

Der Dogger und Oxford des Südbaltikums

Von Herrn **Rol. Brinkmann** in Göttingen

Mit 16 Figuren

Inhalt		Seite
Einleitung		477
I. Anstehender baltischer Jura und größere Schollen		479
Unterer Dogger		479
Garantianen-Schichten		479
Parkinsoni-Schichten		480
Bohrung »Friedrich« bei Hohensalza		480
Bohrung Heilsberg		481
Memelgebiet		481
Popilany		482
II. Die Geschiebe		484
Unterer Dogger.		485
Schichten mit Stephanoceraten		486
» » <i>Garantiana Garantiana</i>		486
» » <i>Spiroceras bifurcati</i>		487
» » <i>Parkinsonia Parkinsoni</i>		488
» » <i>Parkinsonia ferruginea</i>		490
» » <i>Oppelia aspidoides</i>		490
» » <i>Macrocephalites macrocephalus</i>		491
» » <i>Cosmoceras Jason</i>		493
» » » <i>Castor</i>		495
» » » <i>lithuanicum</i>		498
» » <i>Quenstedticeras Lamberti</i>		500
» » <i>Cardioceras tenuicostatum</i>		502
» » » <i>cordatum</i>		503
» » » <i>alternans</i>		505
III. Schlußbetrachtungen		507
Faunencharakter		507
Meeresbewegungen		509
Literaturverzeichnis		512

Einleitung

Die Jurageschiebe des norddeutschen Flachlandes sind wegen ihrer teilweise großen Häufigkeit und ihres Reichtums an wohlerhaltenen Fossilien seit langem Gegenstand der Beachtung gewesen. Die letzten Jahrzehnte des vorigen Jahrhunderts, in die der Höhepunkt der Geschiebeforschung fällt, zeitigten eine große Reihe von Einzelnotizen,

Lokalmonographien einzelner Fundorte und Bearbeitungen des Materials bestimmter Provinzen. Doch fehlt — abgesehen von der Arbeit von POMPECKJ (1) über die paläogeographische Bedeutung der westpreußischen Jurageschiebe — eigentlich eine Zusammenfassung des gesamten Materials einer bestimmten Schichtgruppe unter Berücksichtigung der anstehenden Vorkommen, wie sie im folgenden versucht werden soll.

Die Arbeit beschränkt sich auf die Dogger- und Oxfordgeschiebe. Die untere Grenze ist durch das lange Regressionsintervall des Unteren Dogger gegeben, denn erst im Mittleren begegnen wir wieder marinen Schichten im baltischen Gebiete. Der höhere Malm wurde beiseite gelassen, da die anstehenden Vorkommen erst kürzlich durch M. SCHMIDT (2) bearbeitet wurden, und die Geschiebe bei der Unsicherheit der Stratigraphie wenig neue Ergebnisse versprechen. Aus diesem Grunde habe ich auch auf eine Bearbeitung der reichen Gesamtfauuna verzichtet, sondern mich durchaus auf die Cephalopoden beschränkt. Nur diese geben vermöge ihrer kurzen Lebensdauer genügende Anhaltspunkte, während sich alle übrigen Tiergruppen als zu langlebig und faciesabhängig erweisen.

Das Material wurde mir aus den Sammlungen einer Reihe von norddeutschen Universitätsinstituten und Museen auf meinen Wunsch bereitwilligst zur Bearbeitung überlassen. Ich habe dafür den Herren Prof. ANDRÉE, Geh.-R. GEINITZ, Prof. GÜRICH, Prof. HAHN, Geh.-R. JAEKEL, Prof. KRAUSE, Prof. KUMM, Dr. LABAUME, Geh.-R. POMPECKJ, Dr. SIEBERER, Prof. STRUCK und der Direktion der Preußischen Geologischen Landesanstalt zu danken.

Die Literatur über baltische Sedimentärgeschiebe ist in dankenswerter Weise von RÖDEL (3) zusammengestellt, diejenige über Fauna und Stratigraphie des Oberen Dogger und Oxford, insbesondere des baltischen und russischen Gebietes, findet sich bei BODEN (4), so daß eine Wiederholung nicht notwendig erscheint.

