

*From Dr. Bibliothekens  
mit Veranlassung der  
v. K. v.*

DET KONGELIGE DEPARTEMENT  
FOR HANDEL, SJØFART, INDUSTRI, HÅNDVERK OG FISKERI

---

---

NORGES SVALBARD- OG ISHAVS-UNDERSØKELSER  
LEDER: ADOLF HOEL

# SKRIFTER OM SVALBARD OG ISHAVET

Nr. 19

HANS FREBOLD

DAS FESTUNGSPROFIL AUF  
SPITZBERGEN. JURA UND KREIDE

II

DIE STRATIGRAPHIE



OSLO

I KOMMISJON HOS JACOB DYBWAD

1928

DET KONGELIGE DEPARTEMENT  
FOR HANDEL, SJØFART, INDUSTRI, HÅNDVERK OG FISKERI

---

NORGES SVALBARD- OG ISHAVS-UNDERSØKELSER  
LEDER: ADOLF HOEL

# SKRIFTER OM SVALBARD OG ISHAVET

Nr. 19

HANS FREBOLD  
DAS FESTUNGSPROFIL AUF  
SPITZBERGEN. JURA UND KREIDE

II  
DIE STRATIGRAPHIE

MIT 1 TAFEL



OSLO  
I KOMMISSJON HOS JACOB DYBWAD  
1928

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung .....	5
I. Die Schichtenfolge des Jura und der Kreide im Festungsprofil .....	7
1. Liegendes des Calloviens .....	8
2. Mittleres und oberes Calloviens .....	8
3. Oberes Oxford .....	9
4. Unterer Kimmeridge .....	11
5. Mittlerer bis oberer Kimmeridge und unterstes Portland .....	12
6. Unterer Portland .....	12
7. Oberer Portland .....	13
8. Obere Volgastufe und unteres Valanginien .....	14
9. Mittleres Valanginien .....	15
10. Oberes Valanginien-Barrémien .....	16
11. Aptien .....	18
II. Die stratigraphische Stellung des Jura und der Kreide Spitzbergens .....	20
1. Allgemeines .....	20
2. Schichtlücken in Spitzbergens Jura und Kreide .....	21
3. Biostratonomie .....	25
4. Fazielle Verhältnisse .....	27
5. Vergleich von Spitzbergens Jura und Unterkreide mit anderen Gebieten .....	28
III. Bemerkungen zur zoogeographischen und paläogeographischen Stellung von Spitzbergens Jura und Unterkreide .....	34
IV. Literatur .....	37

## Einleitung.

Vom Paläontologischen Museum der Universität Oslo erhielt ich das von den norwegischen Staats-Expeditionen (1908—1915) in Spitzbergen zusammengebrachte Jura- und Kreidematerial zur Bearbeitung. Dieses Material ist besonders wertvoll, da es sich zum großen Teil um genaue, horizontmäßige Aufsammlungen handelt, welche die bisher oft umstrittene Frage der Stratigraphie der Jura- und Kreideschichten Spitzbergens einer Klärung entgegen zu führen gestatten.

Das auf den von Herrn Dozent ADOLF HOEL geleiteten norwegischen Expeditionen durch zielbewußte Arbeit und oft unter großen Schwierigkeiten zusammengebrachte Material bietet nach seiner Bearbeitung eine gute und willkommene Grundlage für eine weitere Klärung der paläogeographischen Entwicklung der nordatlantischen Gebiete in der Jura- und Kreidezeit, ermöglicht aber darüber hinaus, auch anderen wichtigen Fragen näher zu treten. Das Problem des borealen Jura und der Unterkreide, die Frage nach den Ursachen der faunistischen Differenzen der verschiedenen Jura- und Kreide-, „Reiche und Provinzen“ verlangt eine erneute Diskussion auf Grund des aus Spitzbergen vorliegenden Materials.

Der sehr große Umfang der mir übersandten Aufsammlungen erfordert eine längere Zeit für die Bearbeitung. Da es aber wünschenswert erscheint, gewisse, vielfach interessierende neue Tatsachenfeststellungen nicht allzu lange auf Veröffentlichung warten zu lassen, ist es nötig geworden, die Bearbeitungsergebnisse in verschiedenen, in sich mehr oder weniger geschlossenen Teilen zu veröffentlichen.

Die vorliegende Arbeit gibt die stratigraphische Gliederung der Jura- und Kreideschichten des Festungsprofils auf Grund der Ammonitenfauna, darüber hinaus wird die stratigraphische, paläogeographische und zoogeographische Stellung des Jura und der Kreide Spitzbergens kurz skizziert. Diese stratigraphische Bearbeitung des Festungsprofils schließt sich direkt an die Veröffentlichung des Herrn Dozent HOEL (1928) an, in der eine genaue Beschreibung des von ihm und später von Herrn Bergingenieur ORVIN aufgenommenen Profils gegeben ist. Nach Abschluß der betreffenden Untersuchungen werden weitere Veröffentlichungen über das Festungsprofil erscheinen.

Die hier gegebene Darstellung der Stratigraphie ist so knapp wie möglich gehalten. In manchen Fällen ist darauf verzichtet, auf die ältere Literatur, die schon durch vorhergegangene Untersuchungen überholt ist, nochmals einzugehen, das Literaturverzeichnis ist dementsprechend gekürzt.

Es ist mir ein aufrichtiges Bedürfnis, denjenigen Herren, die meine Untersuchungen unterstützt haben, meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Ihn schulde ich in erster Linie Herrn Professor Dr. OLAF HOLTEDAHL, durch dessen freundliche Vermittlung mir dies interessante und wertvolle Material von Herrn Professor Dr. KLÆR zur Bearbeitung überlassen wurde. Besonders dankbar gedenke ich der Hilfe, die mir Herr Dozent HOEL als Leiter der „Norges Svalbard- og Ishavs-undersøkelser“ in jeder Beziehung zuteil werden ließ. Herr Geheimrat Prof. Dr. O. JAEKEL half mir in zuvorkommender Weise die Arbeitsmöglichkeiten im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Greifswald verbessern. Ihm, sowie Herrn A. HEINTZ (Oslo), dem viel Mühe aus dem Versand des Materials entstanden ist, sei auch hier nochmals herzlicher Dank ausgesprochen.

Greifswald, im April 1928.

HANS FREBOLD.

## I. Die Schichtenfolge des Jura und der Kreide im Festungsprofil.

Das an der „Festung“ aufgeschlossene Profil gibt die beste Möglichkeit, einen klaren Überblick über die Entwicklung und die Stratigraphie von Spitzbergens Jura und Kreide zu bekommen, da hier sämtliche Schichten in geschlossenem Verbände vorhanden sind und fein horizontiert aufgenommen wurden. Von norwegischer Seite wurde das Profil zweimal untersucht, und zwar von Herrn Dozent HOEL in den Jahren 1908 und 1911—1912, sowie von Herrn Bergingenieur ANDERS K. ORVIN im Jahre 1921.

Das von Herrn Dozent HOEL gesammelte Material wurde im Jahre 1913 Herrn D. N. SOKOLOV in Orenburg, der die Bearbeitung des Materials übernahm, zugesandt. Inzwischen starb SOKOLOV schon im Jahre 1917 und es konnte nur eine vorläufige Mitteilung über seine Arbeit veröffentlicht werden (1922). In dieser Arbeit ist es ihm gelungen, erstmalig die Stratigraphie des Jura und der Kreide Spitzbergens in kurzen Zügen den Tatsachen entsprechend darzustellen.

Nach der Revolution in Rußland glaubte man in Oslo, daß das Material verloren gegangen wäre, da es nicht möglich war, eine Verbindung mit den russischen Paläontologen zu bekommen. Es wurde deshalb von den norwegischen Expeditionen eine neue Einsammlung von Fossilien im Festungsprofil vorgenommen. Diese Arbeit wurde von Herrn Bergingenieur ORVIN im Jahre 1921 ausgeführt. Später stellte sich heraus, daß das nach Rußland geschickte Material nicht verloren gegangen war. Es wurde 1921 nach Leningrad gebracht, und die endgültige Bearbeitung dieses Materials Herrn W. J. BODYLEWSKY übertragen. Eine Veröffentlichung darüber steht aber noch aus.

Das mir zunächst zur Bearbeitung gesandte Material ist nach dem Jahre 1913 gesammelt und stammt aus verschiedenen Gegenden Spitzbergens.

Da das Festungsprofil für das Studium des Jura und der Kreide Spitzbergens von fundamentaler Bedeutung ist, wurde es als ein großer Mangel empfunden, daß das den russischen Paläontologen übergebene Material aus diesem Profil nicht endgültig bearbeitet war. Aus diesem Grunde hat mir Herr HOEL auch das von Herrn ORVIN an der Festung gesammelte Material gesandt. Sehr bald stellte sich die Notwendigkeit

heraus, der Behandlung der an den anderen Lokalitäten Spitzbergens gesammelten Jura- und Kreide-Fossilien eine eingehende Darstellung der stratigraphischen Verhältnisse im Festungsprofil vorzuschicken. Meine Studien über die Fossilien des Festungsprofils bestätigen größtenteils die Resultate SOKOLOVS. Darüber hinaus konnten diese ergänzt oder korrigiert werden.

Aus dem von Herrn ORVIN eingesammelten Material lassen sich folgende Horizonte feststellen.

### 1. Liegendes des Calloviens.

*Schicht No. 0* besteht aus einem hellgrauen, ziemlich feinkörnigen kalkhaltigen Sandstein. Hierin ist außer einer *Modiola*-ähnlichen Muschel kein Fossil gefunden.

*Schicht No. 1* ist ein hellgrauer, ziemlich feinkörniger Kalkstein, der petrographisch dem der Schicht 0 ähnlich ist. Er ist gekennzeichnet durch massenhaftes Vorkommen von *Fischresten*. Andere Fossilien liegen nicht vor.

*Schicht No. 2* steht petrographisch der Schicht 0 nahe, es unterscheidet sich lediglich in der Farbe, die hier dunkelgrau ist. An Fossilien finden sich einige *Lamellibranchiaten*.

#### Bemerkungen über das Alter der Schichten 0—2.

Bezüglich des Alters der Schichten 0—2 ist zu bemerken, daß es sich wahrscheinlich um oberen Dogger oder unteres Callovien handelt, denn die darüber folgende Schicht No. 3 gehört dem oberen, wahrscheinlich auch dem mittleren Callovien an. Ältere Schichten als oberes Callovien sind von Spitzbergen bisher nicht bekannt geworden, ihre Feststellung wird in verschiedener Beziehung von Wichtigkeit.<sup>1</sup>

### 2. Mittleres (?) und oberes Callovien.

*Schicht No. 3.* Das Gestein ist stark sandig, von dunkelgrauer, in verwittertem Zustand rotbrauner Farbe. Es enthält *Ammoniten* und verschiedene *Lamellibranchiaten*. D. N. SOKOLOV (1922) hat unter den

<sup>1</sup> Während der Vornahme der Korrektur erhalte ich von Herrn Professor STENSIÖ, Stockholm, dem die in der Schicht 1 gefundenen Fischreste zur Bearbeitung zugesandt wurden, folgende Mitteilung: „Die Fischreste sind von einem ganz anderen Typus als diejenigen, die ich aus den Triasschichten kenne, und es erscheint mir sogar nicht ausgeschlossen, daß sie jurassischen Alters sein können.“

Auch diese Feststellung spricht dafür, daß die Schichten 0—2 nicht der Trias angehören, wie man etwa vermuten könnte, sondern dem Jura zuzurechnen sind.

Inzwischen ist es mir gelungen, aus dem an einer anderen Lokalität Spitzbergens — Botneheia — von Herrn ANDERS K. ORVIN gesammelten Material oberen Lias und unteres Callovien nachzuweisen, woraus sich ergibt, daß in Spitzbergen der Jura auch durch ältere Bildungen vertreten ist, als bisher angenommen wurde.

Ammonitenresten bereits *Quenstedticeraten* erkannt. Das mir vorliegende Material gestattet, folgende Formen festzustellen.

*Cadoceras* sp. cf. *Frearsi* KRENKEL (non D'ORB.).

Tafel 1, Figur 1.

Vorhanden ist ein Exemplar, das aber etwas verdrückt ist (Positiv und Abdruck). Dieses Exemplar stimmt mit der von KRENKEL (1915) Tafel XXII, Figur 13 abgebildeten und unter gleichem Namen beschriebenen Form von Popilany überein. Die charakteristische Form und Verteilung der Rippen läßt sich an dem vorliegenden Stück gut erkennen, sie sind regelmäßig gegabelt, zwischen je eine gegabelte Hauptrippe schiebt sich eine Schaltrippe ein. Die Rippenteilung findet ungefähr auf der Mitte der Seiten statt, an der Gabelungsstelle sind die Rippen etwas verdickt. Von der Lobenlinie ist nichts zu erkennen, der Windungsquerschnitt ist kaum zu bestimmen.

*Quenstedticeras* sp. cf. *Maxsei* KRENKEL.

*Quenstedticeraten* sind in dieser Schicht häufig vorhanden, jedoch sämtlich sehr schlecht erhalten. Daß es sich tatsächlich um *Quenstedticeraten* und nicht etwa um *Cardioceraten* handelt, lassen einige gut erhaltene Rückenregionen erkennen, denen ein Kiel fehlt. Die Art der Rippenteilung weist auf die Verwandtschaft dieser Formen mit *Quenst. Lamberti* hin, jedoch sind die Rippen zwischen der Mitte der Flanken und der Externseite so deutlich und scharf nach vorn geknickt, daß ich diese Form noch eher mit *Quenst. Maxsei* KRENKEL (Taf. 22, Fig. 15) vergleichen möchte. Der Erhaltungszustand dieser Formen ist zu schlecht, als daß Näheres ausgesagt werden könnte.

