwickelt in jenen drei Gebieten, in welche die Kreide dieser Provinz sowohl durch ursprüngliche Faziesverschiedenheit wie durch spätere tektonische Störungen geteilt worden ist.

Im westlichen Gebiete, von Malmö, giebt es anstehend nur Danien, unter diesem hat man aber durch Bohrungen Schreibkreide konstatiert; im Geschiebemergel kommen aber an mehreren Orten riesenhafte Geschiebe oder Schollen von Schreibkreide der Mukronatenzone vor, welche sogar bei Sallerup und Kvarnby, etwa 8 km östlich von Malmö, eine grössere Industrie von Schlämmkreide angeregt haben.

Im südöstlichen Gebiete, von Rödmölla, sind Senon und Emscher vertreten, nicht aber Danien; hier sind die Gesteine glaukonitische Mergelarten, mehr oder weniger sandig, mit eingeschalteten Konglomeraten. Die Entwicklungsform der Mukronatenzone ist hier der sogenannte Köpingsandstein, ein glaukonitischer, kalkhaltiger Sandstein oder ein sandiger Mergel, unlösliche Substanzen von 68 % bis 36 % enthaltend; — die mehr kalkhaltigen Varietäten des Gesteins haben ihren grösseren Gehalt am Kalk durch spätere Infiltration von Lösungen des kohlensauren Kalkes erhalten. Das Gestein ist in seichtem Wasser von überwiegend terrigenem Material gebildet. Der Köpingsandstein ermangelt vollständig Knollen von Feuerstein, auch ist eine spätere Infiltration von gelöster Kieselsäure nicht zu erkennen.

Im nordöstlichen Gebiete, von Kristianstad, sind nur Senonablagerungen vorhanden; im Hauptteile giebt es Mammillaten- und Mukronatenkreide, während im mehr entlegenen Teile im südlichen Halland noch ältere Bildungen vorkommen, die dem älteren Senon zuzurechnen sind. Im eigentlichen Kristianstadgebiete, worin der westliche Teil von Blekinge auch einbegriffen ist, sind die Gesteine dadurch charakterisiert, dass die terrigenen Bestandteile gegen die

organischen entschieden zurücktreten. Die Gesteine sind hauptsächlich Trümmerkalk (Gruskalk) und Kalkstein, Sandsteine spielen nur eine unbedeutende Rolle, und Mergel sowie tonige Gesteine fehlen gänzlich. Dass diese Gesteine in seichtem Wasser nahe an einer Küste von Grundgebirge, die wahrscheinlich sehr felsig war, abgelagert worden sind, geht teils aus der Natur der Gesteine — in gröberen, mehr konglomeratartigen Gesteinen sind häufig Gerölle mit angewachsenen Organismen des Kreidemeeres eingelagert, — teils aus der Lage des Kreidebildungen, mehrfach ganz nahe am Grundgebirge, hervor.

Die charakteristischsten Gesteine des Kristianstadgebietes sind der Gruskalk von Ignaberga (Schalentrümmerkalk), der den Typus der hiesigen Mammillatenkreide darstellt, und der Hanaskogkalk (Schalenstaubkalk), für die Mukronatenkreide typisch. Jenes Gestein besteht aus einiger Menge abgerollter Schalenfragmente verschiedener Art, in der Regel von mehr als 1 mm Durchmesser, zuweilen durch ein kalkiges Zement zusammengekittet, zuweilen ganz lose zusammengefügt; Versteinerungen sind hier ziemlich häufig. Der Hanaskogkalk aber ist ein feinkörniges, lockeres Gestein, in dem grössere Kalkpartikeln — doch selten über 0,5 mm — in einer Grundmasse, die hauptsächlich aus feinem Kalkschlamm von gepulverten Schalenteilen besteht, eingebettet liegen. Der Ignabergakalk entbehrt völlig Feuerstein, im Hanaskogkalk aber kommt Feuerstein vor als Lagen unregelmässiger Knollen; der Feuerstein ist nicht homogen, sondern weissgefleckt, was für die Mukronatenzone des Kristianstadgebietes charakteristisch ist.

Auf Bornholm kommen Emscher und unteres Senon vor, während die Mukronatenzone und wahrscheinlich auch die Mammillatenzone gänzlich fehlen. Der Emscher ist durch den »Grünsand« vertreten, teils glaukonitischen Mergel, teils glaukonitischen Quarzit, und das untere Senon durch den Mergel bei Muleby und den Arnagerkalk. Dieses Gestein ist mehr oder weniger mit später ausgeschiedener Kieselsäure

imprägniert worden, doch kommen hier, ebensowenig wie in anderen Kreidebildungen Bornholms, keine Einlagerungen von wirklichen Feuerstein vor.

Im südwestlichen Ostseegebiete ist die Kreide meistens als Schreibkreide entwickelt, oder aber als glaukonitisch-mergelige Gesteine; die Mukronatenkreide besteht u. a. bei Lägerdorf, Lüneburg und Hemmoor aus Schreibkreide oder ziemlich nahestehenden Gesteinen, im Mecklenburg ist sie wahrscheinlich durch eine Wechsellagerung von Schreibkreide und glaukonitischen Mergelgesteinen vertreten.

In Pommern und auf Rügen tritt die Kreide an mehreren Stellen zu Tage und ist auch häufig angebohrt worden. Die betreffenden Vorkommen hat DEECKE (II, s. 68—119) genau behandelt.

Auf Rügen ist die Kreide, die besonders dem oberen Teile der Mukronatenzone angehört, wohlaufgeschlossen, sowohl in der prachtvollen Felsen des Steilufers wie in den zahlreichen Kreidebrüchen, die erschlossen sind, um die Kreide als Schlammkreide zu verwerten oder als Rohmaterial der Zementfabrikation zu gebrauchen.

Das Untersenon ist nur in einer Bohrung von Revahl in Hinterpommern getroffen worden; hier ist es als Grünsand entwickelt. Das obere Turon ist eine Schreibkreide, die einen schwarzen, weissgesprenkelten, aber doch homogenen und dichten Feuerstein enthält.