Rekonstruktionen auf Grund von Geschieben haben — und darauf muß hier hingewiesen werden — einen etwas problematischen Charakter. Sehen wir ganz von der ungleichen Verteilung und verschiedenen Vorliebe der Sammler ab, so bleiben auch bei großem Material eine Anzahl grundsätzlicher Fehlerquellen. Da ist erstens die Unsicherheit der Heimatbestimmung: auch unter Benutzung der neueren Karten über die Verbreitung der kristallinen Leitblöcke von MILTHERS (5) und KORN (6) läßt sich bestenfalls nur ein Anhaltspunkt für die Herkunftsrichtung gewinnen. Sodann ist zu bedenken, daß die Geschiebe nur eine Auslese der widerstandsfähigsten Sedimente darstellen; von lockeren Gesteinen, wie losen Sanden, geodenarmen Tonen und dergleichen wird sich keine Spur erhalten. Schließlich setzt die vordiluviale Denudation der Juratafel einerseits, die schützende Bedeckung durch jüngere Sedimente andererseits, soweit sie nicht in Bohrungen durchteuft wurden, allen weiteren Bemühungen ein Ziel. Angesichts dieser Mängel erscheint es notwendig, das Vorhandene mit möglichster Genauigkeit auszunutzen; das konnte nur mit Hilfe einer

exakten, ins einzelne gehenden stratigraphischen Grundlage sowie durch Heranziehung der Aufschlüsse im anstehenden baltischen Jura erreicht werden.

I. Anstehender baltischer Jura und größere Schollen

Die heutige Verbreitung der Schichten des höheren Jura stellt sich etwa wie folgt dar. Eine zusammenhängende Juraplatte unterteuft den größten Teil von Polen, Nordposen, Ost- und Westpreußen sowie Hinterpommern und erstreckt sich östlich Bornholm in die Ostsee hinaus. Ein zweiter Bezirk dürfte das nördliche Dänemark mit dem Kattegatt umfassen, wie sich aus dem reichen Vorkommen von Malmgeschieben in Nordjütland schließen läßt; doch verhüllt die mächtige Kreidedecke die Einzelheiten. Ein drittes Areal ist das nordwestdeutsche. Innerhalb des Gesamtgebietes sind die Aufschlüsse sehr ungleich verteilt. Sehen wir vom Czenstochau-Krakauer Bezirk ab, so bleiben 1. das Stettiner Haff mit einer Reihe von Dogger- und Malmvorkommen, von denen einige anstehend sind, während der größere Teil allerdings kaum weit transportierte Schollen darstellt, die das Eis in diesem diluvialen Bruchbezirk abscherte; 2. die Juraumrandung des Salzstockes von Hohensalza; 3. der Ausstrich des Jura in Litauen.

Von diesen Aufschlüssen konnte ich die bei Stettin und Popilany neu untersuchen, während mir die Gegend von Hohensalza nicht zugänglich war. Ich gebe im folgenden eine Beschreibung dieser Punkte mit einigen stratigraphischen Bemerkungen, da sie doch einen Teil des Gerüstes für die Deutung der Geschiebe bilden.

Unterer Dogger

DEECKE (7 u. 8, S. 36) beschrieb Schichten der Zone des *Harporceras Murchisonae* vom Karziger Ufer auf Wollin. Nach meiner Neuuntersuchung sind die Ablagerungen jedoch etwas älter, sie gehören dem Oberen Lias, der *Striatulus*-Zone an. Diese Altersstellung darf auf Grund neuer Fossilfunde als gesichert gelten (18).

Das Bohrloch Kammin durchsank von 61—300 m einen Wechsel von Sand und Ton mit einzelnen Kohlenschmitzen. Da nun bei 300 m mariner Mittlerer Lias angetroffen wurde, so bleibt die Wahrscheinlichkeit, daß die 240 m als Flußablagerungen aufzufassenden Schichten sich auf Oberen Lias und Unteren Dogger verteilen.

Garantianen-Schichten

Bei Ausschachtungsarbeiten fanden sich nach DEECKE (8, S. 39) am Südennde der Stadt Kammin schwere, eisenreiche, splittrige Sphärosideritknollen mit einzelnen eingesprengten Körnern von Quarz, Feldspat und Glimmer. Ihr Fossilinhalt ist:

Garantiana Garantiana D'ORB.

Strenoceras niortense D'ORB.

Belemnites giganteus SCHLOTH.

Ursprünglich dürften die Geoden in einem schwachsandigen und glimmerhaltigen Ton gelegen haben.