**Bemerkungen über das Alter der Schicht No. 3.**

*Cadoceras* cf. *Frearsi* wird von KRENKEL aus dem Horizont des *Cosmoc. Jason* von Popilany in Litauen angegeben, ein Horizont, der ins mittlere Kelloway gehört. *Quenstedticeras Maxsei* KRENKEL liegt ebenfalls wie *Quenst. Lamberti* im oberen Callovien. Auf Grund des Vorkommens von *Cadoc. Frearsi* in der Schicht 3 am Festungsprofil könnte man die Möglichkeit in Betracht ziehen, daß hier nicht nur oberes, sondern auch mittleres Callovien vorhanden ist. Vielleicht reicht diese Form aber auch in anderen Gebieten bis ins obere Callovien hinauf. Der bereits von SOKOLOV (1922) erbrachte Nachweis, daß Schichten vom Alter des Calloviens in Spitzbergen vorhanden sind, erfährt durch die vorliegende Bearbeitung eine Bestätigung. Es ist hierdurch nun auch möglich gewesen, das Alter der liegenden Schichten 0—2 annähernd zu bestimmen.

**3. Oberes Oxford.**

*Schicht No. 4.* Mit diesem Horizont tritt sowohl petrographisch wie faunistisch ein Wechsel ein. Schwarzer Tonschiefer mit eingestreuten Glimmerblättchen tritt an Stelle des in den tieferen Lagen vorherrschenden Sandsteins.

Neben *Lamellibranchiaten*, von denen hier nur auf *Aucellen* aus der *Bronni*-Gruppe hingewiesen sein soll, sind in diesem Horizont *Ammoniten* sehr häufig. Nach dem mir vorliegenden Material zu urteilen, bilden sie den Hauptbestandteil der Fauna. Es handelt sich um:

*Cardioceras Nathorsti* LUNDGREN.

Tafel 1, Figur 2.

Diese Form gehört zu der von SALFELD (1915) aufgestellten, bzw. näher umgrenzten Gruppe des *Cardioceras alternans*, die sich gegenüber jüngeren *Cardioceraten*-Gruppen u. a. besonders auch durch die große Zahl der Kielknoten unterscheidet. Schon nach der Beschreibung, die LUNDGREN (1883) von dieser Form gegeben hat, steht *Card. Nathorsti* verschiedenen Typen der *Alternans*-Gruppe sehr nahe. SALFELD hat dann auch *C. Nathorsti* mit *Card. ovale* vereinigt (1915 S. 168) und schon damals darauf hingewiesen, daß auch *Nathorsti* wie *ovale* in der Jugend gegabelte Rippen aufweist. Diese Behauptung wird durch den Befund des mir vorliegenden Materials bestätigt. Ob nun aber tatsächlich eine gänzliche Übereinstimmung zwischen den beiden genannten Formen besteht, kann nach den in Spitzbergen gesammelten Stücken nicht gesagt werden, denn es handelt sich bei allen nur um Abdrücke, die zum großen Teil auch noch verzerrt sind. Eine Beurteilung anderer Merkmale wie Windungsverhältnisse, Lobenlinie und dgl. kann also nicht erfolgen. Eine nochmalige Beschreibung dieser Form erübrigt sich, da eine solche bereits von LUNDGREN (1883) ausführlich gegeben ist. Auf die nahe Verwandtschaft oder auf die Möglichkeit einer Übereinstimmung mit *Cardioc. ovale* sei aber hingewiesen.

*Schicht No. 5.* Auch hier ist das Gestein durch schwarze Tonschiefer gekennzeichnet, in dem ebenfalls kleine Glimmerblättchen eingestreut sind.

Die Fauna ist durch Vertreter verschiedener *Lamellibranchiaten*-Gruppen gekennzeichnet. *Aucellen* des *Bronni*-Typs sind auch hier vorhanden.

An *Ammoniten* fanden sich wieder einige *Cardioceraten*, die aber schlecht erhalten sind. In einigen Stücken ist die Übereinstimmung dieser Formen mit *C. Nathorsti* nachweisbar.

*Schicht No. 6.* Anstelle der harten dunklen Schiefer der Schichten 4 und 5 treten in Schicht 6 papierdünne dunkle, leicht zerbrechliche Schiefer, die man als *Aucellenhorizont* bezeichnen könnte, denn es sind vor allem Formen aus der *Bronni*-Gruppe, die den Hauptbestandteil der Fauna bilden. Neben diesen finden sich weitere *Lamellibranchiaten*-vertreter und zwei leider nicht näher zu bestimmende *Cardioceraten*.

*Schicht No. 7.* Faunistisch und petrographisch zeigt Schicht No. 7 eine Veränderung gegenüber Schicht 6. Das Gestein ist wieder ein härterer dunkler Schiefer mit feiner Glimmerverteilung. Die *Lamellibranchiaten*fauna zeigt ebenfalls ein recht verändertes Bild; einzelne Gruppen, die bisher gar nicht oder nur wenig vertreten waren, dominieren jetzt, die *Aucellen* treten mehr zurück. An *Ammoniten* sind noch immer *Cardioceraten* die einzigen Vertreter; die aus dieser Schicht vorliegenden Exemplare erlauben aber leider keine eindeutige Bestimmung, da der Kiel nicht genügend zu erkennen ist. Die Rippen scheinen bei diesen Formen breiter zu sein als bei *Nathorsti*, der die liegenden Schichten charakterisiert, jedoch läßt sich daraus auch nicht viel schließen. Es besteht immerhin die Möglichkeit, daß hier bereits Formen der *Kitchini*-Gruppe vorliegen, und daß die Schicht No. 7 schon zum unteren Kimmeridge zu rechnen ist.

**Bemerkungen über das Alter der Schichten 4, 5, 6 und 7.**

Die Gruppe des *Cardioceras alternans* ist auf das obere Oxford beschränkt, wie das von SALFELD (1915) dargestellt, und es auch nachdrücklichst betont werden muß. Es besteht hier auch kein Zweifel, daß tatsächlich Ober-Oxford vorliegt, denn über diesen *Card. Nathorsti* führenden Horizonten folgen Schichten mit *Cardioceraten* aus der *Kitchini*-Gruppe, die für den unteren Kimmeridge charakteristisch sind. Aus dem mir vorliegenden Material konnte ich das untere Oxford nicht nachweisen, wahrscheinlich ist es aber vorhanden, da SOKOLOV (1922) aus dem Festungsprofil *Card. cordatum* angibt. OBRUTSCHEW (1927) stellt *Card. Nathorsti* mit in den unteren Kimmeridge; infolge dieser nicht richtigen Zuteilung hält er das Vorhandensein von Oxford in dem von ihm an der Ostküste zwischen Whales- und Agardh-Bay aufgenommenen Profil für fraglich.

**4. Unterer Kimmeridge.**

*Schicht No. 8.* Der Gesteinscharakter der Schicht 8 ist der gleiche wie in Schicht 7. Von der *Lamellibranchiaten*fauna ist zu erwähnen, daß wiederum eine Veränderung in der Verteilung der einzelnen Gruppen gegenüber Schicht No. 7 zu erkennen ist. Vor allem treten auch die *Aucellen* wieder stärker hervor.

*Ammoniten* sind in mehreren Bruchstücken vorhanden, darunter größere Formen. Leider sind diese nicht mehr bestimmbar. Als wichtige Form ließ sich weiter feststellen:

*Cardioceras sp. cf. Kitchini* SALF.

Diese Form ist nur in einem Exemplar mit ziemlicher Sicherheit vom Festungsprofil nachzuweisen. Sie weicht von dem für das Ober-Oxford charakteristischen *Card. Nathorsti* LUNDGR. erheblich ab. Der Kiel trägt anstatt der feinen Knoten eine geringere Zahl verhältnismäßig stark ausgeprägter Leisten. Auf 10 Rippen kommen hier ca. 12 Kielknoten. Der Kiel selbst tritt ziemlich stark hervor und ist an der Externkante nicht durch ein glattes Band von den Flanken getrennt, wie es bei den Abdrücken von *Nathorsti* der Fall ist. Die Rippen sind z. T. gegabelt, sie schwellen an der Externkante bedeutend an. Nach allem, was sich an dem schlecht erhaltenen Exemplar erkennen läßt, kommt die Gruppe des *Cardioceras Kitchini* SALF. in Frage. Man kann darüber im Zweifel sein, ob es sich um *C. Kitchini* oder *C. Cricki* handelt. Knoten, die an den Rippenspaltungsstellen bei *Kitchini* vorhanden sein sollen, sind nicht sicher erkennbar, während *Cricki* zahlreichere Rippen haben soll. Nach der Zahl und der Stärke der Rippen zu urteilen, kommt *Kitchini* in Frage.

**Bemerkungen über das Alter der Schicht 8.**

*Card. Kitchini* und *C. Cricki* sind nach SALFELD beide für den unteren Kimmeridge leitend. Schicht 8 kann demnach — auch bei Berücksichtigung der *Aucellen* — zweifelsfrei dem Unter-Kimmeridge zugewiesen werden. Das Unter-Kimmeridge beginnt also erst mit dieser

oder der liegenden Schicht 7, während die Schichten mit *Cardioceras Nathorsti* dem Ober-Oxford und nicht wie GIRMOUNSKY (1927) und S. OBRUSCHEW (1927) es darstellen, dem Unter-Kimmeridge angehören.

### 5. Mittlerer bis oberer Kimmeridge und unterstes Portland.

Die Schichten No. 9—11 sind von gleicher petrographischer Beschaffenheit wie die liegende Schicht 8. Was die Fossilien dieser Lagen betrifft, so scheinen *Ammoniten* und *Aucellen* zu fehlen oder wenigstens sehr stark in den Hintergrund zu treten, denn in dem mir vorliegenden Material sind keine vorhanden. Die *Lamellibranchiaten*fauna macht hier überhaupt einen sehr verarmten Eindruck, es sind im wesentlichen nur *Pholadomyen* vorhanden. Die Schicht No. 9 unterscheidet sich von 10 und 11 noch besonders durch ihren Reichtum an *Pflanzenresten*, die in 10 und 11 ganz zurücktreten.

Schicht No. 12 weicht petrographisch von den liegenden Schichten ab. Es handelt sich um einen dunklen kalkhaltigen Sandstein. Diese Schicht führt ebenfalls einige *Lamellibranchiaten* und *Gastropoden*. *Ammoniten* und *Aucellen* scheinen auch hier vollkommen zu fehlen.

Die Schichten 13—16 setzen sich wieder aus härteren Tonschiefern zusammen. Die dunkle Farbe herrscht auch hier vor. *Ammoniten* fehlen ganz allgemein, *Aucellen* sind nur in 15 und 16 festzustellen. *Pflanzenreste* finden sich vornehmlich in Schicht 13. Bezüglich der *Lamellibranchiaten*fauna ist zu sagen, daß scheinbar Änderungen in der Verteilung der einzelnen Gruppen von Schicht zu Schicht vorliegen.

#### Bemerkungen über das Alter der Schichten 9—16.

Da sich in dem die Schichten 9—16 umfassenden Komplex leider keine leitenden Formen gefunden haben, so ist die Bestimmung des genauen Alters auf Grund des vorliegenden Materials nicht möglich. Da hierüber gleich als solches sicher bestimmtes unteres Portland, und zwar Virgatitenschichten folgen so gehören die Schichten 9—16 wahrscheinlich noch dem Kimmeridge an. Es ist aber auch möglich, daß die obersten Lagen dieses Komplexes Äquivalente der nordwesteuropäischen, das unterste Portland kennzeichnenden Gravesienschiefer darstellen.

### 6. Unterer Portland.

Schicht No. 17 ist petrographisch durch leicht zerbrechliche Tonschiefer von dunkler Farbe gekennzeichnet. Die Fauna ist gegenüber der der liegenden Schichten recht mannigfaltig zu nennen, vor allem treten jetzt auch wieder *Aucellen* neben *Ammoniten* stark hervor. Der Erhaltungszustand der Fossilien ist schlecht, trotzdem ließ sich mit ziemlicher Sicherheit folgende leitende Ammonitenform bestimmen.

*Virgatites (Perisphinctes) cf. scythicus* VISCHN.

Sämtliche Exemplare sind nur in Abdrücken erhalten, jedoch lassen sich besonders die Berippungsverhältnisse erkennen. Die Rippen sind zunächst gegabelt und bekommen erst später den virgatomen Typ. Sämtliche mir vorliegenden Formen gehören zu einer bestimmten Varietät, die von MICHALSKI (1890, Tafel 5, Fig. 7 c) abgebildet ist.

**Bemerkungen über das Alter der Schicht 17.**

Der in der Schicht 17 vorkommende *Amm. (Perisph., Virgatites) scythicus* kennzeichnet in Rußland die untere Zone der unteren Volgastufe und ist eine weitverbreitete Form. Schichten, die für die mittlere Zone der unteren Volgastufe sprechen, können aus dem mir vorliegenden Material nicht nachgewiesen werden, sind aber wohl ebenso wie die oberste Zone dieser Abteilung vorhanden. Die Feststellung dieses Horizontes mit *Virg. scythicus* ist deshalb besonders von Wichtigkeit, weil daraus ungefähr das Alter des liegenden Schichtenkomplexes, der keine leitenden Formen lieferte, angegeben werden konnte.

**7. Oberes Portland.**

*Schicht No. 18.* Petrographischer Habitus wie Schicht 17. Die Fauna dieses Horizonts zeigt ebenfalls einen ziemlichen Reichtum an *Ammoniten* und *Aucellen*. Neben letzteren spielen weitere Lamellibranchiatengruppen eine Rolle. Die *Ammoniten* sind auch in dieser Schicht nur in Abdrücken oder verdrückten Exemplaren vorhanden, so daß die Bestimmung auf Schwierigkeiten stößt. Nur in einem Falle kann eine Bestimmung mit Sicherheit vorgenommen werden. Es handelt sich um eine stratigraphisch wichtige Form:

*Perisphinctes cf. polygyratus* A. PAVL. non TRAUTSCH.

Tafel 1, Fig. 3.

Das vorliegende Stück zeigt die für *polygyratus* charakteristische Berippung und ist am besten mit dem von PAVLOW (1889, Pag. 118, Tafel 3, Figur 11) beschriebenen und abgebildeten Exemplar zu vergleichen. *Per. polygyratus* zeigt große Ähnlichkeit mit *Per. Nikitini*, wie ihn MICHALSKI (1890, Taf. 12, Fig. 5 und 7) abgebildet hat.

Außer dem hier abgebildeten Exemplar liegen mir weitere Stücke vor, die aber entweder zerbrochen oder nur in Abdrücken erhalten sind.