Im westlichen Teile vom Hinterpommern ist die Mukronatenzone durch Schreibkreide vertreten, im mittleren und östlichen Teile aber scheint auch eine andere Fazies einzutreten, denn bei Rügenwaldenermünde und Köslin hat man sandige und glaukonitische Ablagerungen der Mukronatenzone erbohrt. Jenes Vorkommen wird als ein »sandiger Kreidemergel« charakterisiert, und dieses wird als »ein sandiger glaukonitischer Mergel« beschrieben, und besonders wird hervorgehoben, dass er dem »toten Kalke« ähnlich sieht.

Diese Benennung »toter Kalk« oder »harte Kreide« bezeichnet eine Varietät jenes Kreidegesteins, das noch öst-

licher die charakteristische und sehr häufige Entwicklungsform der Mukronatenkreide darstellt. Die Kreide ist in Preussen nirgends im Tage zugänglich, sondern unsere Kenntnis von der preussischen Kreideformation gründet sich teils auf zahlreiche Bohrungen meistens zu Zwecken der Wasserversorgung, teils auf die zahlreichen Kreidegeschiebe (und Schollen), die in den glazialen Bildungen vorkommen.

In den Provinzen West- und Ostpreussen ist das Senon und besonders die Mukronatenkreide hauptsächlich als ein weisser, oder weissgrauer, ziemlich feinkörniger, schwach glaukonitischer Kreidemergel entwickelt, der teilweise mit Kieselsäure stark imprägniert ist und dann »toter Kalk« oder »harte Kreide« genannt wird, ein grauliches oder grünliches, dichtes, hornsteinartiges Gestein mit splittrigem oder flach muschligem Bruch. Bei den Bohrungen hat man in verschiedenen Niveaus Schreibkreide sowohl mit Feuerstein als ohne demselben angetroffen, in der Mukronatenzone ziemlich selten, in den tieferen Teilen der Schichtenserie, im Untersenon und Turon, aber häufiger.

Im Folgenden werden wir für diese östliche Entwicklungsform der senonen Kreide, soweit möglich, die Benennung Kreidemergel mit Hornsteineinlagerungen gebrauchen.

Da in Preussen die Kreidebildungen nirgends zu Tage gehen, ist man, wie oben erwähnt, natürlich dazu genötigt gewesen in hohem Grade aus den zahlreichen Kreidegeschieben Schlüsse zu ziehen auf die Natur und Verbreitung der Kreidebildungen. H. SCHRÖDER hat die Senongeschiebe der Provinzen West- und Ostpreussen einer näheren Untersuchung unterzogen und führt nur eine Gruppe mit Sicherheit auf die Mukronatenzone zurück, nämlich die »harte Kreide«. Eine andere Gruppe, Feuerstein mit *Ananchytes ovata*, wird auch zum Obersenon gezählt; sie gehört zweifelsohne zur Mukronatenkreide und entstammt der Schreibkreide.

Das Vorkommen von Kreidebildungen in Ostpreussen hat ja sehr grosse Bedeutung, da man aus den nördlichsten und nordöstlichsten Fundorten schliessen kann, wie hoch in die

Ostsee hinauf das Kreidemeer transgredierte. Die nördlichsten Punkte, wo man durch Bohrungen die oberseneone Kreide angetroffen hat, sind Ibenhorst und Heydekrug nahe dem Ausfluss des Memel in das Kurische Haff; diese Orte bezeichnen jedoch nicht die Nordgrenze des Kreidemeeres, da (nach TORNQUIST, S. 228) mitten in den älteren Bildungen bei Libau eine Kreideinsel liegt.

Nach dem oben Gesagten müssen wir jedenfalls dazu berechtigt sein, im Norden die Minimumgrenze der Transgression etwa in folgender Weise zu ziehen: nahe an der Küste von Bohuslän und dem nördlichen Halland, durch das südliche Halland, etwa an der Grenze zwischen Skåne und Småland, durch das südliche Blekinge und weiter südlich von der Südspitze Ölands über die Ostsee in ONO-licher Richtung gegen Kurland.

Wenn wir für jedes einzelne Gebiet die Schichtenfolge auf Natur und Entstehung der Gesteine näher prüfen wollen, werden wir im grossen und ganzen finden, dass in den östlichen Teilen des Balticums, vom östlichen Skåne<sup>1</sup> etwa an, gegen Ende der Kreideperiode eine Senkung des Landes stattgefunden hat, so dass die Mukronatenkreide Bildungen einer etwas grösseren Tiefe als die nächstälteren Ablagerungen darbietet.<sup>2</sup>

Die Gesteine der Mukronatenkreide im Balticum, die denn auch Gebiete verschiedener Faziesentwicklung bezeichnen,

<sup>1</sup> Leider ist die grosse Bohrung bei Grøndalseng, Frederiksberg, nahe Kopenhagen, noch nicht bearbeitet worden, so dass wir von den Schichten, die älter als die Mukronatenkreide sind, nur das wissen, dass sie aus Kreide ohne Feuerstein und feinkörnigen Mergelgesteinen bestehen.

<sup>2</sup> Nebenbei wollen wir hier indessen bemerken, dass nach der Ablagerung der Mukronatenkreide im baltischen Gebiete eine allmähliche Hebung des Bodens stattgefunden haben muss, da die Gesteine des Danien, insbesondere des jüngeren, in seichterem Wasser als die Schreibkreide abgelagert sein müssen. Wahrscheinlich ist die Hebung so weit gegangen, dass die paleocäne Transgression, die weiter unten erwähnt wird, im Balticum auf weite Strecken hin trockenes Land vorgefunden hat.

sind folgende: 1) Schreibkreide mit homogenem Feuerstein, 2) Glaukonitischer, sandiger Mergel, 3) Schalenstaubkalk mit weissgeflecktem Feuerstein, 4) Kreidemergel mit Hornsteineinlagerungen.

Die Bildungsverhältnisse dieser Gesteine können auf folgende Weise dargestellt werden.

Die Schreibkreide ist in wenig tiefem, aber ruhigem Wasser, in relativer Entfernung vom Lande abgelagert worden; spätere Diagenese hat die Feuersteinknollen gebildet.

Der glaukonitische sandige Mergel ist ebenfalls in seichtem Wasser abgelagert, aber nahe der Küste, so dass das terrigene Material eine bedeutende Rolle spielt. Spätere Diagenese hat kohlen sauren Kalk zur Abscheidung im Gestein gebracht, so dass Bänke von härterem Gestein (sogen. Pilsten) darin vorkommen, dagegen fehlen Imprägnationen von Kieselsäure beinahe gänzlich, woraus man wohl den Schluss ziehen kann, dass keine reichere Spongienfauna auf dem Meeresboden lebte, auf welchem dieses Gestein gebildet wurde.