Parkinsoni-Schichten

Sie sind nur als diluvial verfrachtete Schollen, nicht jedoch eigentlich anstehend bekannt. Am Dievenow-Ufer bei Soltin (nördlich von Kammin) sind — im einzelnen stark verquetscht — $\frac{1}{2}$ m dunkle sandige Tone aufgeschlossen, die von Sandsteinen mit mindestens 3 m Mächtigkeit überlagert werden. Das Bindemittel ist Kalkeisencarbonat, die Farbe unverwittert grau, verwittert rostbraun. Die Sandsteine führen eine reiche Muschelfauna mit sehr seltenen Bruchstücken von *Belemnites giganteus* und Ammonitenschalen. In dem Ton liegen Toneisensteinknollen, aus denen ich *Park. Parkinsoni* erhalten konnte.

Die nördliche, ca. 8 m hohe Geschiebemergel-Klintküste der Insel Gristow (westlich von Kammin) zeigt ebenfalls mehrere Schollen aufgeschlossen, von denen hier ein kombiniertes Gesamtprofil nach meinen Beobachtungen gegeben sei:

- > 0,5 m grober, brauner Sandstein mit eisenschüssigem Bindemittel.
Park. Parkinsoni.
- 0,5 » mittelkörniger bis feiner brauner Sandstein mit fossilführenden stärker verkitteten Knollen.
Park. Parkinsoni, Lamellibranchier, Holzstückchen usw.
- 0,5 » grober brauner Sandstein, wie oben.
Bel. giganteus.
- 1,0 » lockerer, feiner weißlicher und brauner Sand, fossilleer.
- > 1,6 » feiner brauner Sandstein.
Einzelne Kohlenreste.

Also petrographisch eine ganz ähnliche Schichtfolge, wie sie seinerzeit DEECKE (8, S. 38) und neuerdings SCHULTE (19) aufgezeichnet haben. Vor allem ist die grobe Korngröße einzelner Bänke auffallend, die wir als Anzeichen nächster Strandnähe auffassen dürfen, um so mehr, als in unmittelbarem Verbande mit den cephalopodenführenden Schichten fossilere Sandsteine auftreten, die kaum mariner Entstehung sind.

Bohrung „Friedrich“ bei Hohensalza

Ein Profil gab JENTZSCH (9, S. 23); im folgenden ist daher nur die uns hier interessierende Schichtreihe wiederholt, die Abweichungen gegen JENTZSCH's Einteilung erklären sich z. T. aus der geänderten Verwendung der stratigraphischen Bezeichnungen, z. T. daraus, daß sich bei einer neuerlichen Durchsicht der Bohrkerne noch einige leitende Fossilien fanden.

728 — 775	m 45 m	Teilweise oolithische Kalke und glimmerhaltige Kalkmergel <i>Opp. flexuosa</i> , <i>Card. alternans</i>	} Oberoxford
755 — 838	» 60 »	Dunkelgraue Kalke, unten heller, mit dünnen, glimmerhaltigen Mergellagen <i>Pelt. arduennense</i>	
838 — 844,6	» 6 »	Kalkmergel <i>Hect. krakoviense</i> , <i>Bel. cf. calloviensis</i> , <i>Cosm. der lithuanicum</i> -Gruppe, <i>Per. cf. curvicosta</i>	} Ober- u. Mittelcallovien

844,6—862	m	17	m	Grauer glimmerhaltiger Ton mit Schwefelkies und schwachen Sandsteinschichten	} Untercallovien
862 — 869	»	7	»	Gelblicher Sandstein mit Schwefelkies	
869 — 869,5	»	0,5	»	Brauner eisenhaltiger Kalkstein	} Cornbrash
869,5—1017	»	147	»	Dunkler Ton mit Bänken von Dolomit, Toneisenstein, Kalk und Sandstein	
				<i>Park. ferruginea</i>	} <i>Ferrugineus</i> -Schichten
1017 — 1093	»	76	»	Dunkler Ton, wie oben	
1093 — 1103	»	10	»	Weißer, glimmerhaltiger Sandstein	} ? <i>Parkinsoni</i> -Schichten
1103 — 1110,5	»	7,5	»	Schwärzlicher Ton	
1110,5—1150,5	»	40	»	Grauer Ton mit dünnen Lagen gelben Sandsteins	} Fluviale Entwicklung

Bohrung Heilsberg

Die Ergebnisse der Bohrung sind in eingehender Weise von P. G. KRAUSE (10) dargestellt. Da einzelne der Leitformen nach neueren Untersuchungen teilweise eine andere stratigraphische Bewertung erfahren müssen, gebe ich ein zusammengezoogenes Profil.