*Schicht No. 19.* Petrographischer Charakter wie der der liegenden Schichten 18 und 17.

Der Fossilinhalt ist auch hier reich. Als besonders wichtige Gruppen spielen die *Aucellen* und *Ammoniten* wieder eine Rolle. Von letzteren sind verschiedene Exemplare von

*Perisphinctes cf. polygyratus* A. PAVL. non TRAUTSCH.

Tafel 1, Fig. 4.

als solche gut erkennbar.

**Bemerkungen über das Alter der Schichten 18 und 19.**

In den Schichten 18 und 19 ist das obere Portland durch den *Perisphinctes cf. polygyratus* nachgewiesen. Dieser, wie der mit ihm wohl übereinstimmende *Per. Nikitini* MICHALSKI, kennzeichnen im russischen Jura die oberste Zone der unteren Volgastufe. S. OBRUTSCHEW (1927) hat diese Zone nicht festgestellt, er bezieht vielmehr das obere Portland bereits in seine „kontinentale Folge“, die an der Ostküste Spitzbergens eine ganz andere stratigraphische Stellung einnehmen müßte, als an der Westküste, wenn man nicht annehmen will, daß S. OBRUTSCHEW (1927) Irrtümer bei der Aufnahme des Profils unterlaufen sind. D. N. SOKOLOV (1922) hat sich über das Vorhandensein des oberen Portlands nicht ausgesprochen, wahrscheinlich haben ihm entsprechende Leitformen nicht vorgelegen.

**8. Obere Volgastufe (Aquilonien) und unteres Valanginien (Rjasanhorizont).**

*Schicht No. 20.* Der petrographische Habitus des Gesteins ist noch der gleiche wie in den liegenden Schichten 17—19.

Die Fauna ist nach wie vor reich zu nennen, *Lamellibranchiaten* der verschiedensten Gruppen, unter denen auch die *Aucellen* wieder zahlenmäßig hervortreten, und *Ammoniten* sind vorhanden. Der Erhaltungszustand der letzteren ist sehr schlecht und erschwert die Bestimmung sehr.

*Craspedites sp. cf. pressulus* und *subpressulus* BOG.

Von den in der Schicht 20 vorkommenden Ammoniten gehören die meisten zu *Craspedites*. Läßt sich die Gattung ohne weiteres bestimmen, so ist die Erkennung der Art sehr schwierig, handelt es sich doch um fast vollkommen plattgedrückte Exemplare. Mit diesen, im Festungsprofil gefundenen Formen stimmen nun aber solche vom Cap Delta (Eisfjord) gut überein. Diese sind etwas besser erhalten und lassen sich z. T. mit *Crasp. (Olcostephanus) pressulus* und *subpressulus* BOGOSLOWSKI (1896, Tafel IV, Fig. 2, 3 u. 4) vergleichen. Es ist höchst wahrscheinlich, daß die aus der Schicht 20 stammenden *Craspediten* zu diesen Formen gehören. Besonders gut stimmen die Umgangs- und Berippungsverhältnisse überein.

*Schicht No. 21.* Petrographisch steht diese Schicht in auffallendem Gegensatz zu dem Liegenden. Es handelt sich um einen harten Kalk, der ganz von Zweischalern, darunter besonders *Aucellen*, erfüllt ist. Das ganze kann als eine Lumachelle bezeichnet werden.

*Schicht No. 22* wird von einem kalkigen Sandstein gebildet. Der darin gefundene Rest eines *Ammoniten* ist leider nicht bestimmbar.

**Bemerkungen über das Alter der Schichten 20—22.**

D. N. SOKOLOV (1922) gibt in seinem Bericht das Vorhandensein der oberen Volgastufe an. Diese müßte entweder in der Schicht 19, die der obersten Zone der unteren Volgastufe angehört, mit enthalten sein oder

in dem ungefähr 5 m mächtigen Schichtenkomplex vorliegen, der sich zwischen den Fossilhorizont 19 und 20 einschaltet. In der Schicht 20 liegen bereits *Craspediten*-formen, die in Rußland die obere Zone des Rjasan-Horizontes charakterisieren; die Schicht 20 kann daher nicht noch die obere Volgastufe mit vertreten, deren teilweises Vorhandensein kaum bezweifelt werden darf. Zum Rjasanhorizonte (unteres Valanginien) gehört auch zweifelsohne noch die Schicht 21, während 22 vielleicht schon dem mittleren Valanginien zuzurechnen ist.

### 9. Mittleres Valanginien.

*Schicht No. 22 a.* Das dunkle Gestein ist ein sandiger Tonschiefer, Glimmer ist fein verteilt auf den Schichtflächen vorhanden. Andere Proben aus dieser Schicht zeigen, daß auch feinkörnige, graue Sandsteine in ihr vorkommen.

Die Fauna ist charakterisiert durch *Aucellen* (Gruppen der *terebratuloides* LAH. u. *volgensis* LAH.) und durch *Ammoniten*, denen ein für die Stratigraphie des Jura und der Kreide Spitzbergens ganz bedeutender Wert zukommt.

#### *Polyptychites* sp.

Tafel 1, Fig. 5, 6.

Es liegen einige gut erhaltene Bruchstücke vor. Die Rippen teilen sich am Nabel unter knotiger Anschwellung in zwei Äste und diese gabeln sich ungefähr auf Seitenmitte abermals. Die Rippen sind schräg nach vorn gestellt und verlaufen etwas nach vorn gezogen ohne starke Abschwächung über die Externseite. Diese Verhältnisse beziehen sich auf Windungen von 2,1 cm Höhe.

Die mir vorliegenden Exemplare stimmen bezüglich der Rippenteilung am ehesten mit Formen der *Keyserlingi*-Gruppe überein, unterscheiden sich jedoch von dieser durch ein weniger starkes Hervortreten der Rippen, durch den Windungsquerschnitt und vor allem auch durch die Abschwächung der Rippen auf der Externseite. In den beiden letzteren Merkmalen kommt die Form der Gruppe des *Pol. hoplitoides* NIKITIN (1888) nahe.

*Schicht 22 b.* Das Gestein der Schicht 22 b ähnelt sehr dem der liegenden Schicht, jedoch treten die Sandsteinbänke scheinbar nicht mehr auf. Proben liegen davon nicht vor.

Die Fauna zeigt eine ähnliche Zusammensetzung wie die der Schicht 22 a: *Aucellen* und *Ammoniten*.

Von letzteren liegt ein besonders großes und in einer Kalkgeode verhältnismäßig gut erhaltenes Exemplar vor:

#### *Polyptychites* sp.

Die Rippen zeigen wieder den gleichen Typ wie der aus Schicht 22 a beschriebene Ammonit. Allerdings ist die Rippenteilung noch weiter getrieben, indem bei einer größeren Windungshöhe die zweite Teilung auf der Flankenmitte auch über eine einfache Gabelung hinausgeht und zu einer dreifachen wird. Auch bei diesem Exemplar treten wie bei dem oben beschriebenen die Rippen nicht so stark hervor, wie es bei der *Keyserlingi*-Gruppe der Fall ist.

**Bemerkungen über das Alter der Schichten 22 a und 22 b.**

Die in den Schichten 22 a und 22 b gefundenen Ammoniten lassen keinen Zweifel darüber aufgekomen, daß durch sie mittleres Valanginien, angezeigt ist. Nachdem bereits D. N. SOKOLOV (1922) das Alter dieser Schicht auf Grund eines von ihm bestimmten *Olcostephanus Beani* PAVLOW richtig erkannt hatte, ist der jetzt erbrachte neuerliche Beweis für das Mittel-Valanginien-Alter dieser Schichten um so wichtiger, als S. OBRUTSCHEW bezüglich der Stratigraphie der Jura- und Kreide-Grenzsichten Spitzbergens zu ganz abweichenden Resultaten gekommen ist. Der Kernpunkt der ganzen Frage liegt seit langem in dem Alter der pflanzenführenden Schichten Spitzbergens. Da diese im Festungsprofil noch weit über dem mittleren Valanginien liegen, sind sie auf keinen Fall etwa dem Wealden oder dem oberen Portland altersgleich zu stellen, wie das S. OBRUTSCHEW neuerdings für die gleichen Schichten an Spitzbergens Ostküste getan hat. Auf jeden Fall sind sie jünger als mittleres Valanginien und haben — wie weiter unten gezeigt werden soll, und wie bereits D. N. SOKOLOV vermutete — ein oberneokomes Alter.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß S. OBRUTSCHEW bei der sehr kurzen Zeit, die ihm für seine Untersuchungen in Spitzbergen zur Verfügung stand, schwerwiegende Irrtümer unterlaufen sind, wenn nicht angenommen werden muß, daß an Spitzbergens Ostküste die Verhältnisse ganz anders liegen.

**10. Oberes Valanginien-Barrémien.**

*Schicht No. 23.* Die mir vorliegende Gesteinsprobe ist ein grauer, stellenweise kalkiger Schiefer.

Aus dieser Schicht liegen größere *Holzreste*, ferner ein *Belemniten-* und ein *Aucellenbruchstück* vor.

*Schicht No. 24.* Gestein: sandiger Schiefer mit eingestreutem Glimmer.

An Fossilien finden sich wenige *Lamellibranchiaten* und *Pflanzenreste*.

*Schicht No. 25.* Gestein wie die liegende Schicht.

*Pflanzenreste* sind auch hier häufig; faunistisch macht sich gegenüber der liegenden Schicht 24 insofern ein Unterschied geltend, als die *Lamellibranchiaten* in mehreren Gruppen vertreten sind. Hinzukommt ein *Belemnitenbruchstück*.

*Schicht No. 26.* Das Gestein ist ein grauer, verwittert etwas rötlicher, Sandstein, der z. T. konglomeratisch ausgebildet ist.

*Holzreste* sind häufig. Daneben finden sich einige *Lamellibranchiaten* und zwei scheinbar abgerollte *Belemnitenbruchstücke*.

*Schicht No. 27* besteht aus dunkelgrauem, z. T. auch hellerem Sandstein.

Neben *Holzresten* finden sich einige *Lamellibranchiaten* und ein *Belemniten*phragmokon.

*Schicht No. 28.* Gestein: dunkelgrau, sandig, z. T. etwas kalkig.

In dieser Schicht treten *Lamellibranchiaten* ziemlich häufig auf, daneben fanden sich eine *Gastropode* und einige *Belemniten*bruchstücke. *Pflanzenreste* sind häufig.

*Schicht No. 28 a* wird durch einen schiefrigen Sandstein gebildet, der ganz von *Pflanzenresten* erfüllt ist.

*Schicht No. 28 b* stellt einen nur aus *Pflanzenresten* bestehenden, sandigen Horizont dar.

*Schicht No. 28 c* ist ein dunkelgrauer, sandiger Schiefer mit *Holzresten*.

*Schicht No. 29.* Gestein: dunkelgrauer, feinkörniger Sandstein mit *Pflanzenresten*.

*Schicht No. 29 a.* Das Gestein ist ein heller, feinkörniger, z. T. quarzitischer Sandstein, erfüllt von *Pflanzenresten*.

*Schicht No. 30* ist eine kohlige, nur aus *Pflanzenresten* bestehende Ablagerung.

*Schicht No. 31* besteht aus einem feinkörnigen, durch Eisen rot gefärbten, mürben Sandstein.

Hier erscheinen erstmalig wieder einige *Lamellibranchiaten*, die mit Schicht 28 verschwunden waren.

#### Bemerkungen über das Alter der Schichten 23—31.

Das Alter des die Schichten 23—31 umfassenden Komplexes ergibt sich aus seiner Lage über dem durch Fossilien belegten mittleren Valanginien und unter dem Aptien, das ebenfalls als solches erkannt werden konnte. (Vgl. hierüber weiter unten.) Die Schichten 23—27 haben noch einen marinen Charakter; wegen des bisherigen Fehlens typischer Leitformen konnte ihr genaues Alter aber noch nicht nachgewiesen werden. Die Schichten 28—30 stellen die in ihrer Altersstellung lange und auch heute noch umstrittene, in der Hauptsache aus *Pflanzenresten* bestehende Folge dar. HEER glaubte sie zunächst dem braunen Jura zuordnen zu müssen, später jedoch hielt er sie für Gault. Gegen diese beiden Anschauungen ist NATHORST aufgetreten, der diese Schichtserie dem obersten Portland und dem Wealden zurechnete. Auf Grund der von HOEL (1911) gemachten Untersuchungen ergab sich insofern schon ein wesentlicher Fortschritt gegenüber den bisherigen Anschauungen, daß wenigstens das gegenseitige Altersverhältnis der *Elatides*- und *Gingko*-Schichten geklärt wurde. HOEL stellte fest, daß die *Gingko*-Schichten jünger als die *Elatides*-Schichten sind.

Erst D. N. SOKOLOV konnte in seinem vorläufigen Bericht über die Bearbeitung des von HOEL gesammelten Materials das Alter der pflanzenführenden Schichten den Tatsachen entsprechend als oberes

Neokom feststellen. Diese Anschauung, die inzwischen auch von HOEL (1925) übernommen ist, findet eine einwandfreie Bestätigung durch die vorliegende Bearbeitung des von ORVIN gesammelten Materials.

An der „Festung“ gehören also die pflanzenführenden Schichten dem oberen Valanginien, dem Hauterivien und dem Barrëmien oder Teilen dieser Stufen an. Dieser nicht zu widerlegenden Tatsache steht nun die neue Anschauung OBRUTSCHEWS gegenüber, die schon weiter oben wiederholt dargestellt ist. Er rechnet seine „kontinentale Folge“ zum oberen Portland und läßt sie bis ins untere Aquilonien hineinreichen.

Die weiter oben bereits angedeuteten Möglichkeiten, wie OBRUTSCHEW zu einer solchen den Untersuchungsergebnissen an der Westküste widersprechenden Anschauung gekommen ist, sind folgende. Entweder gehören im Osten die pflanzenführenden Schichten tatsächlich einem älteren Horizont an, und es wäre daraus auf große fazielle Verschiedenheiten zu schließen, oder es liegt ein Irrtum OBRUTSCHEWS vor. Ich möchte letztere Möglichkeit nicht allzu sehr betonen, da die Fazies in der Kreide Spitzbergens augenscheinlich stark wechselt. Eine Neuuntersuchung des von OBRUTSCHEW aufgenommenen Profils halte ich aber für wünschenswert.