Der Schalenstaubkalk ist vielleicht von diesen Gesteinen dasjenige, das in grösster Tiefe gebildet wurde, jedoch in sehr ruhigem Wasser und in einer gewissen Entfernung vom Lande. Die Hauptmasse des Gesteins besteht aus Fragmenten der Kalkteile von Mollusken, Bryozoen, Foraminiferen etc., die in einem sehr feinen Kalkschlamm oder Kalkstaub eingebettet liegen. Diese Kalkpartikeln müssen von den Schalen- und Skelettteilen von Organismen herrühren, die in seichterem Wasser, wo der Wellenschlag noch eine stärkere Wirkung gehabt hat, abgerollt und zermahlen wurden; diese winzigen Fragmente wurden nachher in tieferes Wasser hinausgeführt, wo sie zu Boden sanken. Von Sand und Tonpartikeln, die dem festen Lande entstammen, enthält dieses Gestein wenig. Spätere Diagenese hat die Bildung eines Feuersteins bewirkt, der nicht homogen, sondern weissgefleckt ist; diese weissen Flecke treten bei der Verwitterung des Feuersteins deutlicher hervor.

Der Kreidemergel mit Hornstein ist ein feinkörniges, etwas glaukonitisches und sandiges Gestein mit sehr wechselndem Gehalt von kohlensaurem Kalk und Kieselsäure, was jedoch auf späterer Diagenese beruht. Besonders ist die am meisten Kieselsäure enthaltende Ausbildung desselben, der »tote Kalk« oder die »harte Kreide«, charakteristisch; es ist dies ein dichter Hornstein, worin man sehr feine Quarz- und Glaukonitkörner zerstreut sehen kann. Dieses Gestein ist in ruhigem Wasser abgelagert in ziemlich grosser Entfernung vom Lande, wo viel terrigenes Material, sowohl feiner Sand als vielleicht noch feinerer Kalk- und Tonschlamm,<sup>1</sup> zu Boden sank, und wo der Meeresboden einer reichen Spongienfauna, deren Skeletteile jene Kieselsäure lieferten, die gewisse Teile der Schichtenserie imprägnierte, sehr gute Lebensbedingungen darbot.

Wenn wir jetzt, so gut es möglich ist, versuchen, die Grenzen der Verbreitungsgebiete der verschiedenen Faziesentwicklungen im Balticum zu ziehen, werden wir bald finden, dass die Observationspunkte für das fest anstehende Kreidestein für diesen Zweck bei weitem nicht hinreichen; es wird notwendig sein, die Verbreitung der Kreidegeschiebe in reichem Masse zu Hülfe zu ziehen; und dennoch kann das Resultat nur ein annähernd richtiges sein. Von besonderem Gewicht sind die Kreidegeschiebe von Bornholm,<sup>2</sup> da jene Insel mitten im baltischen Gebiete liegt, und die dort

<sup>1</sup> Wahrscheinlich stammt der feine Kalkschlamm, der hier zur Ablagerung gelangte, ziemlich direkt von silurischen Kalksteinen her, die hier im Osten an einer flachen Küste von den Wellen des Kreidemeers abgespült wurden, während mehr im Westen die Bildung des Kalkschlammes wahrscheinlich durch Organismen vermittelt wurde, deren Schalenteile und Skelette von den Wellen zermahlen wurden, die hier wohl an der steileren Küste des Grundgebirges brandeten (siehe DEECKE I).

<sup>2</sup> In der geologischen Beschreibung der Insel Bornholm mit geologischer Karte, die nächstens in den Schriften der dänischen Geol. Landesanstalt, Reihe I, erscheinen wird, werden die auf Bornholm gefundenen Sedimentärgeschiebe einer näheren Bearbeitung unterzogen; was hier mitgeteilt wird, sind nur einige einzelne Beobachtungen bezüglich der Kreidegeschiebe nebst den Schlüssen, zu denen man durch sie hingeführt wird.

vorkommenden Geschiebe uns besondere Auskunft bezüglich des Gebietes O, NO und N von Bornholm geben müssen, eines Gebietes, für das uns alle anderen Angaben im Stich lassen.

### 1. Die Schreibkreide.

Die Schreibkreide mit Feuerstein, enthaltend *Belemnitella mucronata*, geht in Dänemark an verschiedenen Stellen zu Tage, auch ist sie mehrmals in Bohrungen getroffen sowohl als nächster Untergrund wie als das Liegende jüngerer Sedimente. In Jütland kommt sie bei Mariager, Aalborg u. a. vor, nördlichst ist sie im Bohrloche bei Skærumhede unweit Frederikshavn angetroffen (JESSEN, S. 59—61). Im östlichen Dänemark ist Stevns Klint der nördlichste Punkt, wo Schreibkreide zu Tage tritt. In den grossen Bohrung bei Grøndalseng bei Kopenhagen hat man Schreibkreide mit Feuerstein in einer Tiefe von etwa 43 m unter der Erdoberfläche getroffen.

Im südwestlichen Skåne besteht im Flachlande südwestlich von Romeleklint der Untergrund überall aus den Bildungen des Danien, unterhalb dieser müssen natürlich ältere Bildungen, der Mukronatenzone angehörend, vorkommen. Nur in einigen Bohrlöchern nahe bei Malmö hat man das Liegende des Danien erreicht (LUNDGREN, HENNIG II). Hier hat man unter 130 m Gesteinen des Danien Schreibkreide mit Feuerstein angetroffen, die sich aber als weniger rein als die gewöhnliche Schreibkreide erwies und bis zu 10,55 % Sand und Ton enthielt. Dagegen kommen an mehreren Stellen des südwestlichen Skåne in den Moränenablagerungen Schollen (riesenhafte Geschiebe) der Schreibkreide vor, sogar in einer Grösse, dass man darin Kreidebrüche angelegt hat. Solche Schollen sind zu finden ca. 8 km östlich von Malmö bei Sallerup und Kvarnby, ca. 25 km westlich von Ystad bei Jordberga und Näsbyholm und endlich bei Tirup u. a., ca. 17 km W von Eslöf.