etwa 700—711	m	11	m	Toniger Sandstein und sandiger Schiefert	} Oberoxford
» 711—714	»	3	»	Lichtgrauer glaukonitischer Mergel und Glaukonitsandstein	
» 714—750	»	36	»	Wechsel von tonigem Sandstein und hartem Mergel. <i>Card. alternans</i> . (750 m)	
» 750—751	»	1	»	Feiner Kalksandstein	
» 751—756	»	5	»	Grauer, etwas sandiger und oolithischer Tonmergel. <i>Pelt. arduennense</i> . (754 m)	} Unteroxford
» 756—759	»	3	»	Grauer Tonmergel, wie oben	
» 759—760	»	1	»	Heller, mergeliger oolithischer Kalk	} Obercallovien, Mittelcallovien
				<i>Cosm. Jason</i> , <i>Cosm. enodatum</i> , <i>Per. curvica</i> , <i>Erymn. coronatum</i> . (760 m)	
» 760—769	»	9	»	Grauer, toniger und glimmeriger Sand, z. T. glaukonitisch	} ? Untercallovien
» 769—806	»	37	»	Graue Sande mit Perlmutterchalbruchstücken	
» 806—900	»	94	»	Glimmerige Sande mit Einlagerungen von Tonen, Toneisenstein und Holzkohle	} Fluviale Entwicklung

Im einzelnen ist als Begründung anzuführen, daß die von KRAUSE als *Cardioceras alternans* bezeichneten Ammoniten aus 754/55 m sich noch der *Cordatus*-Gruppe anreihen, die Schichten gehören also noch ins Unteroxford, was auch der Fund von *Peltoceras arduennense* bestätigt. Der *Cosmoceras calloviense* aus 760 m Teufe ist wegen der schon deutlich hervortretenden Knoten und der nicht sehr stark geblähten Windungen zu *Cosmoceras enodatum* zu stellen; diese Form charakterisiert zusammen mit *Cosmoceras Jason* und *Perisphinctes curvica* das tiefste Mittelcallovien. Die liegenden, noch marinen Sande dürften demnach wohl in die Macrocephalenzone gehören.

Memelgebiet

Hier erreichten Dogger und Oxford zusammen maximal 70 m Mächtigkeit, die sich in folgender Weise auf die Unterstufen verteilt:

50 m Schwärzlicher Glimmert	} Unteroxford und höheres Callovien
3—10 » Oolithische Kalksteine und Muschelsande	
8—10 » Fluviale Sande und Tone	} Mittelcallovien
Liegendes: Furmallener Mergel	

Die facielle Gliederung ist somit ganz die gleiche wie in Litauen, doch sind die Mächtigkeiten größer; vor allem haben die Tone stark zugenommen.

Popilany

Seit fast 100 Jahren sind die Juraaufschlüsse am Windau-Ufer bei Popilany (lit. Papilė) des öfteren untersucht worden. Jüngst gab WETZEL (11) einen stratigraphischen Überblick und eine Vergleichstabelle der von den verschiedenen Autoren beobachteten Profile. Ich möchte auf eine Kritik der mitunter stark voneinander abweichenden Angaben verzichten und gebe im folgenden den faciiellen und stratigraphischen Aufbau nach meinen Aufgrabungen¹⁾.

Das Profil 1 wurde südlich des Bahnhofs Popilany am rechten Windau-Ufer aufgenommen zwischen den Aufschlüssen I und IV in der Kartenskizze von WETZEL unweit des alten Pumpwerkes für die Wasserversorgung der Eisenbahn. Der Schurf wurde bis zum Windau-Wasserspiegel abgeteuft.