## 11. Aptien.

*Schicht No. 32.* Grauer schiefriger, feinkörniger Sandstein bzw. dunkler Schiefer. *Lamellibranchiaten* sind ziemlich häufig und in verschiedenen Gruppen vertreten. *Pflanzenreste* seltener.

*Schicht No. 33.* Grauer sandiger Schiefer mit Glimmereinstreuung. *Pflanzenreste* häufig. *Lamellibranchiaten* treten sehr stark zurück.

*Schicht No. 34.* Grauer feinkörniger kalkhaltiger Sandstein, durch fein verteilten Pyrit z. T. grünlich gefärbt, rotbraun verwitternd.

Das Gestein ist vollkommen erfüllt von *Holz-* und *Pflanzenresten*. Daneben kommen einige wenige *Lamellibranchiaten* vor.

*Schicht No. 35.* Dunkelgraue bis schwarze Schiefer und Sandsteine.

*Pflanzenreste* sind nur noch sehr wenig vorhanden, dafür tritt eine an Individuen verhältnismäßig reiche *Lamellibranchiatenfauna* hervor.

*Schicht No. 36.* Dunkelgraue Schiefer mit verhältnismäßig reicher *Lamellibranchiatenfauna*.

*Schicht No. 37.* Dunkelgraue feinkörnige Sandsteine mit *Wurm-*spuren und vereinzelt *Lamellibranchiatenresten*.

*Schicht No. 38* ist petrographisch wieder durch dunkle Schiefer charakterisiert.

An Fossilien treten die *Lamellibranchiaten* stärker hervor. Außerdem fanden sich 3 *Ammoniten*, deren Erhaltungszustand aber leider zu schlecht ist, als daß eine genauere Bestimmung möglich wäre.

*Oppelia* sp.

Es liegt eine größere zerdrückte Form und von einem jungen Exemplar der Abdruck vor. Bei dem größeren Stück läßt sich erkennen, daß die Rippen  $\pm$  sichelförmig geschwungen und scheinbar auf Flankenmitte in 2 Äste geteilt sind. Eine genaue Bestimmung ist leider ganz ausgeschlossen, jedoch kann man an die Möglichkeit denken, daß eine der *Oppelia nisoides* nahe stehende Form oder diese selbst vorliegt.

*Crioceras* sp.

Allein ein Windungsbruchstück ist vorhanden, dessen nähere Bestimmung ebenfalls nicht möglich ist.

*Schicht No. 39.* Aus dieser Schicht liegt ein grauer, feinkörniger Sandstein und ein dunkelgrauer, von *Lamellibranchiaten*resten erfüllter, ziemlich harter Kalk vor. Der Sandstein scheint fossilfrei zu sein.

*Schicht No. 40.* Gestein: ein dunkler Schiefer.

Die Fauna ist wieder im wesentlichen aus *Lamellibranchiaten* zusammengesetzt. Daneben fand sich auch noch ein Bruchstück eines *Ammoniten*:

*Hoplites* sp.

Es liegt das Bruchstück einer älteren Windung vor, das z. T. noch mit der Schale erhalten ist. Die Rippen verlaufen vom Nabel bis etwas unterhalb der Seitenmitte schräg gegen vorn gestellt, biegen sich an diesem Punkte zurück, um schließlich an der Externkante wieder nach vorn gezogen zu werden. Der Verlauf der Rippen, die an der Knickungsstelle manchmal gegabelt erscheinen, ist also schwach sichelförmig. Eine nähere Bestimmung ist nicht möglich.

*Schicht No. 41.* Gestein: das gleiche wie das der Schicht 40.

An Fossilien sind *Lamellibranchiaten* als häufig zu nennen.

*Schicht No. 42.* Gestein und Faunencharakter wie in der liegenden Schicht.

*Schicht No. 43.* Gestein ähnlich wie in 42. Die *Lamellibranchiaten* sind durch verschiedene Gruppen vertreten.

*Schicht No. 44.* Gesteinscharakter ähnlich wie im Liegenden. Die *Lamellibranchiaten* fehlen jedoch fast ganz. Statt dessen ist das Gestein von Wurmröhren (*Ditrupa*) nicht selten durchsetzt.

*Schicht No. 45.* Harte, dunkelgraue, feinkörnige sandige Kalksteine. Auf den Schichtflächen z. T. ganz bedeckt von Abdrücken kleiner *Lamellibranchiaten*.

**Bemerkungen über das Alter der Schichten 32—45.**

Die in den Schichten 38 und 40 gefundenen *Ammoniten* sprechen für Aptien. Glücklicherweise hat D. N. SOKOLOV (1922) bereits aus Schicht No. 32 *Crioceras gracile* SINZ. vorgelegen, so daß das Aptien also schon mit dieser Schicht beginnt und wahrscheinlich bis zu Schicht 40 hinaufreicht. Die Feststellung des Alters der Schichten 32—40 als Aptien ist deshalb von besonderer Wichtigkeit, als dadurch das Alter der darunter liegenden pflanzenführenden Schichten bestimmt werden konnte.

S. OBRÜTSCHEW gibt in dem von ihm an der Ostküste aufgenommenen Profil ebenfalls Aptien an, ohne es jedoch durch eindeutige Fossilien belegen zu können. Auch Albien wird von ihm angeführt, ebenfalls ohne Angabe von Leitfossilien. Es besteht immerhin die Möglichkeit, daß auch Albien in Spitzbergen entwickelt ist (vgl. SPATH, S. 356), aber einwandfrei läßt sich das noch nicht belegen. Ist Albien vorhanden, so könnte es im Festungsprofil in den Schichten 41—45 enthalten sein.

## II. Die stratigraphische Stellung des Jura und der Kreide Spitzbergens.

### 1. Allgemeines.

Unsere Kenntnis vom Jura und der Kreide Spitzbergens hat durch die norwegischen Expeditionen eine bedeutende und z. T. unerwartete Bereicherung erfahren. Noch bis in die jüngste Zeit setzte man das Alter der tiefsten Juraschichten mit Kimmeridge oder mit Oxford an. Daher wird der bereits durch SOKOLOV (1922) erfolgte Nachweis von Callovien, der durch die vorliegende Untersuchung von neuem erbracht werden konnte, von Bedeutung. Unter dem Callovien liegt noch ein Schichtenkomplex, dessen Alter ungefähr als oberer Dogger fixiert werden kann. Leider haben sich in diesen Schichten leitende Fossilien bisher nicht gefunden, so daß das genaue Alter nicht festgelegt werden kann<sup>1</sup>. Die Entwicklung des Jura in Spitzbergen ist also bedeutend vollständiger, als bisher vermutet werden konnte. Durch diese Feststellungen ist die Möglichkeit gegeben, die Paläogeographie des arktischen Jura sicherer darzustellen, als dies bisher möglich war. Nachdem Dogger bereits vom König-Karl- und von Franz-Joseph-Land bekannt war, rundet sich das Bild über die Verteilung von Land und Meer in diesen Gebieten immer mehr ab. (Auf die Paläogeographie komme ich in einer weiteren Arbeit zu sprechen.)

Abgesehen von dieser wichtigen Feststellung von Dogger und Callovien, die wir den genauen Profilaufnahmen HOELS und ORVINS verdanken, ist es weiter möglich gewesen, die Schichtenfolge des oberen Jura und der Kreide von Spitzbergen ziemlich genau zu klären. Auch hier hatte SOKOLOV bereits die großen Züge herausgeholt, deren Richtigkeit hier bestätigt werden muß. Nur in einigen Fällen ergeben sich Abweichungen zwischen SOKOLOVS und meinen Bearbeitungsergebnissen. So konnte ich aus dem mir vorliegenden Material die Anwesenheit von unterem Oxford nicht einwandfrei feststellen, wie das SOKOLOV tun zu können glaubte.

---

<sup>1</sup> Inzwischen ist von Spitzbergen auch unteres Callovien und oberer Lias festgestellt. Vgl. Anmerkung auf Seite 8.

Andrerseits erlaubte mein Material eine schärfere Fixierung der Horizonte im Kimmeridge, Portland und im unteren Valanginien. Auch diese rein stratigraphischen Untersuchungsergebnisse werden eine gute Grundlage für die paläogeographische Darstellung geben.

Eine der wichtigsten Feststellungen ist weiter die Klärung der stratigraphischen Stellung der pflanzenführenden Schichten, um die sich HOEL besonders verdient gemacht hat. Ihr Alter konnte bereits von SOKOLOV als Ober-Neokom nachgewiesen werden, was durch die Fauna der über und unter diesen Schichten liegenden marinen Horizonte auch hier bestätigt werden konnte. Merkwürdigerweise gibt OBRUSCHEW den pflanzenführenden Schichten an Spitzbergens Ostküste ein dem oberen Portland und unteren Aquilonien entsprechendes Alter. Über die Möglichkeit der Klärung dieser scheinbaren Widersprüche ist bereits einiges gesagt, weiter unten ist darüber nochmals zu sprechen.

Bezüglich der früher als „Dentalenschichten“ bezeichneten Ablagerungen ist daran zu erinnern, daß STOLLEY (1912) bereits zeigen konnte, daß sie nicht *Dentalien*, wohl aber *Ditrupen* in großer Menge enthalten, und daß diesen *Ditrupenschichten* entgegen früheren Ansichten ein unterkretazisches Alter zukäme. Diese Auffassung erfährt durch die vorliegende Untersuchung eine erneute Bestätigung, jedoch ist darauf hinzuweisen, daß *Ditrupa* in den verschiedensten Horizonten von Spitzbergens Unterkreide vorkommt. Ob die verschiedenen Horizonte durch besondere Arten charakterisiert sind, müssen weitere Untersuchungen ergeben.

Die Durchführung der Gliederung von Spitzbergens Kreide wie auch die Entdeckung neuer bisher unbekannter Horizonte ist ebenfalls von großer Bedeutung. Auch hier erlauben die neuen Feststellungen paläogeographische Schlüsse von größerer Sicherheit. So ist Aptien jetzt von Spitzbergen wie auch von Nowaja Semlja (SALFELD und FREBOLD 1924) nachgewiesen, und es erscheint wahrscheinlich, diese Ablagerungen mit denen des nördlichen Rußlands in Zusammenhang bringen zu können. Albien konnte aus den Aufsammlungen im Festungsprofil noch nicht festgestellt werden, immerhin ist nach einigen von SPATH (1921) beschriebenen Fossilien sein Vorhandensein möglich.

## 2. Schichtlücken in Spitzbergens Jura und Kreide.

Auf Grund der bisherigen Kenntnisse, die auf keinen größeren Profilaufnahmen, sondern mehr auf Einzelfunden basierten und demzufolge nur mangelhaft sein konnten, war man gezwungen, die Entwicklung des Jura und der Kreide Spitzbergens als lückenhafter anzunehmen, als es sich nun herausgestellt hat. Vom oberen Dogger<sup>1</sup> bis zur Ober-

<sup>1</sup> Vgl. die Anmerkungen auf Seite 8.

grenze der Unterkreide sind alle Hauptstufen vorhanden, teils in mariner, teils in limnisch-brackischer Ausbildung.

Die Entwicklung der einzelnen Stufen schließt sich — nach der Fauna zu urteilen und wie bekannt — an die boreale an.

Es ist also festzustellen, daß die Jura- und Kreide-Schichten Spitzbergens meistens die gleichen Horizonte aufweisen, wie sie aus den verschiedensten russischen und arktischen Gebieten bekannt sind. Im Vergleich mit diesen wäre der Jura und die Kreide Spitzbergens als ziemlich lückenlos zu bezeichnen.

Von einer Lückenlosigkeit schlechthin darf aber nicht gesprochen werden. Verschiedene Anzeichen sprechen für das Vorhandensein von Schichtunterbrechungen.

Schichtlücken allein aus dem zur Bearbeitung eingesandten Material, ohne Kenntnis des eigentlichen Profils in situ festzulegen, ist schwierig. Dennoch glaube ich, kurz auf einige Schichtlücken hinweisen zu können, deren Erkennung auch so ermöglicht ist.

Sie können sich aus folgenden, häufig zu beobachtenden Tatsachen ergeben: 1. z. T. aus plötzlichen Faunenwechseln in der vertikalen Schichtenfolge, 2. aus besonders ausgebildeten Horizonten, 3. aus dem Vergleich der Faunen Spitzbergens mit denen anderer Gebiete.

Was erstens die plötzlichen Faunenwechsel in der vertikalen Schichtfolge betrifft, so habe ich bei der Beschreibung des Profils wiederholt auf solche hingewiesen. Es sei hier gleich vorweggenommen, daß der größte Teil aller in dem beschriebenen Profil genannten Faunenwechsel nicht mit Schichtlücken in Zusammenhang gebracht werden kann. Meistens handelt es sich wohl ohne Zweifel um Faunenwechsel, die durch die wiederholte Veränderung der bionomischen Verhältnisse bedingt sind. Hierher gehören vor allem Wechsel zwischen marinen und brackischen Faunenelementen, die in Spitzbergens Jura und Kreide häufig zu beobachten sind. Macht sich aber einmal innerhalb einer marinen Folge ein plötzlicher Wechsel in der Zusammensetzung der Fauna bemerkbar, so kann dies ein Anzeichen für eine Sedimentationslücke sein. Das Vorliegen von Schichtlücken im Jura und in der Kreide Spitzbergens läßt sich besonders da vermuten, wo plötzliche Wechsel in der vertikalen Verbreitung der Ammoniten eintreten. Die scharfen Schnitte, die die vertikale Verbreitung der Ammoniten zeigt, kann durch zweierlei bedingt sein.

Erstens kann es sich um eine saltierende phylogenetische Entwicklung der vertikal aufeinanderfolgenden Formen handeln. Eine solche ist für die Ammoniten der Jura- und Kreidezeit wiederholt angenommen. Zweitens kann der scharfe Schnitt zwischen zwei sich überlagernden Ammonitenformen oder -faunen aber auch durch eine Schichtlücke bedingt sein, wodurch die zwischen zwei übereinanderfolgenden,

morphologisch scharf getrennten Formen vermittelnden Zwischenglieder der Kenntnis entzogen sind.