Diese Schollen von Schreibkreide sind an ihre jetzige Heimatstelle durch einen baltischen Eisstrom transportiert worden, dessen Bewegungsrichtung OSO—WNW oder möglicherweise SO—NW war; ihre ursprüngliche Heimat ist auf dem Boden der Ostsee etwa zwischen Rügen und Bornholm zu suchen.

Es gibt einen bestimmten petrographischen Unterschied zwischen jener Schreibkreide, die bei Malmö unter den Danienbildungen gefunden ist, und dieser in den Kreideschollen. Jene enthält nämlich bis zu 10,55 % Ton und Sand, während der Sand- und Tongehalt der Schreibkreide bei Jordberga 0,53 %, bei Kvarnby 0,61 % und bei Ulicelund nahe Jordberga 1,43 % beträgt (HENNIG II, S. 80). Die Schreibkreide von Rügen enthält auch sehr wenig Verunreinigungen; DEECKE (II, S. 92) gibt für Schreibkreide von Sassnitz in zwei Analysen resp. 94,5 % und 98,9 %  $\text{CaCO}_3$  an, und als Durchschnittsgehalt für Schreibkreide von Arkona 92—95 %  $\text{CaCO}_3$  und in einzelnen Fällen noch mehr.

Die bei Gröndalseng angebohrte Schreibkreide enthält auch ziemlich viel von Verunreinigungen. USSING erwähnt (l. c., S. 75), dass der Gehalt an unlöslichen Stoffen zwischen 5 und 20 % schwankt. RÖRDAM (l. c. S. 43) gibt eine Analyse der Schreibkreide von Gröndalseng in einer Tiefe von 44 m unter der Erdoberfläche, d. h. im allerobersten Teile der Schreibkreide; hier ist der Gehalt an unlöslichen Stoffen 11,41 %. Die Schreibkreide von Stevns Klint hat nach den oben angeführten Autoren einen Tongehalt von 0,35 oder 0,38 %. Die Schreibkreide von Aalborg enthält nach Analyse bei RÖRDAM 2,38 % Ton.

Diese Analysen zeigen also, dass die Schreibkreide bei Malmö und Kopenhagen bedeutende Mengen von in Säuren unlöslichen Stoffen, d. h. hauptsächlich Ton und terrigenem Material, enthält, was wohl zu der Annahme berechtigt, dass die Schreibkreide bei Stevns Klint und in jenen Teilen des Ostseebeckens, welchen die Kreideschollen im Diluvium von Skåne entstammen, in grösserem Abstand von der Küste und

wahrscheinlich in tieferem und ruhigerem Wasser als die Schreibkreide von Malmö und Kopenhagen, die unter den Danien erbohrt wurde, abgelagert worden ist.

In welchem Masse sich die Fazies der Mukronatenkreide gegen Norden und Osten verändert hat, ist unmöglich bestimmt zu sagen. Gegen Norden haben wir die Kreidevorkommen bei Hallandsås, die bedeutend älter als die Mukronatenkreide sind und auch eine der Schreibkreide ziemlich unähnliche petrographische Ausbildung zeigen, und gegen Osten haben wir als nächstes Vorkommen der Mukronatenkreide den Köpingsandstein östlich von Ystad, der, wie oben erwähnt, ein sandiger, glaukonitischer Mergel mit 32—64 %  $\text{CaCO}_3$  ist. Alles deutet darauf hin, dass die Schreibkreide bei Malmö und der Köpingsandstein in unmittelbaren Zusammenhänge mit einander abgelagert worden sind, und es ist da als möglich und wahrscheinlich anzusehen, dass bei Bohrungen westlich von Ystad unter dem Danien alle Übergänge und eventuell Wechsellagerung zwischen diesen beiden Gesteinen angetroffen werden. Die Grenze, die wir hier zwischen dem Gebiete der Schreibkreide und demjenigen des glaukonitischen sandigen Mergels ziehen müssen, wird ziemlich unsicher, besonders in Skåne, im Ostseegebiete muss sie aber ganz gewiss zwischen der Südostspitze von Skåne und Bornholm gehen.

Auf Bornholm erreicht die Schichtenserie der Kreide nicht die Mukronatenzone, sondern das jüngste Glied der Reihe ist der Arnagerkalk, wahrscheinlich vom Alter der Granulatenkreide. Der Arnagerkalk ist aber eine so feinkörnige und kalkreiche Ablagerung, in verhältnismässig tiefem und ruhigem Wasser abgesetzt, dass es als das wahrscheinlichste angesehen werden muss, dass die Sedimentation des Arnagerkalkes durch eine Schreibkreideablagerung fortgesetzt worden ist. Freilich begegnet man auf Bornholm unter den Diluvialgeschieben nicht der Schreibkreide oder, was vielleicht eher zu erwarten wäre, dem schwarzen und homogenen Feuerstein derselben, dies besagt aber nicht viel, wenn man die vielen

Argumente in Betrachtung zieht, die dafür sprechen, dass in diesem Teile der Ostsee die Schreibkreide schon der Denudation einer paleocänen Transgression zum Opfer gefallen ist (GRÖNWALL I und GAGEL). Für diese Transgression haben wir zahlreiche Belege, indem die dabei gebildeten Uferkonglomerate, in denen der Feuerstein in reichem Masse als Geröll enthalten war, nachher ihrerseits vom Inlandseise zerstört und ihre Überreste als Diluvialgeschiebe nach allen Himmels- gegenden zerstreut wurden. Teils findet man stellenweise, aber ziemlich spärlich, Geschiebe eines Feuersteinkonglomerates, dem englischen Puddingstein des älteren Tertiärs vollkommen ähnlich, wo die Gerölle aus dunklem homogenem Feuerstein bestehen und ganz sicher von den Feuersteinknollen der Schreibkreide der Mukronatenzone herrühren, teils giebt es lose Gerölle desselben Feuersteins von der Grösse einer Walnuss und zuweilen etwas grösser als häufige Geschiebe ziemlich überall im Diluvium des norddeutschen Flachlandes. Auf Bornholm kommen diese Flintgerölle in den Geschiebemergelgebieten des südlichen und östlichen Teiles der Insel so häufig vor, dass man kaum einen Sturzacker von 1—2 Hektar Areal passieren kann, ohne solche zu finden, im nordwestlichen Teile der Insel sind sie jedoch etwas spärlicher. Ihre Verbreitung im norddeutschen Flachlande ist auch ziemlich gross; hier werden sie »Wallsteine« genannt. Nach den Angaben, die ich gefunden habe, kommen sie von Ostpreussen, wo die östlichsten Fundorte Rössel und Angerburg sind (GAGEL, S. 165 nach Mitteilung vom Landesgeologen Prof. P. G. KRAUSE), durch Westpreussen, Hinterpommern und Vorpommern, Mecklenburg bis nach Holstein und vielleicht noch westlicher, vor.