Diese Deutung der scharfen Schnitte zwischen zwei sich überlagernden Ammonitenformen oder -faunen halte ich auf Grund anderer Untersuchungen für wahrscheinlicher, als die sich aus einer angenommenen saltierenden Entwicklung ergebende Erklärung. Wenn letztere auf Grund der heutigen Materialkenntnis für Ammonoideen auch noch nicht allgemein bestritten werden kann, so haben die neueren Untersuchungen von BRINKMANN (1928) doch gezeigt, daß z. B. bei den *Cosmoceras* des oberen Doggers eine solche nur scheinbar vorhanden ist, daß das scheinbare Vorliegen einer saltierenden Entwicklung ebenfalls durch Schichtlücken vorgetäuscht wird, die scharfe Trennungen zwischen zwei sich überlagernden Formen bedingen. In einem anderen Fall habe ich selbst angenommen, daß bei den *Amaltheen* des mittleren Lias saltierende Entwicklung vorliegt (1922), konnte aber später zeigen, daß auch hier zwischen den beiden scharf getrennten Formen eine — wenn auch nur kleine — Schichtlücke vorhanden ist (1927).

Auf Grund des mir vorliegenden Materials sowie auf Grund der hier kurz umrissenen allgemeinen Argumentation glaube ich Schichtlücken im Jura und in der Kreide Spitzbergens annehmen zu können.

In den meisten Fällen wird nun aber eine Schichtlücke nicht nur durch einen plötzlichen Faunenwechsel angezeigt sein. Sie wird vielmehr auch in einer besonderen Ausbildung des Gesteins erkennbar. Bei Schichtlücken innerhalb mariner Sedimente schiebt sich vielfach ein Horizont ein, der sowohl petrographisch wie faunistisch seine Entstehung in sehr flachem Wasser erkennen läßt, falls nicht etwa die Unterbrechung der Sedimentation anders — so durch Meeresströmungen — bedingt ist. Es entstehen Bildungen, die allgemein als *Emersionsflächen* zu bezeichnen sind. Sie bilden sich sowohl im Stadium des Zurückgehens der Wassertiefe wie auch bei der Neuüberflutung. Um die durch plötzliche Faunenwechsel wahrscheinlich gemachten Schichtlücken im Jura und in der Kreide Spitzbergens zu beweisen, wäre die Klärung der Lagebeziehung solcher Horizonte, die — nach dem mir vorliegenden Material zu urteilen — vorhanden sind, von Wichtigkeit.

Emersionshorizonte können auf verschiedenste Weise als solche gekennzeichnet sein, sie sind aber meist durch die Anzeichen aufarbeitender Wirkung des Wassers auf dem Meeresboden charakterisiert. Unter den vielen Emersionshorizonten, die im Jura und in der Kreide Spitzbergens vorhanden sind, und die auf ein Vorhandensein von Schichtlücken hinweisen, erwähne ich besonders einen. Es ist die Schicht No. 21, die durch einen auffallenden petrographischen Wechsel gegenüber ihrem Liegenden und Hangenden gekennzeichnet ist: ein harter Kalk mit vielen Resten von Zweischalern (besonders *Aucellen*). Das

Gestein und die Art des Vorkommens der Fossilien macht ganz den Eindruck, als handle es sich um eine Bildung in einer Zeit flachster Wasserbedeckung. Im Abschnitt „Biostratonomie“ (Seite 25) sind weitere Horizonte genannt, die als Anzeichen von Schichtlücken gewertet werden können.

Als letzter Grund für das Vorhandensein von Schichtlücken in Spitzbergens Jura und Kreide sei folgendes angeführt.

Die Fauna der Jura- und Kreideschichten Spitzbergens zeigt — soweit sich das aus den bisherigen Bearbeitungsergebnissen erkennen läßt — eine große Übereinstimmung mit der Fauna anderer arktischer Gebiete sowie mit der Rußlands. Gewisse Unterschiede, wie sie schon früher festgestellt sind, scheinen allerdings zwischen arktischen und russischen Gebieten zu bestehen, dennoch bilden alle diese unter sich etwas verschiedenen Regionen zusammen doch eine große geschlossene Einheit gegenüber anderen Jura- und Kreidegebieten, die große Einheit des borealen Reiches.

Diese für die Erkennung der zoogeographischen Verhältnisse bedeutsamen kleinen und großen Faunendifferenzen werden ihre eingehendere Behandlung in einer weiteren Arbeit erfahren. Es sei hier nur das kurz vorweggenommen, was zur Frage der Lückenhaftigkeit von Spitzbergens Jura- und Kreideschichten spricht.

Für die Klärung dieser Frage werden die neueren Arbeiten über den Jura und die Kreide Rußlands von Wichtigkeit, die deutlich erkennen lassen, daß auch in diesen Gebieten Schichtlücken häufig zu beobachten sind. Die Überflutung russischer Gebiete war also in diesen Zeiten keine kontinuierliche, sondern eine wiederholt unterbrochene. Trans- und Regressionen lösten sich ab, wie es für epikontinentale Gebiete charakteristisch ist. Würde nun in Spitzbergen die Meeresbedeckung kontinuierlicher gewesen sein, so müßte man dort auf Horizonte mit einer Fauna treffen, die in den russischen Gebieten infolge Fehlens der Meeresüberflutung nicht vorhanden sein können, Horizonte, die sich zeitlich in eine Schichtlücke einschieben würden.

Solche Horizonte sind aber bisher aus Spitzbergen nicht bekannt geworden. Wohl zeigt der Jura und die Kreide Spitzbergens gegenüber einzelnen russischen Gebieten eine vollständigere Entwicklung, weist aber dennoch keine Horizonte auf, die nicht irgendwo aus Rußland ebenfalls bekannt geworden wären.

Auf Grund dieser Übereinstimmung zwischen dem Jura und der Unterkreide Spitzbergens und Rußlands ist anzunehmen, daß die gleichen Schichtlücken, die in russischen Gebieten vorkommen, auch in Spitzbergen vorhanden sind.

Bezüglich der Frage der Schichtlücken im Jura und der Kreide Spitzbergens ist zusammenfassend zu sagen,

daß im Festungsprofil viele bisher als fehlend angenommene Horizonte nachgewiesen werden konnten, daß eine in sich geschlossene Folge vom oberen Dogger bis zum Aptien vorhanden ist, daß aber innerhalb dieser geschlossenen Folge viele kleinere Schichtlücken vorhanden sind. Diese ergeben sich aus plötzlichen vertikalen Faunenwechseln, aus der besonderen Ausbildung einzelner Horizonte und aus dem Vergleich von Spitzbergens Jura- und Kreide mit anderen zum borealen Reich gehörenden Gebieten.

### 3. Biostratonomie.

Eine besondere Beachtung verdient das Jura- und Kreidematerial Spitzbergens bezüglich der Art des Vorkommens der faunistischen Einschlüsse und deren Lagebeziehung zueinander. Die für diese Forschungsrichtung von JOH. WEIGELT (1928) vorgeschlagene Bezeichnung „Biostratonomie“ wird hier übernommen.

Bereits im vorhergehenden Abschnitt ist über die vertikalen Faunenwechsel in Spitzbergens Jura und Kreide gesprochen. Es wurde wahrscheinlich gemacht, daß in den Fällen, wo innerhalb einer scheinbar geschlossenen marinen Folge eine ältere Fauna von einer jüngeren, die durch neue Elemente gekennzeichnet ist, ersetzt wird, eine Schichtlücke angezeigt ist.

Es zeigt sich nun aber wiederholt, daß in vertikaler Folge Wechsel in der Zusammensetzung der Fauna eintreten, wobei es sich jedoch um gleichzeitig miteinander vorkommende Formen handelt. Als Beispiel seien die Verhältnisse im oberen Oxford angeführt. Schicht No. 4 ist ein Horizont, in dem die Ammoniten dominieren, Schicht No. 5 zeigt eine mannigfaltig zusammengesetzte Fauna, während die darüber folgende Schicht 6 als reiner Aucellen-Horizont bezeichnet werden kann, in dem alle anderen Formen gänzlich zurücktreten. Wie sind solche Wechsel in der Zusammensetzung der Fauna zu erklären? Ganz allgemein pflegt man für solche Verhältnisse Änderungen der Lebensbedingungen anzunehmen. Man muß aber auch die Möglichkeit in Betracht ziehen, daß es sich nicht um eine Veränderung der bionomischen Verhältnisse handelt, sondern daß die vertikale Trennung gleichzeitig miteinander lebender Formen lediglich durch die mechanische Kraft des bewegten Wassers hervorgerufen ist. Die Untersuchungen WEIGELTS (1923, 1927) an rezentem Material haben gezeigt, wie allein durch die Wirkung von Ebbe und Flut eine Aussortierung der Fauna nach Arten, Größe, Gestalt und spez. Gewicht stattfindet, so daß es oft zu einer zonaren Anordnung der einzelnen Faunenkomponenten kommt. Diese zonare Anordnung im horizontalen Nebeneinander kann auch in vertikaler Folge übereinander auftreten, wenn sich die Strömung des Wassers irgendwie verändert. Es braucht also bei vertikalen wie bei horizontalen Faunenwechseln nicht

gleich auf eine Änderung der Lebensbedingungen geschlossen werden, es kann sich lediglich um eine mechanische Aussortierung der Schalen handeln. Diese Möglichkeit ist in Betracht zu ziehen, weil Fehlschlüsse sonst nicht zu vermeiden sind. Es ist ferner daran zu denken, daß auch in sich bedingte „Faunenwechsel“ vorliegen können, wie sie RUD. RICHTER (1922) beschrieben hat, d. h. vertikale Faunenwechsel, die dadurch entstehen, daß sich zwei oder mehrere Faunenkomponenten gegenseitig die Lebensbedingungen schaffen und wieder nehmen.

Zieht man diese und andere nicht weiter zu erörternde Möglichkeiten in Betracht, so kommt man zu der Überzeugung, daß solche vertikalen Faunenwechsel, wie sie aus dem oberen Oxford Spitzbergens genannt sind, tatsächlich durch eine Veränderung der Lebensbedingungen entstanden sind. Nicht etwa deshalb, weil in diesen Fall gleichzeitig mit dem Faunenwechsel auch eine Veränderung des Sediments vor sich gegangen ist, denn auch eine solche könnte rein mechanisch bedingt sein. Die Begründung ist vielmehr dadurch zu geben, daß keinerlei Anzeichen für eine bis auf den Meeresboden herabgreifende Wirkung des bewegten Wassers zu erkennen sind. Die feinen Schalen sind nicht beschädigt und der Einbettungsort fällt offenbar mit dem Lebensbezirk zusammen. Läge mechanische Aussortierung vor, dann könnte man ferner erwarten, daß sich zum Beispiel in dem Aucellenhorizont auch immer nur ein und dieselbe Klappe — entweder die gewölbte große oder die flache kleine — finden würde, wie das in anderen Fällen zu beobachten ist, und wofür sich Analoga aus rezenten Verhältnissen erbringen lassen. In solchen vertikalen Faunenwechseln wie den eben geschilderten spiegelt sich also ein stetige Veränderung der Lebensverhältnisse wieder. Eine solche wird besonders dann deutlich, wenn die Faunenwechsel Übergänge von rein marinen zu brackisch-limnischen Bildungen erkennen lassen, Fälle, die in Spitzbergens Jura und Kreide wiederholt auftreten.

Neben solchen, durch eine Veränderung der Lebensverhältnisse bedingten vertikalen Faunenwechseln sind aus Spitzbergens Jura und Kreide aber auch Beispiele für rein mechanisch bedingte zu erbringen. Es seien von diesen vor allem die in einer weiteren Arbeit näher zu behandelnden Craspediten-Horizonte vom Cap Delta (Eisfjord, Aufsammlung KLAUS THUE) genannt. Es handelt sich um dünne Kalkplatten, die größtenteils nur aus Schalen und Schalenresten von Aucellen und Ammoniten bestehen, Bildungen, die als Fossilkonzentrationen zu bezeichnen sind.

Unter- und Oberseite dieser Kalkplatten lassen oft eine verschiedene Zusammensetzung der Fauna erkennen. So ist die untere Schichtfläche z. B. nur mit Aucellen, die obere Schichtfläche mit Aucellen und Ammoniten bedeckt. Es wäre verfehlt, aus solchen Faunenwechseln auf eine Veränderung der Lebensbedingungen zu schließen. Das ganze macht ohne weiteres den Eindruck einer mechanischen Konzentration und

Auslese, wie das auch daraus zu erkennen ist, daß meistens von den Aucellen immer nur die linke bzw. die rechte Klappe auf den Schichtflächen vorhanden ist. Eine deutliche Anpassung der leeren Schalen an die Strömungsrichtung und -geschwindigkeit ist also erkennbar, und die Faunenwechsel sind hier durch Verlagerung der Strömungsverhältnisse zu erklären.

Beispiele für solche Faunenwechsel, die durch eine Veränderung der Lebensbedingungen, für solche, die rein mechanisch bedingt sind, wie auch für diejenigen, welche Schichtlücken anzeigen, sind in Spitzbergens Jura und Kreide häufig zu erbringen. Die Anwendung solcher biostratonomischen Untersuchungsergebnisse auf die Paläo- und Zoogeographie des Jura und der Kreide Spitzbergens wird in einer weiteren Arbeit erfolgen.

#### 4. Fazielle Verhältnisse.

Die faziellen Verhältnisse des Jura und der Kreide Spitzbergens sind ohne Zweifel außerordentlich wechselvoll. Diese Tatsache scheint auch im wesentlichen die Schwierigkeiten bedingt zu haben, die sich bei früheren Versuchen, die Stratigraphie zu klären, herauszustellen pflegten. Nach Beendigung der Bearbeitung des Jura- und Kreidematerials, das durch die norwegischen Expeditionen von den verschiedensten Punkten zusammengebracht ist, lassen sich die faziellen Verhältnisse vielleicht besser übersehen, als das zurzeit möglich ist. Nur auf die hier bereits wiederholt erörterte Frage des Vergleichs des Festungsprofils mit der an der Ostküste zwischen der Whales- und Agardh-Bay aufgenommenen Schichtenfolge sei nochmals zurückgekommen.

Es ist bereits gesagt, daß das von S. OBRUTSCHEW an der Ostküste aufgenommene Profil besonders darin von dem Festungsprofil abweicht, daß die sogenannte „kontinentale, pflanzenführende Folge“ hier älter zu sein scheint als an der Westküste. OBRUTSCHEW (1927) stellt sie in das obere Portland und untere Aquilonien, während sie an der Westküste ganz zweifellos dem oberen Teil des Valanginien bis Barrémien entspricht. Wie schon gesagt, kann vielleicht ein Irrtum bei der Aufnahme des Profils an der Ostküste vorgekommen sein. Ist dieses aber nicht der Fall, dann würde sich ein ganz bedeutender Fazieswechsel ergeben. Das obere Portland (oberer Teil der unteren Volgastufe) und die obere Volgastufe sind im Festungsprofil rein marin entwickelt, und zwar scheint es sich um Ablagerungen zu handeln, die zum Teil in verhältnismäßig tiefem Wasser entstanden sind, worauf einerseits der petrographische Habitus, andererseits vor allem aber auch die relativ reiche und mannigfaltige Fauna schließen läßt. Dieser rein marinen Entwicklung würden in dem nur ca. 100 km entfernten Profil an der Ostküste Bildungen gegenüberstehen, die teils rein kontinental, teils in seichtem Wasser entstanden sind. Für das untere Valanginien und das mittlere Valanginien scheint die Fazies an beiden Punkten die gleiche

zu sein, in beiden Fällen handelt es sich um marine Bildungen. Dann aber würde vom oberen Teil des Valanginien an wieder ein großer fazieller Gegensatz in den beiden Profilen zu konstatieren sein — immer unter der Voraussetzung, daß bei OBRUTSCHEWS Aufnahme kein Irrtum vorgekommen ist. Im Westen hätten wir kontinentale Bildungen und solche flachsten Wassers, im Osten marine Ablagerungen. Erst mit dem Aptien wäre die Fazies im Osten und Westen wieder die gleiche: marine Sandsteine und Schiefer.

Ein endgültiger Entscheid über diese Fragen ist wohl dann erst zu treffen, wenn die Bearbeitung der verschiedensten Aufsammlungen von anderen Punkten abgeschlossen ist. Es wäre aber auch wünschenswert gewesen, daß OBRUTSCHEW die von ihm gegebene Gliederung der Kreide an der Ostküste Spitzbergens durch Fossilfunde hätte besser belegen können. Die von ihm für den oberen Teil des Valanginien bis zum Ober-Neokom, Aptien und Albien angegebenen Fossilien sind nicht geeignet, eine in allen Punkten sichere Stratigraphie zu gestatten. Auf jeden Fall gibt aber bereits die heutige Kenntnis der faziellen Verschiedenheiten von Spitzbergens Jura und Kreide wichtige Daten für die Rekonstruktion der in diesen Zeiten scheinbar recht verwickelten paläogeographischen Verhältnisse an die Hand.

Die folgende Tabelle (S. 29) gibt eine Übersicht über die faziellen Verhältnisse zwischen dem Festungsprofil und der zwischen Whales und Agardh Bay von OBRUTSCHEW aufgenommenen Schichtfolge. Die Tabelle hat natürlich nur dann Gültigkeit, wenn sich das Profil an der Ostküste als den Tatsachen entsprechend herausstellen würde.

### **5. Vergleich von Spitzbergens Jura und Unterkreide mit anderen Gebieten.**

Ein Vergleich der im Festungsprofil von Spitzbergen aufgeschlossenen Jura- und Kreideschichten mit den gleichen Bildungen in anderen Gebieten ist in der beiliegenden Tabelle (S. 30—31) durchgeführt. Es ist daraus ersichtlich, wie bedeutungsvoll das Festungsprofil für die Klärung der Jura- und Kreidestratigraphie im borealen Bereiche ist, handelt es sich doch hier um ein zusammenhängendes Profil, während die Schichtfolgen der anderen Gebiete mangels umfassender Aufschlüsse meistens nach den Verhältnissen an verschiedenen Lokalitäten kombiniert sind. Diese kombinierten Profile erlaubten bisher für manche Fragen nicht den bestimmten Entscheid, den wir auf Grund der Verhältnisse im Festungsprofil zu treffen vermögen. Besonders bedauerlich war es bisher, daß sich aus den kombinierten Profilen nicht mit Sicherheit feststellen ließ, ob das Fehlen eines bestimmten Horizontes durch Annahme einer Schichtlücke oder durch ungeeignete Beobachtungsverhältnisse zu erklären sei. Aus dieser Ungewißheit heraus war es auch vielfach nicht möglich, festzustellen, ob gewisse, zwischen dem borealen Reich und Nordwest-

Stufe	Festungsprofil	Profil zwischen Whales- und Agardh-Bay
Aptien	Marin	Marin
Barrêmien Hauterivien Ob. Valanginien	„Kontinentale Folge“ (die pflanzenführenden Schichten) brackisch-limnische Bildungen	Marin
Mittl. Valanginien	Marin	Marin
Unt. Valanginien (Rjasan-Horizont)	Marin	Marin
Aquilonien (Obere Volgastufe)	Marin bzw. z. T. fehlend	Marin
Ober. Portland	Marin	„Kontinentale Folge“ mit Pflanzenresten, teils in Flachwasser abgelagert
Mittleres und Unt. Portland		
Unterstes Portland Ober. und Mittl. Kimmeridge	Seichtwasser	Marin (?)
Unt. Kimmeridge	Marin	Marin
Oxford	Marin	Marin
Callovien	Marin	Nicht bekannt

europa bestehende Faunendifferenzen nicht etwa rein stratigraphisch bedingt seien. Nachdem die Stratigraphie in dem umfassenden Festungsprofil auf Spitzbergen jetzt in ihren Grundzügen geklärt sein dürfte, können manche dieser Fragen mit ziemlicher Sicherheit beantwortet werden. Die Tabelle gibt zunächst einmal eine Zusammenstellung der bisher aus den arktischen Gebieten bekannt gewordenen Schichtglieder des Jura und der Unterkreide. Von König-Karl-Land sind bisher Horizonte des Bajocien und des Bathonien, des Callovien, des Ober-Oxford, des Kimmeridge, der Volgastufe und der Unterkreide durch die von POMPECKJ (1899) vorgenommene Bearbeitung schwedischen Expeditionsmaterials bekannt geworden. Es hat den Anschein, als ob zwischen König-Karl-Land und der Festung auf Spitzbergen große fazielle Übereinstimmungen bestehen (vgl. die Tabelle). Die pflanzenführenden Schichten des König-Karl-Landes sind, wie es nun scheint, der kontinentalen Folge im Festungsprofil altersgleich zu setzen. Bisher größtenteils zum Wealden gerechnet, dürften sie ebenfalls dem Ober-Valanginien bis Barrêmien oder Teilen dieser Stufen entsprechen.

Stufe	Ammonitenzonen (für den Jura im wesentlichen nach SALFELD (1913))	Spitzbergen Festungsprofil	König-Karl-Land	Franz-Joseph-Land	
Aptien		Schicht 32—40 (—45). Mergelschiefer, Tonschiefer, Kalksandsteinschiefer und Sandsteine. <i>Crioceras gracile</i> SINZ., <i>Crioc. sp.</i> , <i>Oppelia nisoides</i> (?), <i>Hoplites sp.</i>	nicht bekannt	nicht bekannt	
Barrémien Ob. Unt.		Schicht 23—31. Zu unterst sandige Schiefer mit Kalkkonkretionen (bis 28), zu oberst meist Sandsteine, z. T. mit Kreuzschichtung. Marine Faunenelemente nur in 23—28 und 31. <i>Gingko</i> und <i>Elatides</i>	Pflanzenführende Schichten, genaues Alter unbekannt.	Pflanzenführende Schichten, Alter unsicher, vielleicht hierher zu stellen	
Hauterivien Ob. Unt.					
Ober. Valanginien					
Mittl. Valanginien	Polyptychitenschichten	Schicht (22) 22a und 22b. Meist sandige Schiefer mit Kalkkonkretionen. <i>Polyptychites Beani</i> , <i>Polypt. sp.</i>	An der Basis graue und dunkle Mergel mit Kalknollen, sandige Kalke etc. <i>Belemniten</i> , <i>Aucellen</i> . Genaueres Alter unbekannt	nicht bekannt	
Unt. Valanginien	Rjasanhorizont	Schicht 20—21 (22). Tonschiefer, oben sandig. <i>Craspedites cf. pressulus</i> , <i>Crasp. cf. subpressulus</i>		nicht bekannt	
Berriasien		?	nicht bekannt	nicht bekannt	
Obere Volgastufe (Aquilonien)	3. <i>Neumayria subclypaeiformis</i>	Wahrscheinlich teilweise vorhanden, (zwischen Schicht 19 u. 20)	<i>Aucellenschichten</i> , dunkle Schiefer. <i>Auc. cf. terebratuloides</i>	nicht bekannt	
	2. <i>Craspedites subfulgens</i>				
	1. <i>Neumayria fulgens</i>				
Portland	Untere Volgastufe	3 <i>Perisph. Nikitini</i>	Schicht 18 u. 19. Tonschiefer. <i>Per. polygyratus</i>	<i>Auc. Pallasi</i>	
		2. <i>Virg. virgatus</i> u. <i>Olcost. Lomonossowi</i>	?		
	Gigasschichten	1. <i>Virg. miatschkowiensis</i> u. <i>V. scythicus</i>	Schicht 17. Tonschiefer. <i>Virg. scythicus</i>		nicht bekannt
		2. <i>Gravesia Irius</i>		nicht bekannt	nicht bekannt
Kimmeridge	Ob.	1. <i>Gravesia Gravesi</i>	Schicht 9—16. Oben Tonschiefer, in der Mitte (zwischen 15 u. 14) Sandsteine, darunter Tonschiefer, die zu unterst sandig. Fauna verarmt, <i>Ammoniten</i> und <i>Aucellen</i> nicht bekannt	nicht bekannt	
		5. <i>Aulacost. pseudomutabilis</i>		?	
	Mittl.	4. <i>Aulacost. Yo</i>		Dunkle Schiefer mit <i>Cardioceras</i> und <i>Auc. Pallasi</i>	
	Unt.	3. <i>Rasenja mutabilis</i>	Schicht 8 (7?). Sandige Tonschiefer. <i>Cardioc. cf. Kitchini</i>		
		2. <i>Ras. cymodoce</i>			?
1. <i>Pict. Baylei</i>					
Ober. Oxford	3. <i>Ringst. anglica</i>		?	Schwarze Schiefer mit <i>Aucella Bronni var. lata</i>	
		2. <i>Per. decipiens</i> u. <i>Per. Wartae</i>			
	1. <i>Per. Wartae</i> u. <i>Card. alternans</i>	Schicht 4—6 (7). Sandige Tonschiefer. <i>Card. Nathorsti</i> , <i>Auc. Bronni</i>	nicht bekannt		
Unter. Oxford	3. <i>Per. cf. Wartae mut. antecedens</i>	Nach SOKOLOV ist <i>Cardioc. cordatum</i> im unteren Teil des Schichtenkomplexes 4—6 vorhanden		nicht bekannt	
	2. <i>Per. biplex</i>				
	1. <i>Card. tenuicostatum</i>				
Ober. Callovien	<i>Quenstedticeras Lamberti</i> u. <i>Cosmoc. ornatum</i>	Schicht 3. Sandige Tonschiefer. <i>Quenst. sp. cf. Maxsei</i> Cad. <i>sp. cf. Frearsi</i>	<i>Quenstedticeras</i>	Lose Blöcke <i>Quenst. vertumnum</i>	
Mittl. Callovien	<i>Cosmoc. Iason</i>	Vielleicht z. T. in 3 enthalten	<i>Cadoceras sp.</i>	Tone, z. T. sandig, mit hartem, sandig. Mergel. <i>Cad. Tschefkini</i> etc.	
Unt. Callovien	<i>Keppleriten</i> , <i>Cadoceren</i> , <i>Macrocephalen</i>	An der Festung vielleicht ganz oder teilweise vorhanden	<i>Macro. sp. cf. evolutus</i> Botneheia u. Kistefjell	Schiefrige Sandsteine. <i>Macr. Ishmae var. arctica</i>	
Bathonien			?	Schiefrige Sandsteine. <i>Pseudom. echinata</i>	
Bajocien			?	Sand, Sandstein, Ton. Alter unbekannt	
Ober. Lias		Basiskonglomerat von Botneheia mit <i>Pseudoloc. compactile</i>	nicht bekannt	nicht bekannt	