Wenn man nach der Verbreitung dieser Feuersteingerölle jenes Gebiet, das einst das paleocäne Uferkonglomerat, aus den Feuersteinen der Schreibkreide, eingenommen hat, rekonstruieren wollte, müsste man dessen westliche Grenze nördlich (ein klein wenig in nordöstlicher Richtung) von der Nordspitze Bornholms, und dessen östliche Grenze etwa

durch den Meridian von Danzig ziehen. Die Lage dieser Zone von Uferbildungen im Norden und Süden ist vielleicht schwieriger zu entscheiden. Es liegt nichts vor von Belegen ausser dem, den die Verbreitung der Geschiebe darbietet; alles deutet aber darauf hin, dass diese Zone nicht eine südlichere Lage gehabt hat als in der Höhe der Südküste von Skåne, eher eine nördlichere.<sup>1</sup>

Anstehende Schreibkreide wird an der Küste von Pommern östlichst etwas O von Stettin angetroffen, weiter östlich aber in Hinterpommern hat man bei Köslin und Rügenwaldenermünde glaukonitischen Mergel und ein Gestein, das dem Hornstein des Kreidemergels, dem »toten Kalke«, ähnlich sah, angebohrt. Doch wird es nicht möglich sein, eine bestimmte Grenze zu ziehen zwischen jenen Gebieten, die von der Schreibkreide und die vom Kreidemergel mit Hornstein eingenommen werden, im Gegenteil liegt es, wie hier unten gezeigt wird, näher anzunehmen, dass zwischen diesen beiden Gesteinen, auf ihrem Grenzgebiete, eine Wechsellagerung stattfindet.

Weiter im Westen haben wir die Schreibkreide auf Rügen, und in Mecklenburg kommt Schreibkreide mit *Belemnitella mucronata* wenigstens in der Nähe von Klütz an der Küste nordwestlich von Wismar vor (GEINITZ, S. 149); an anderen Orten in Mecklenburg sind Teile der Mukronatenkreide als glaukonitischer Mergel entwickelt.

Ähnlich verhält es sich in Holstein, wo die tieferen Teile der Mukronatenkreide als Schreibkreide mit Feuerstein entwickelt sind mit Hauptvorkommen bei Lägerdorf; die höchste Zone der Mukronatenkreide (mit *Scaphites constrictus* und *Trigonosema pulchellum*) aber ist sowohl bei Lägerdorf wie anderswo in Holstein als Grünsand (glaukonitischer Mergel)

<sup>1</sup> Es mag vielleicht etwas befremdend aussehen, dass die Transportrichtung der Geschiebe von der östlichen Kante des Konglomeratgebietes, wie es auf der Karte aufgestellt worden ist, so rein östlich erscheint. Es sei nur darauf hingewiesen, dass eine derart östliche Richtung eines radialen Eisstromes auch von MILTHERS (II, Karte 1) für Geschiebe aus Dalarna etc. angenommen wird.

entwickelt. Noch westlicher kommt die Mukronatenzone als Schreibkreide mit Feuerstein bei Hemm Moor in Hannover und auf Helgoland sowie bei Lüneburg vor.

## 2. Glaukonitischer sandiger Mergel (Köpingesandstein).

Die Vorkommen in der Nähe von Köpinge nehmen zwar kein grösseres Gebiet ein, dasjenige aber, was jetzt zu Tage tritt, kann nur ein relativ unbedeutendes Rest dessen, was einst da gewesen ist, sein. Über die Verbreitung dieses Gesteins im Westen kann man nichts Bestimmtes aussagen, ausser dass es zweifelsohne ganz lückenlos in unreine Varietäten der Schreibkreide übergegangen ist; dass es im Osten aber eine grosse Verbreitung gehabt hat, darüber besteht kein Zweifel, auch geben die Diluvialgeschiebe dieses Gesteins auf Bornholm uns eine Möglichkeit, dessen Begrenzung wenigstens annähernd zu bestimmen. Im ganzen genommen ist der Köpingesandstein wegen der lockeren Beschaffenheit des Gesteins ziemlich selten als Geschiebe; auf Bornholm kommt er an der Westküste am häufigsten vor, obgleich er über die ganze Insel hin spärlich gefunden ist, was ja zeigt, dass das Gebiet der Ablagerung dieses Gesteins gegen Osten die Nordspitze Bornholms nur wenig überragen konnte.

Im Norden hing das Gebiet des Köpingesandsteins mit den südlichen Teilen des Kristianstadgebietes zusammen, das seine jetzige Begrenzung im Süden durch spätere Verwerfungen erhalten hat. Südlich von Kristianstad ist der Schalenstaubkalk mit *Belemnitella mucronata* nicht gefunden, hier kommen aber in der Nähe von Åhus so zahlreiche Blöcke eines ziemlich reinen Kreidesandsteins vor, dass er in dieser Gegend die feste Kluft gehabt haben muss. Nach den Untersuchungen von HENNIG I soll dieser sogen. Åhussandstein zeitlich sowohl die Mukronatenkreide wie die Mammillatenkreide vertreten und in seichterem und weniger salzhaltigem Wasser abgelagert sein als die kalkreicheren Kreidebildungen des Kristianstadgebietes.

Wahrscheinlich gehören der Köpingsandstein und der Åhussandstein zusammen als küstennahe Bildungen des seichteren Wassers, in das viel terrigenes Material vom Festlande hinausgeschwemmt wurde. Das Liegende des Köpingsandsteins ist das Tosterupkonglomerat der obersten Mammillatenkreide, das an einem Ufer von silurischen Schiefen abgelagert worden ist. Zweifelsohne ist hier im Süden, im Röd-möllagebiete, das Wasser seichter und der Boden sanfter abfallend gewesen, da hier zum grössten Teile kambrische und silurische Ablagerungen das Ufer bildeten, während im Norden, im Kristianstadgebiete, die kristallinen Gesteine des Grundgebirges wahrscheinlich Schären und Steilküste bildeten.