Ost-Grönland	Andøy, N. Norwegen	Nowaja Semlja	Nördl. Sibirien (Kombiniertes Profil)	Rußland (Kombiniertes Profil)	N.-W.-Deutschland
nicht bekannt		wahrscheinlich vorhanden <i>Sonneratia</i> sp. (loses Stück)	nicht bekannt	<i>Hoplites Deshayesi</i> . Lokal terrigen ausgebildet	Marine Unterkreide
nicht bekannt	Loser Block eines Konglomerats, wahrscheinlich Hauterivien, von Hanö (Vesterålen)	nicht bekannt	?	fehlt fast ganz	
<i>Simbirsk. Payeri</i>				<i>Simbirskiten-</i> schichten	
nicht bekannt				nicht bekannt	
<i>Aucella Lamplughi</i> etc.	Harter, feinkörniger, hellgrauer Sandstein mit <i>Aucellen</i>	Lose Blöcke eines harten, feinkörnigen, sandigen Kalkes. <i>Eurypt. gravesiformis</i> , <i>E. Stubendorffi</i> .	Schichten mit <i>Euryptichiten</i> etc. Lokal vorhanden	<i>Polyptychiten-</i> schichten	
nicht bekannt	?	Lose Blöcke mit <i>Tollien</i> .	<i>Tollia tolli</i> , <i>T. simplex</i> etc.	<i>Crasp. spasskensis</i>	Wealden
<i>Garnieria pusilla</i>	?	nicht bekannt	?	<i>Berr. rjasanensis</i>	
nicht bekannt	Schwarzgrauer, feinkörniger, z. T. glimmerhaltiger Sandstein. <i>Aucellen</i> zeigen an, daß die obere Volgastufe, vielleicht auch nur z. T., vertreten ist	nicht bekannt	Lokal ganz oder teilweise vorhanden. <i>Auc. terebratuloides</i> , <i>Auc. Fischeri</i> , etc.	Obere Volgastufe, fazielle Wechsel und Schichtlücken häufig	Wealden ↓ ↑ Purbeck Serpulit Münder Mergel ↓ ↑ Eimbeckhäuser Plattenkalk
nicht bekannt	Gestein wie im Hangenden. <i>Per. cf. Nikitini</i> , <i>Aucella Pallasi</i>	nicht bekannt	Von mehreren Punkten bekannt	Untere Volgastufe. Die oberste Zone fehlt meist. An der Basis Schichtlücke	
nicht bekannt	nicht bekannt	nicht bekannt	nicht bekannt	nicht bekannt	Obere Gigaschichten Untere Gigaschichten
nicht bekannt	Vielleicht z. T. vorhanden	<i>Card. subtilicostatum</i> (loses Stück)	Lokal vorhanden	Schichten mit <i>Aul. eudoxus</i> etc. nur lokal verbreitet	Ob. Kimmeridge
?		nicht bekannt	nicht bekannt	Größere Schichtlücke	Mittl. Kimmeridge
nicht bekannt	Harter, dunkelgrauer, glimmerreicher Sandstein, der mindestens zum Teil zum Oberoxford gehört. <i>Card. alternans</i> , darunter pflanzen- und kohlenführende Schichten unbekanntes Alters	nicht bekannt	nicht bekannt	nicht bekannt	Ob. Korallenoolith Mittl. Korallenoolith
<i>Card. Nathorsti</i>			<i>Card. alternans</i> lokal vorhanden	Schichten mit <i>Card. alternans</i> , z. T. fehlend	Unt. Korallenoolith
nicht bekannt	nicht bekannt	nicht bekannt	Schichten mit <i>Card. cordatum</i> , z. T. bekannt	Schichten mit <i>Card. cordatum</i>	Ober. Heersumer-schichten Unt. Heersumer-schichten
<i>Quenstedti-ceras?</i>	nicht bekannt	Lose Stücke eines feinkörnigen dunklen Kalksandsteins mit <i>Quenst. Holtedahli</i>	<i>Quenst. Keyserlingi</i>	Schichten mit <i>Quenst. Lamberti</i> etc., z. T. fehlend	Ornatenton
<i>Cosmoceras (reale)</i>	nicht bekannt	Lose Stücke von <i>Cad. Tschefkini</i> aus tonigem Sediment	<i>Cad. Tschefkini</i>	Schichten mit <i>Cosm. Iason</i> etc., z. T. fehlend	
<i>Macro. Ishmae</i> etc.	nicht bekannt	Lose Stücke eines feinkörnigen graugrünen Kalksandsteins. <i>Macr. Ishmae</i>	<i>Macr. Ishmae</i> var. <i>arctica</i> etc. von verschiedenen Punkten bekannt	Schichten mit <i>Macro. Cadoceras</i> etc., z. T. fehlend	Macrocephalen-schicht
<i>Oxytoma Münsteri</i> etc.	nicht bekannt	nicht bekannt	?	} nur z. T. vorhanden	Cornbrash z. T.
	nicht bekannt	nicht bekannt	?		Bajocien
nicht bekannt	nicht bekannt	nicht bekannt	Mittlerer Lias mit <i>Amaltheen</i> . Lenamündung	nur im Süden	Oberer Lias

Gleichfalls durch POMPECKJ (1900) bearbeitet sind die Aufsammlungen, die von FRIDTJOF NANSEN bei Cap Flora auf Franz-Josef-Land gemacht wurden, wo außer Bathonien und Bajocien, unteres, mittleres und oberes Callovien sicher gestellt sind. Von Ostgrönland ist durch MADSEN (1904) der Nachweis von Bajocien bis Untercallovien sowie der unteren Volgastufe erbracht, während TOULA Fossilien des Valanginien und Hauterivien beschrieben hat. Hinzu kommen ferner Horizonte des mittleren und oberen Callovien, des Ober-Oxford, Kimmeridge und Unter-Valanginien, welche durch die von RAVN (1911) beschriebenen Fossilien angezeigt sind. Auf der Insel Andøy in N-Norwegen ist Ober-Oxford, vielleicht Kimmeridge, die Volgastufe und mittleres Valanginien vorhanden (J. H. L. VOGT (1905) und D. N. SOKOLOV (1912)).

Aus einem bei Hanøy in Vesteraalen gefundenen losen Block ergibt sich ferner das Vorhandensein von Hauterivien in diesem Gebiet (J. P. J. RAVN und THOROLF VOGT (1915)).

In Nowaja Semlja hat sich aus den Aufsammlungen OLAF HOLTE-DAHLS unteres, mittleres und oberes Callovien, oberer Kimmeridge, Valanginien und wahrscheinlich Aptien feststellen lassen (H. SALFELD und HANS FREBOLD (1924)), während der Jura und die Unterkreide des nördlichen Sibirien bisher Horizonte des Callovien, des Unter- und Ober-Oxford, des Kimmeridge, der unteren und oberen Volgastufe und des Valanginiens erkennen ließ.

Die angegebene Schichtfolge Nordsibiriens ist nach oft sehr weit voneinander entfernt liegenden Lokalitäten kombiniert. Eine kurze, zusammenfassende Darstellung der einzelnen Fundpunkte gibt W. A. OBRUTSCHEW (1926), die wichtigste paläontologische Arbeit stammt von PAVLOW (1914).

Der Vergleich aller dieser Gebiete mit dem Festungsprofil in Spitzbergen ergibt, daß an keiner Lokalität der borealen Region ein Schichtglied vorhanden ist, das nicht auch in Spitzbergen nachgewiesen wäre. Eine Ausnahme allein bilden das untere, vielleicht auch das mittlere Callovien, das in Spitzbergen noch nicht als sicher vorhanden gelten kann, sowie die Schichten, die älter als Callovien sind und von Spitzbergen bisher nicht nachgewiesen sind<sup>1</sup>. Umgekehrt fehlen allen Gebieten viele Horizonte, die in Spitzbergen festgestellt sind; eine Tatsache, die paläogeographisch gedeutet werden kann, aber vor allem natürlich in der mangelhaften Kenntnis dieser Gebiete seinen Grund hat.

Besonders wichtig ist der Vergleich mit Rußland, das gern als der Typ des borealen Jura angesehen wird. Die Lückenhaftigkeit des russischen Jura und der russischen Unterkreide ist eine Tatsache, die sich besonders auch aus den neueren Arbeiten ergibt (vgl. die schöne Zusammenfassung von v. BUBNOFF (1926)), auf die schon weiter oben Bezug genommen wurde. Wohl ist die Fauna des russischen Jura

<sup>1</sup> Vgl. Anmerkung auf Seite 8.

und der Unterkreide viel besser bekannt, als es die von Spitzbergen ist oder sein kann, aber dennoch läßt sich feststellen, daß in beiden Gebieten fast ganz allgemein die gleichen Horizonte entwickelt sind. Als Ausnahme wäre z. B. zu vermerken, daß in Spitzbergen leitende Formen des oberen Kimmeridge zu fehlen scheinen, die in Rußland vorhanden sind.

Bereits weiter oben habe ich darauf hingewiesen, daß diese Übereinstimmung zwischen Rußland und Spitzbergen notwendigerweise dafür sprechen muß, daß in Spitzbergen die gleichen Schichtlücken anzunehmen sind, die in Rußland festgestellt sind, da sonst hier Horizonte auftreten müßten, die sich in die Lücken einschieben würden. Ein Vergleich des Juras Rußlands und Spitzbergens mit dem Nordwestdeutschlands (als Typ für N.-W.-Europa) zeigt nun, wie wichtig die Klärung der stratigraphischen Verhältnisse in verschiedener Beziehung ist. Vergleichen wir zum Beispiel den Kimmeridge in den genannten Gebieten miteinander, so stellen wir fest, daß sein unterer Teil im wesentlichen überall die gleiche oder doch sehr ähnliche faunistische Ausbildung hat. Im mittleren Kimmeridge ändern sich die Verhältnisse.

Während zu dieser Zeit in Nordwestdeutschland rein marine Bildungen vorherrschen, macht sich in Spitzbergen eine mehr brackische und limnische Fazies geltend, Ammoniten und Aucellen scheinen vollkommen zu fehlen, Pflanzenreste werden häufig und Sandsteine treten gelegentlich an Stelle der Tonschiefer. Diese Faziesunterschiede treten auch in den folgenden Zeiten des Oberkimmeridge und der Gigasschichten hervor, denen man in Spitzbergen die unter dem *Virgatiten*-horizont und über dem Unterkimmeridge liegenden Schichten gleichsetzen kann. Mit dem Auftreten der *Virgatiten* ändert sich dann das Bild, indem nun Spitzbergen marine Fazies, Nordwestdeutschland aber brackische und limnische Bildungen aufweist. Der unteren Volgastufe Spitzbergens entspricht der Eimbeckhäuser Plattenkalk, der Münders Mergel und der Serpult Nordwestdeutschlands, der oberen Volgastufe und dem Rjasanhorizont der Wealden. Zu all diesen Zeiten stimmen die Verhältnisse des russischen Jura mit denen in Spitzbergen gut überein, nur pflegt scheinbar in den Fällen, wo in Spitzbergen eine brackisch-limnische Fazies einsetzt, in Rußland eine Schichtlücke aufzutreten. Der mittlere Kimmeridge scheint zum großen Teil zu fehlen, desgleichen Äquivalente der Gigasschichten. Während so im Jura Spitzbergen und Rußland deutlich ihre gemeinsame Zugehörigkeit zu ein und demselben Meeresbereich erkennen lassen, werden die Verhältnisse in der Unterkreide komplizierter. Bis zum mittleren Valanginien ist die Übereinstimmung noch groß, dann aber tritt in Spitzbergen — vielleicht nicht überall, aber wenigstens im Festungsprofil — wieder eine brackisch-limnische Schichtenfolge an Stelle der marinen Bildungen. Diese sogenannte „kontinentale Folge“ entspricht dem oberen Valanginien,

dem Hauterivien und Barrémien oder Teilen dieser Stufen. Der fazielle Gegensatz gegenüber Rußland würde vor allem vom oberen Hauterivien bis zum oberen Barrémien vorhanden sein, da oberes Valanginien und unteres Hauterivien in Rußland nicht nachgewiesen sind und primär fehlen können. In letzterem Falle, der am wahrscheinlichsten ist, würden die russischen Verhältnisse wieder sehr gut mit denen in Spitzbergen übereinstimmen. Allerdings würde auch für diese Zeiten wieder, wie im Jura, einer lückenhaften Entwicklung in Rußland eine brackisch-limnische oder kontinentale in Spitzbergen entsprechen. Der Gegensatz beider Gebiete zu Nordwestdeutschland mit seinen marinen Bildungen ist klar. Im Aptien endlich herrscht in allen Gebieten wieder marine Fazies, jedoch ist für diesen Zeitabschnitt ein näherer Vergleich nicht möglich, da die Aptienfauna Spitzbergens noch zu wenig bekannt ist.

Fassen wir das über den Vergleich der im Festungsprofil aufgeschlossenen Jura- und Unterkreideschichten mit den gleichen Bildungen anderer Gebiete gesagte zusammen, so ergibt sich eine große Übereinstimmung mit anderen borealen Lokalitäten, vor allem auch mit Rußland. Die Schichtlücken des russischen Jura sind in Spitzbergen oft durch brackisch-limnische Bildungen, aber wohl nie durch marine Horizonte ausgefüllt. Der Vergleich mit Nordwesteuropa — als Typ ist hier Nordwestdeutschland gewählt — zeigt, daß den Schichtlücken in Rußland und den brackisch-limnischen Bildungen in Spitzbergen marine Horizonte entsprechen, während brackisch-limnische Entwicklungen in Nordwestdeutschland durch marine Ausbildung im borealen Reich gekennzeichnet sind.

Sobald weitere Untersuchungen in Spitzbergens Jura und Unterkreide vorgenommen sind, wird es möglich sein, den Vergleich mit anderen Gebieten genauer durchzuführen und auf weitere Gebiete, vor allem auch auf die wichtigen englischen und französischen Profile (Boulogne sur mer), auszudehnen. Die in HOELS Arbeit (1928) niedergelegten Vermessungsergebnisse lassen vermuten, daß noch mehr Fossilhorizonte im Festungsprofil vorhanden sind, als bisher ausgebeutet wurden.

### **III. Bemerkungen zur zoogeographischen und paläogeographischen Stellung von Spitzbergens Jura und Unterkreide.**

Da in der vorliegenden Arbeit nur ein Teil des norwegischen Expeditionsmaterials untersucht ist, und die von anderen Lokalitäten Spitzbergens stammenden Funde noch eine weitere Bereicherung unserer Kenntnisse versprechen, möchte ich in die Diskussion über die zoogeographische und paläogeographische Stellung von Spitzbergens Jura und Unterkreide erst nach Abschluß dieser Bearbeitung eintreten.

Die Fragestellung, die sich bis jetzt für die Zoogeographie ergibt, ist folgende:

- a) Sind die faunistischen Differenzen zwischen Spitzbergen, wie überhaupt zwischen dem borealen Meeresbereich und Nordwesteuropa zoogeographisch zu deuten, d. h. handelt es sich um gleichzeitig lebende, aber in den beiden Gebieten verschiedene Faunengemeinschaften? Wenn ja, worauf sind diese Faunendifferenzen zurückzuführen?
  - 1) Auf klimatische Differenzen im Sinne von NEUMAYR (1883)?
  - 2) Auf andere Faktoren, insbesondere auf Isolation (POMPECKJ (1914) und SALFELD (1921))?
- b) Sind die faunistischen Differenzen zwischen den genannten Gebieten nicht zoogeographisch sondern stratigraphisch zu deuten, d. h. sind die Faunendifferenzen zwischen den beiden Gebieten durch Altersverschiedenheiten bedingt?

Soweit es sich bisher übersehen läßt, wird die Deutung der Faunendifferenzen in vielen Fällen durch die Möglichkeit b zu geben sein. Bei dieser Deutung spielen natürlich die Schichtlücken eine besonders wichtige Rolle.