### 3. Schalenstaubkalk mit geflecktem Feuerstein.

Dieses Gestein kommt als sicher anstehend südlichst etwas nördlich von Kristianstad bei Balsvik am Ufer des Råbelöf-sees vor und östlichst bei Mörby SO von Sölvesborg; das typische Vorkommen ist Hanaskog. Das Gebiet des sicher anstehenden Gesteines hat eine Ausdehnung von kaum 40 km, Blöcke in Menge aber oder Vorkommen, bei denen es fraglich ist, ob wirklich anstehendes Gestein vorliegt, sind über ein bedeutendes Gebiet im N und NW zerstreut. Dass dieses Gestein ehemals im Osten ein bedeutendes Areal eingenommen hat, ist ganz sicher, und als dessen östliche Minimgrenze muss man den Meridian von Öland ansehen.

Das östlichste Vorkommen der Kreideformation im Kristianstadgebiete liegt bei Listerby 14 km W von Karlskrona, noch liegt aber bezüglich der Natur und des stratigraphischen Niveaus dieses Vorkommens<sup>1</sup> nichts Näheres vor. Die

<sup>1</sup> Dr. A. ATTERBERG in Kalmar, Direktor der chemischen Station, hat im Herbst 1911 der geol. Landesanstalt gütigst das Vorkommen von Kreidekalk und Kaolin bei Kuggeboda in Listerby mitgeteilt. Vom Kalksteine war es nicht möglich eine Probe zu bekommen. Der Fund harrt noch einer näheren Untersuchung. — G. F. F. Bd. 34, S. 279. 1912.

Hauptquelle unserer Kenntnis von der Verbreitung dieses Gesteins bleibt aber doch die Verteilung der Geschiebe vom weissgefleckten Feuerstein über das baltische Gebiet hin.

Auf Bornholm sind Geschiebe dieses Feuersteins sehr häufig, sie kommen sowohl an der nordwestlichen Küste wie an der östlichen und südlichen Küste vor; sie müssen also in reichlicher Masse dahingeführt worden sein von einem Eisstrome, der sich in östlicher und südlicher Richtung bewegte und auf dem südlichen Teile der Insel eine östliche bis südöstliche Bewegungsrichtung hatte. Dies deutet darauf hin, dass Kreide mit geflecktem Feuerstein etwas östlich von Öland vorgekommen ist; besonders wird man dazu veranlasst, die Grenze ziemlich östlich zu ziehen, wenn man die Verbreitung des gefleckten Feuersteins als Geschiebe auf Bornholm mit derjenigen des kambrischen Sandsteinschiefers mit *Paradoxides Tessini*, der an der Westküste von Öland ansteht, vergleicht. Dieses Gestein ist an der Nordwestküste von Bornholm, bei Hasle und sowohl nördlich wie südlich davon sehr häufig, während es im Südlände und Ostlände gänzlich fehlt. Hieraus sollte man schliessen, dass der gefleckte Feuerstein ein Geschiebe von mehr östlicher Provenienz als der Tessinisandstein von Öland ist.

Eine weitere Stütze für das östliche Vorkommen des gefleckten Feuersteins kann man z. B. in den Geschieben des Gebietes von Stevns und Faxe im südöstlichen Seeland (MILTHERS I, S. 190—204, besonders S. 199) finden. Hier ist der gefleckte Feuerstein des Kristianstadsgebietes sehr häufig und kommt in einer Vergesellschaftung von Geschieben vor, in der solche aus dem westlichen Teile der Talmulde der Ostsee vorherrschend sind, z. B. von Öland, Bornholm und Skåne sowie solche von Gotland.

Doch ist es gar nicht ganz sicher, dass der Schalenstaubkalk mit geflecktem Feuerstein das einzige Gestein der Mukronatenkreide war, das in diesem Gebiete zur Ablagerung gelangte. Jene Sandsteine, die in dieser Gegend so häufig

als Geschiebe vorkommen, müssen auch in Betracht gezogen werden, der Åhussandstein und der Ryedalsandstein. Jener ist schon oben erwähnt worden, sowie die Vermutung, dass er auch in der Zeit der Mukronatenzone abgelagert wurde; was diesen betrifft, so liegt nichts Bestimmtes über dessen näheres Alter vor, obgleich vieles für ein etwas höheres Alter als die Mukronatenzone spricht.

#### 4. Der Kreidemergel mit Horusteineinlagerungen.

Die Ausbildung der oberen Kreide, die im südöstlichen Ostseegebiete vorherrscht, ist, wie oben erwähnt, ein glaukonitischer, sehr feinkörniger Kreidemergel, der härtere, von Kieselsäure stark imprägnierte Schichten enthält, die allgemein »harte Kreide« oder »toter Kalk« genannt werden; diese letztere Benennung deutet darauf hin, dass jenes Gestein sich nicht wie reinere Kalksteine brennen und löschen lässt, sondern »totgebrannt« wird. Die Bohrungen, die besonders in Ostpreussen (TORNQUIST, S. 51—59) die Kreide durchteuft haben, zeigen deutlich, wie jene Gesteine variieren, und wie verschieden sich die Schichtenserie gestalten kann. Leider ist es mir nicht möglich gewesen, in der vorliegende Literatur Analysen dieser Gesteine zu finden ausser den alten von JENTZSCH (1879, S. 67) veröffentlichten. Die eine dieser Analysen, die JENTZSCH ausführen liess, betrifft ein typisches und frisches Stück eines ostpreussischen Diluvialgeschiebes der grauen »jaspisähnlichen« Varietät; damit verknüpft er eine Analyse »eines gelblichen, harten, zerklüfteten, glaukonithaltigen sandigen Kreidemergels aus der Kreideformation bei Grodno in Russisch-Polen, die GREWINGK mitgeteilt hat, welcher Kreidemergel, nach der Beschreibung und der Analyse zu urteilen, den kalkreicheren Varietäten der 'harten Kreide' völlig entspricht«.

	Harte Kreide Ostpreussens.	Harter Kreidemergel von Grodno.
SiO <sup>2</sup> . . . . .	77,78 %	57,74 % <sup>1</sup>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,42	} 0,015
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,01	
CaO . . . . .	8,40	21,09
CO <sub>2</sub> . . . . .	4,96	16,57
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,75	—
Org. Stoffe . . . . .	3,75	} 4,72
H <sub>2</sub> O . . . . .	2,44	
	99,51	100,135

Diese zwei Analysen sind nicht ganz zu vergleichen, da in der Analyse der »harten Kreide« eine vollständige Dekomposition der Silikate stattgefunden hat, was nicht in der Analyse des Mergels der Fall ist. Hieraus kann man berechnen, dass dieses Gestein 37,66 % CaCO<sub>3</sub> enthält und jenes 11,27 %. Den Tongehalt der »harten Kreide« kann man auf 8—10 % schätzen, während er im Kreidemergel sich jeder Berechnung entzieht. Ebenso wenig ist es möglich, eine Meinung auszusprechen bezüglich des Verhältnisses zwischen später diagenetisch infiltrierter Kieselsäure und terrigenem Quarzsand.

Die ausführlichste und am meisten charakterisierende Beschreibung des Gesteines findet man bei SCHRÖDER, S. 251—252. Das Gestein ist fest und spröde mit flach muschligem Bruche; auf den ersten Blick hin sieht es beinahe homogen aus, meistens ist es aber fein porös, so dass es Feuchtigkeit aufsaugt. In der hell- oder dunkelgrauen Masse liegen winzige Glaukonitkörnchen und Glimmerschuppen eingebettet. Der Glaukonit giebt zuweilen dem Gestein einen dunkleren oder helleren grünlichen Farbenton. In der Regel ist das mehr kieselige Gestein durch allmähliche Übergänge mit Mergelgesteinen, häufigst hellgrau in Farbe, verbunden. Diese Mergel

<sup>1</sup> und in Salzsäure unlösliche Silikate.

sind zuweilen etwas sandig, gewöhnlich sind die Quarzkörner klein, selten bis zu 1 mm Grösse. Durch Verwitterung kann das kieselartige Gestein eine hellgraue Rinde bekommen, die dem Mergel sehr ähnlich sieht.

Diese Entwicklung der oberen Kreide als Kreidemergel mit Hornsteineinlagerungen, was mir die kürzeste und zutreffendste Benennung dieses Gesteines zu sein scheint, gehört hauptsächlich der Mukronatenzone an; früher hat man dieselbe sogar als auf die Mukronatenzone beschränkt angesehen. Nunmehr kann man jedoch als das wahrscheinlichste betrachten, dass im grössten Teile des Senon, von oben gerechnet, diese Ausbildung vorherrschte; nur in den unteren Teilen des Senon kommen in den Bohrungen, die man näher zu untersuchen Gelegenheit gehabt hat, mehr sandige Mergelgesteine vor. In den Bohrungen hat man zuweilen in Hornstein (harte Kreide) *Actinocamax mammillatus* gefunden, ebenso wie man in bornholmschen Diluvialgeschieben dieses Gesteins auch denselben Belemniten angetroffen hat.

Was die Verbreitung dieses Kreidemergels mit Hornsteineinlagerungen betrifft, so kann man wohl sagen, dass in den Provinzen Westpreussen und Ostpreussen<sup>1</sup> diese Entwicklung der Mukronatenkreide entschieden vorherrscht; hiervon wird man auch für jenen Teil des Ostseegebietes, der gerade nördlich von der Küste von Preussen liegt, Schlüsse ziehen können. Über Hinterpommern ist es nicht möglich eine völlig bestimmte Anschauung auszusprechen, aber sehr wahrscheinlich ist es doch, dass hier eine Wechsellagerung zwischen Schreib-

<sup>1</sup> Nach SCHRÖDER (S. 255) kommen die Geschiebe des Feuersteins mit *Ananchytes ovata*, die wohl als der Mukronatenzone angehörig zu betrachten sind, obgleich TORNQUIST (oder sein Mitarbeiter SPULSKI), S. 75, ihnen ein tieferes Niveau zuzuschreiben geneigt scheint, an der östlichen Grenze am häufigsten vor, werden aber nach Westen zu seltener und dann im Weichseltale wieder zahlreicher. Dies deutet darauf hin, dass im alleröstlichsten Teile von Preussen wie in Russland und Polen die Schreibkreide mit Feuerstein eine grössere Rolle als westlicher spielt, und dass das Gebiet des häufigsten Vorkommens des Kreidemergels mit Hornstein eben in den beiden Provinzen Preussen nebst dem zugehörigen nördlichen Ostseegebiet zu suchen ist.

kreide und Kreidemergel mit Hornstein stattgefunden hat, die sich dann auch im angrenzenden Ostseegebiete entwickelte, wie es auf der beigegebenen Karte dargestellt worden ist.

Für das Vorkommen dieses Gesteintypus in der Mitte des Ostseegebietes wie überhaupt für die Bestimmung darüber, welches Kreidegestein auf dem Boden der Ostsee etwa südöstlich von Öland ansteht, haben wir sehr wenig Anhaltspunkte. Hauptsächlich sind wir in dieser Hinsicht auf Rückschlüsse aus den Geschieben und ihrer Verbreitung angewiesen.

Auf Bornholm kommt der erwähnte Hornstein an der Ostküste und Südküste sehr häufig vor, ausserdem aber ist er im nordwestlichen Teile der Insel vereinzelt gefunden. Dies deutet natürlich eine ziemlich westliche und nördliche Verbreitung des erwähnten Gesteintypus an, wenn auch die Hauptmenge der Geschiebe eine mehr rein östliche Provenienz haben muss.

Indessen sind diese Geschiebe in Dänemark im allgemeinen sehr selten, und in zwei näher untersuchten Gebieten, wo der gefleckte Feuerstein aus dem Kristianstadgebiete überaus häufig vorkommt, sind der Hornstein (harte Kreide) oder damit verwandte Gesteine sehr selten, nämlich in der Gegend von Faxe und Stevns (MILTHERS I) und Langeland, Südfünen nebst angrenzenden Inselchen (GRÖNWALL III). Dies weist ganz natürlich darauf hin, dass jener Eisstrom, der aus dem Gebiete zwischen Blekinge und Bornholm grosse Mengen von geflecktem Feuersteine fortführte und in den genannten Teilen von Dänemark ablagerte, kein Gebiet überschritten hat, wo Kreidemergel mit Hornstein eine erhebliche Ausbreitung hatte.