Aus der beiliegenden Tabelle ist bereits ersichtlich, daß sich manche Faunenelemente in den beiden Gebieten gegenseitig ausschließen müssen, wenn einem marinen Horizont in dem einen Gebiet eine Schichtlücke oder eine brackisch-limnische Entwicklung in dem anderen Gebiet entspricht. Auf diese Weise sind Faunendifferenzen im Mittel- und Oberkimmeridge, in den tiefsten Schichten des Portland (Gigasschichten), in den Zeiten der unteren und oberen Volgastufe, des Rjasanhorizontes usw. zu erklären.

Obwohl ein großer Teil aller vielfach zoogeographisch gedeuteter Faunendifferenzen sich als stratigraphisch bedingt herausstellen wird, muß wahrscheinlich in anderen Fällen doch an dem Vorhandensein zoogeographischer Differenzen (Möglichkeit a) noch festgehalten werden. Diese vermögen aber auf keinen Fall klimatische Zonen anzuzeigen (Möglichkeit a 1), für ihr Zustandekommen sind vielmehr Faktoren heranzuziehen, wie sie von POMPECKJ (1914) und SALFELD (1921) geltend gemacht sind (Möglichkeit a 2).

In paläogeographischer Beziehung wird u. a. ebenfalls besonderer Wert auf die Schichtlücken, auf die Einschaltungen von brackischen und limnischen Sedimenten in die marine Schichtfolge zu legen sein. Es wird für jede Zeit besonders zu untersuchen sein, ob derartige Erscheinungen im ganzen borealen Meeresbereich gleichzeitig eintreten und somit eine allgemeine Regression dokumentieren können, oder ob sie lokal beschränkt sind und für den zeitweiligen Inselcharakter einzelner Gebiete sprechen.

Soweit die jetzigen Kenntnisse eine Antwort gestatten, ist sie so zu geben, daß die Meeresbedeckung im ganzen borealen Meeresbereich einerseits wiederholt stark eingeschränkt oder ganz aufgehoben wurde, daß aber andererseits auch viele Anzeichen dafür sprechen, daß zeitweilig nur lokale Regressionen einsetzten und die davon betroffenen Gebiete in den betreffenden Zeiten als Inseln hervortraten. Dies scheint besonders von Spitzbergen zu gelten.

Die Feststellung des Verlaufs der Meeresbewegungen wird endlich wichtig für die Analyse der Bodenbewegungen in den verschiedenen Gebieten.

Es braucht kaum darauf hingewiesen zu werden, daß die neu gemachten Feststellungen eine weitgehende Veränderung des paläogeographischen Kartenbildes zeitigen werden.

---

#### IV. Literaturverzeichnis.

Die vor 1910 erschienene Spitzbergen-Literatur ist, soweit hier nicht angegeben, in: NATHORST „Beiträge zur Geologie der Bären-Insel, Spitzbergens und des König-Karl-Landes“ zu finden.

- BOGOSLOWSKI. 1896. Der Rjasan-Horizont. Mater. zur Geologie Rußlands, Bd. 18.
- BRINKMANN, ROLAND. 1928. Statistisch-phylogenetische Untersuchungen an Ammoniten. Verhandl. des V. Intern. Kongr. Vererbungswissensch. Berlin 1927. Zeitschr. f. ind. Abstammungs- u. Vererbungslehre.
- VON BUBNOFF, SERGE. 1926. Geologie von Europa. I. Teil. Berlin.
- FREBOLD, HANS. 1922. Phylogenie und Biostratigraphie der Amaltheen u.s.w. Zeitschr. d. Nieders. Geol. Vereins. Hannover.
- 1927. Die paläogeographische Analyse der epirogenen Bewegungen und ihre Bedeutung für die Stratigraphie. Geol. Archiv, Bd. IV.
- 1928 a. Die stratigraphische Stellung der Grenzschichten des syrischen Calloviens und Oxford. Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal.
- 1928 b. Deutung und erdgeschichtlicher Wert der Fossilkonzentrationen im Palaeozoicum des Baltikums. Zeitschr. f. Geschiebeforsch., Bd. IV.
- GIRMOUNSKY, A. 1927. La faune du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur de Spitzberg. Moskau. Berichte des wissenschaftlichen Meeresinstituts, Bd. II, Lief. 3.
- GREGORY, J. W. 1921. Note on the sequence across Central Spitzbergen from Advent Bay to Agardh Bay. London. Geol. Magaz., Vol. 58.
- HOEL, ADOLF. 1911. La nouvelle expédition norvégienne au Spitzberg. Paris. La Géographie, Tome 24.
- 1914. Résultats généraux de l'expédition norvégienne au Spitzbergen 1913. Paris. La Géographie, Tome 29.
- 1918. Rapport préliminaire de l'expédition norvégienne de 1918 au Spitzberg. Paris. La Géographie, Tome 32.
- 1925. The Coal Deposits and Coal Mining of Svalbard (Spitzbergen and Bear Island). Oslo. Result. norske statsunderstøt. Spitzbergenexp., Bd. 1, No. 6.
- 1928. Das Festungsprofil auf Spitzbergen. Jura und Kreide. I. Vermessungsergebnisse. Norges Svalbard- og Ishavs- Unders., Skr. Svalb. Ish., No. 18.
- et SVERRE RÖVIG. 1918. Rapport préliminaire de l'expédition norvégienne de 1917 au Spitzberg. Paris. La Géographie, Tome 32.
- V. KOENEN, A. 1909. Die Polyptichites-Arten des Unt. Valanginiens. Berlin. Abh. K. Preuss. Geol. Landesanst., N. F., 59.

- V. KOENEN, A. 1902. Die Ammonitiden des Norddeutschen Neokoms. Berlin. Abh. K. Preuss. Geol. Landesanst., N. F., 24.
- KRENKEL, E. 1915. Die Kellowayfauna von Popilany in Westrußland. *Palaeontogr.*, Bd. 61.
- LAHUSEN. 1888. Über die russischen Aucellen. St. Pétersbourg. *Mém. de la Comm. Geol.*, Bd. 8, No. 1.
- LINDSTRÖM, G. 1865. Om trias- och juraförsteningar från Spetsbergen. Stockholm. *Vet. Akad. Handl.*, Bd. 6, No. 6.
- LUNDGREEN, B. 1883. Bemerkungen über die von der schwedischen Expedition nach Spitzbergen 1882 gesammelten Jura- und Triasfossilien. Stockholm. *Vet. Akad. Bih.*, Bd. 8, No. 12.
- MADSEN, VICTOR. 1904. On Jurassic fossils from East-Greenland. Copenhagen. *Meddelser om Grönland*, Bd. 29.
- MICHALSKI, 1890. Die Ammoniten der unteren Volga-Stufe. St. Pétersbourg. *Mém. de la Comm. Géol.*, Bd. 8, No. 2.
- NATHORST, A. G. 1910. Beiträge zur Geologie der Bären-Insel, Spitzbergens und des König-Karl-Landes. Upsala. *Bull. Geol. Inst.*, Vol. 10.
- 1910. Eine vorläufige Mitteilung von Prof. J. F. Pompeckj über die Altersfrage der Juraablagerungen Spitzbergens. Stockholm, *Geol. För. Förh.* 1910.
- 1913. Die pflanzenführenden Horizonte innerhalb der Grenzsichten des Jura und der Kreide Spitzbergens. Stockholm, *Geol. För. Förh.*, Bd. 25.
- NEUMAYR, M. 1883. Über klimatische Zonen während der Jura- u. Kreidezeit. Wien. *Denkschr. Akad.*, XLVII.
- NIKITIN, 1885. Allgem. geologische Karte von Rußland, Blatt 71. Kostroma. St. Pétersbourg. *Mém. de la Comm. Géol.*, Bd. 2, No. 1.
- 1888. Les vestiges de la période crétacée dans la Russie centrale. St. Pétersbourg. *Mém. du Comité géolog.* V, 2.
- NORDENSKJÖLD, O. 1921. Die nordatlantischen Polarinseln. Heidelberg. *Handbuch der reg. Geologie*, Bd. 4, Abt. 2 b.
- OBRUTSCHEW, S. 1927. Geologische Skizze der Ostküste von Spitzbergen zwischen den Busen Whales Bay und Agardh Bay. Moskau. *Berichte des Wissenschaftlich. Meeresinstituts*, Bd. II, Lief. 3.
- OBRUTSCHEW, W. A. 1926. Geologie von Sibirien. Berlin. *Fortschr. d. Geol. u. Pal.*
- PAVLOW, A. 1889. Études sur les couches jurassiques et crétacées de la Russie. I. *Bull. Soc. d. Natural. d. Moscou.*
- 1914. Les Céphalopodes du Jura et du Crétacé inférieur de la Sibérie Septentrionale. St. Pétersbourg. *Mém. Acad. Sciences*, Ser. VIII, Bd. XXI, No. 4.
- POMPECKJ, J. F. 1899. *Marines Mesozoicum von König-Karl-Land*. Stockholm. *Vet. Ak. Öfvers.* 1899.
- 1900. *The Jurassic Fauna of Cape Flora*. Oslo. *The Norw. North Polar Exp. 1893—96, Scient. Results*, I.
- 1914. Die Bedeutung des schwäbischen Jura für die Erdgeschichte. Stuttgart.
- RAVN, J. P. J. 1911. On jurassic and cretaceous fossils from Nord-East Greenland. Copenhagen. *Meddelser om Grönland*, Bd. 45.
- RAVN, J. P. J. og THOROLF VOGT. 1915. Om en block av neokom fra Hans i Vesteraalen. Oslo. *Norsk. Geol. Tidsskrift*, Bd. 3, No. 4.
- RICHTER, RUDOLF. 1922. *Flachseebeobachtungen zur Paläontologie und Geologie*. Frankfurt, Senckenbergiana.

- SALFELD, HANS. 1915. Monographie der Gattung *Cardioceras*. Berlin. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges., Bd. 67.
- 1913. Die Gliederung des oberen Jura in Nordwesteuropa. Neues Jahrb. f. Min. etc., Bd. 37.
- HANS. 1921. Das Problem des borealen Jura und der Unterkreide. Centralblatt f. Min., Geol. u. Pal.
- SALFELD, H. und HANS FREBOLD. 1924. Jura- und Kreidefossilien von Nowaja Semlja. Oslo. Scient. Results Norw. Exp. to Nowaja Zemlya. Bd. II.
- SINZOW, H. 1907. Untersuchungen über die Ammoniten des Unteren Gaults Mangyschlaks und des Kaukasus. St. Pétersbourg. Verh. Kais. Russ. Min. Ges., Ser. II, Bd. 14.
- SOKOLOV, D. N. 1912. Fauna der mesozoischen Ablagerungen von Andö. Kristiania. Videnskapselskaps Skrifter. I. Math.-Nat. Klasse. No. 6.
- 1922. Vorläufiger Bericht über die Bearbeitungsergebnisse des von Hoel im Festungsprofil Spitzbergens gesammelten Jura- und Kreidematerials. (Russisch). Petrograd. Travaux du Musée Géol. et Min. Empereur Pierre le Grand près l'Acad. des Sciences, Bd. III, 1917—1918.
- SPATH, L. F. 1921. On Ammonites from Spitsbergen. London. Geol. Mag., Vol. 58.
- STAXRUD, ARVE et ADOLF HOEL. 1913. Résultats généraux de l'expédition norvégienne au Spitsberg (1911—12). Paris. La Géographie, Tome 27.
- 1914—15. Résultats de l'expédition norvégienne au Spitsberg en 1914. Paris, La Géographie, Tome 30.
- STOLLEY, E. 1912. Über die Kreideformation und ihre Fossilien auf Spitzbergen. Stockholm. Vet. Akad. Handl., Bd. 47, No. 11.
- VOGT, J. H. L. 1905. Om Andøens jurafelt. Kristiania. Norges geolog. undersøkelse, Nr. 43.
- WEIGELT, JOH. 1923. Angewandte Geologie und Paläontologie der Flachseegesteine u.s.w. Fortschr. Geol. und Pal.
- 1927. Die Bedeutung der natürlichen Aufbereitung für die Geschiefbeforschung. Zeitschr. f. Geschiefbeforsch., Bd. 3.
- 1928. Biostratonomie. Leipzig. Der Geologe.

Erklärung zu Tafel 1.

- Figur 1. *Cadoceras* sp. cf. *Frearsi* KRENKEL (non D'ORB.).  
— 2. *Cardioceras Nathorsti* LUNDGREEN.  
— 3. *Perisph.* cf. *polygyratus* A. PAVLOW (non TRAUTSCH).  
— 4. " " " " "  
— 5. *Polyptychites* sp.  
— 6. " " , Windungsquerschnitt eines anderes Bruchstücks.

Sämtliche Abbildungen in natürlicher Größe. Die Originale befinden sich in der Sammlung des Paleontologisk Museum in Oslo.



4



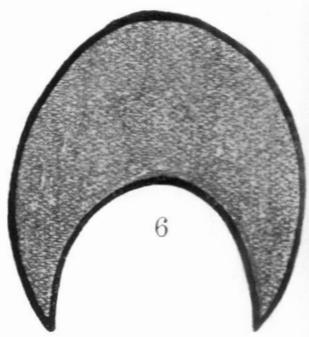
3



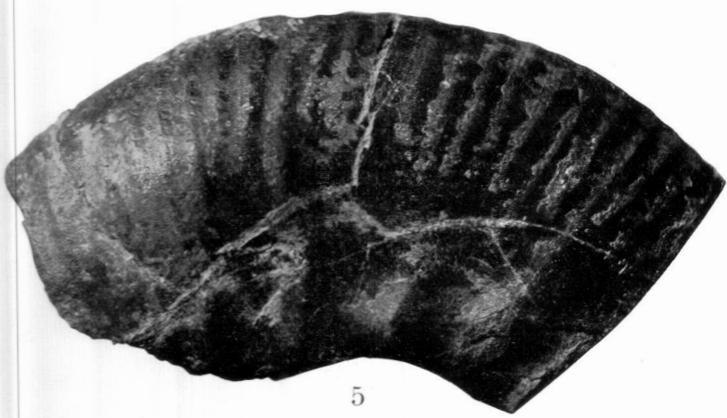
2



1



6



5