Die beste Erklärung für die Verbreitung der Geschiebe scheint mir die zu sein, dass im zentralen Südostbalticum eine Wechsellagerung des hornsteinführenden Kreidemergels mit anderen Kreidegesteinen stattgefunden hat, wahrscheinlich mit Schreibkreide, wie es in Ostpreussen die Bohrungen gezeigt haben, aber auch mit Schalenstaubkalk oder sandigem

glaukonitischem Mergel, da dies Gebiet sicher der damaligen Küste ziemlich nahe lag.

Jedenfalls scheint man berechtigt zu sein, binnen einem Gürtel gerade nördlich von Hinterpommern eine Wechselagerung des Kreidemergels anzunehmen, im südlichen Teile, in Hinterpommern und dem allernächsten Ostseegebiete, mit der Schreibkreide mit Feuerstein, und im nördlichen möglicherweise mit anderen Entwicklungsformen der Seichtwasser- und Küstenbildungen der Kreide.

Die beigefügte Karte zeigt, wie ich mir die Verteilung der Gesteine der Mukronatenkreide im südlichen Balticum vorstelle. Ich bin mir völlig bewusst, wie schwierig der Versuch einer solcher Rekonstruktion der geologischen Verhältnisse des Ostseebodens auf Grund der gegebenen Prämissen ist; es scheint mir aber doch nützlich zu sein, so zu sagen, einen Horizontalschnitt durch die geologische Geschichte der südlichen Ostsee zu einer bestimmten Zeit, jener des Mukronatenkreide, zu zeichnen.

Vielleicht wird es anderen Geologen möglich sein, für das Ostseegebiet solche Horizontalschnitte durch andere Epochen zu konstruieren.

## Literaturverzeichnis.

- DEECKE, W. I. Die südbaltischen Sedimente in ihrem genetischen Zusammenhange mit dem skandinavischen Schilde. — *Centralbl. f. Min., Geol. u. Paläont.* 1905, Nr. 4, S. 97—109.
- II. Geologie von Pommern. — Berlin 1907 (Gebr. Borntraeger).
- GAGEL, C. Über die eocänen Tuffschichten und die paleocäne Transgression in Norddeutschland. — *Jahrbuch d. Kgl. preuss. geol. Landesanstalt u. Bergakademie.* Bd. 28, S. 150—168. 1907.
- GEINITZ, E. Geologischer Führer durch Mecklenburg. Berlin 1899 (Sammlung Geologischer Führer, Nr. 11. Gebr. Borntraeger).
- GRÖNWALL, K. A. I. Rullade flintstenar från Bornholms moränbildningar. — *Ref. föredrag. Geol. För. Förhandl.* Bd. 22, S. 463—64. 1900.
- II. Flintens Forekomst paa Bornholm og de bornholmske Stenalderredskaber. — *Aarbøger for Nordisk Oldkyndighed og Historie*, 1903, S. 316—319.
- III. Forsteningsførende Blokke fra Langeland, Sydfyn og Ærø samt Bemærkninger om de ældre Tertiærdannelser i det baltiske Omraade. — *Danmarks Geol. Undersøg.* II. R. Nr. 15. 1904.
- HENNIG, A. I. Om Åhussandstenen. — *G. F. F.* Bd. 16, S. 492—530. 1894. *S. G. U. Ser. C.* Nr. 143.
- II. Om skrifkritan i Skåne. — *G. F. F.* Bd. 20, S. 79—86. 1898.
- III. Guide pour le terrain crétacé de la Suède. — *Congrès international géol.* 1910, Nr. 39. — *G. F. F.* Bd. 32, S. 601—675. 1910.
- HOLMSTRÖM, L. P. Öfversikt af den glaciala afslipningen i Sydsandinavien. — *G. F. F.* Bd. 26, S. 241—316, 365—432. 1904.
- JENTZSCH, A. Die Zusammensetzung des altpreussischen Bodens. — *Schriften d. phys. ökonom. Ges. zu Königsberg.* Jahrg. 20, S. 43—102. 1879.
- JESSEN, A. m. fl. En Boring gennem de kvartære Lag ved Skærumhede. Undersøgelse af en Forekomst af naturlig Gas i Vendsyssel. — *D. G. U.* II. R. Nr. 25. 1910.
- LUNDGREN, B. Om lagerföljden inom kritformationen vid Malmö. — *G. F. F.* Bd. 5, S. 207—210. 1880.
- MILTHERS, V. I. Kortbladene Faxø og Stevns Klint. — *D. G. U.* I. R. Nr. 11. 1908.
- II. Scandinavian Indicator-Boulders in the Quaternary Deposits, Extension and Distribution. — *D. G. U.* II. R. Nr. 23. 1909.
- 3—120277 *S. G. U. Ser. C. Nr. 240. Grönwall.*

- MOBERG, J. C. I. Cephalopoderna i Sveriges kritsystem. 1. Sveriges kritsystem, systematiskt framställt. — S. G. U. Ser. C. Nr. 63. 1884.
- II. Guide for the principal Silurian districts of Scania (with notes on some localities of Mesozoic beds). Pt. 5. Fyledalen, Pt. 6. Tosterup. Congrès international géol. 1910, Nr. 40. — G. F. F. Bd. 32, S. 133—194. 1910.
- RØRDAM, K. Geologi og Jordbundslære. Andet Bind. Danmarks Geologi. København 1909.
- SCHRÖDER, H. Über senone Kreidegeschiebe der Provinzen Ost- und Westpreussen. — Zeitschr. d. D. geol. Ges. Bd. 34, S. 243—288. 1882.
- STOLLEY, E. Über die Gliederung des norddeutschen und baltischen Senon, sowie die dasselbe charakterisierenden Belemniten. — Archiv für Anthropologie und Geologie Schleswig-Holsteins etc. Bd. II, S. 216—302. 1897.
- TORNQUIST, A. Geologie von Ostpreussen. Berlin 1910 (Gebr. Borntraeger).
- USSING, N. V. Danmarks Geologi i almenfatligt Omrids. — D. G. U. III. R. Nr. 2, 2. Udgave. 1904.