0—1 m	> 1 m	Schwärzlicher, sandiger Glimmerton
1—2,20 »	1,20 »	Gelblicher, knolliger, feinkörniger Kalksandstein, oolithisch, reich an Cephalopoden und Holzresten
2,20—2,55 »	0,35 »	Hellgrauer, splittiger, spröder Kalksandstein, fossilarm
2,55—3,50 »	0,95 »	Rostbraun verwitterter Kalksandstein mit zähen Knollen von hellgrauem, frischem Gestein
3,50—3,90 »	0,40 »	Hellbrauner, etwas verfestigter eisenhaltiger Sand
3,90—5,25 »	1,35 »	Hellgelblicher bis weißer feiner lockerer Sand, ungeschichtet, glimmerreich; die Fossilien nesterweise gehäuft, viel Rhynchonellen
5,25—6,15 »	0,90 »	Hellbrauner, kaum verfestigter Sand, ungeschichtet
6,15—6,80 »	0,65 »	Graugrüner bis schwarzer, schwach verfestigter toniger Sand, fast ungeschichtet
6,80—7,45 »	0,65 »	Bank von braunem, eisenreichen, stark sandigem Sphärosiderit, ungeschichtet, fossilarm
7,45—7,61 »	0,16 »	Hellbräunliches, sandiges Konglomerat mit Muscheln und Ammonitenbruchstücken
7,61—7,73 »	0,12 »	Heller Sand mit spärlichen Muschelresten und Streifen von fettem dunklen Ton
7,73—7,76 »	0,03 »	Sandiger Muschelgrus mit einzelnen Lignitstückchen
7,76—8,66 »	0,90 »	Feiner, heller Sand
8,66—8,68 »	0,02 »	Weißer Sand mit Pflanzenhäcksel, Lignitstückchen und Tonschmitzen
8,68—9,73 »	1,05 »	Schwach eisenschüssiger hellbrauner Sand
9,73—10,23 »	0,50 »	Feiner, heller, lockerer Sand mit einzelnen Lagen von schwarzem Ton.

Vier weitere, in der Nähe aufgeschürfte Teilprofile ergeben für die Schichtmächtigkeit etwas abweichende Maße, stimmen aber in faunistischer und petrographischer Hinsicht mit dem Hauptanschnitt überein.

Eine Fortsetzung nach oben gibt ein fünftes Profil, das in dem linken Nebentälchen der Windau gegenüber der Wassermühle (Punkt II in WETZEL's Skizze) aufgenommen wurde. Die Schichtfolge beginnt

¹⁾ Für die freundliche Unterstützung meiner Arbeiten in Litauen bin ich Herrn BRÖDERICH-Kaunas, Herrn Pfarrer JARULAITIS-Papilė, wie Herrn Minister MATULIONIS-Kaunas zu großem Dank verpflichtet.

mit der im obigen Profil 0,35 m mächtigen splittrigen Sandsteinbank, sie war jedoch im höheren Teil wegen der starken Rutschungen und der Bewachung mit Gestrüpp nur unvollständig zu beobachten.

> 10,60 m Schwärzlicher, sandiger Glimmerton mit einzelnen Lagen von großen brotlaibförmigen, z. T. angebohrten Kalkknollen und eisenoolithischen grauen Mergeln

0,50 » Mürber, brauner Sandstein mit eisenoolithischen festeren Knollen

0,25 » Fester, hellgrauer, klüftiger Kalksandstein

0,55 » Hellbrauner, wenig verfestigter Sand mit einzelnen härteren Knollen

0,45 » Klüftiger Kalksandstein, wie oben.

Die stratigraphische Gliederung des Callovien wurde nach genau horizontiert aufgesammelten Funden durchgeführt; im Oxford konnten der starken Verrutschung halber nur einige Lagen ausgebeutet werden. Die Verteilung der Ammonitenspecies gibt die Tabelle wieder, in die jedoch nur die häufiger auftretenden und daher zur Altersbestimmung der Geschiebe benutzten Arten aufgenommen wurden.

In Profil 1 reichen:

<i>Cosmoceras Jason</i>	von 7,43—5,48 m
» <i>Gulielmi</i>	» 7,18—6,48 »
» <i>Castor</i>	» 7,58—2,98 »
» <i>lithuanicum</i>	» 1,98—1,00 »
» <i>Pollux</i>	» 5,43—1,00 »
» <i>Duncani</i>	» 2,53—1,00 »

Eine Zusammenfassung aller Beobachtungen führt zu folgenden Schlüssen: Das Profil läßt eine facielle Dreiteilung deutlich erkennen. Zu unterst lockere Sande mit Tonen und Braunkohlenschmitzen, ohne Zweifel eine fluviatile Ablagerung wie die tertiären Braunkohlensande Norddeutschlands, denen sie auch sehr ähnlich sehen. Es sind feinkörnige, fast reine Quarzsande mit geringem Gehalt an Glimmer; der Feldspat fehlt fast völlig. Eine untere Grenze für das Alter ist nicht exakt angebbar, da Leitfossilien fehlen und das Liegende nicht erschlossen ist. Unterteuft werden sie wahrscheinlich vom Zechstein, wenn man die von GREWINGK (12, S. 212) bei Wormsaten gemachte Beobachtung auf unsere Gegend übertragen darf. Vielleicht beginnt die Ablagerung der Sande im Rhät-Lias; keineswegs aber gehören sie ausschließlich dem tiefsten Jura an, sondern reichen, wie ihre Verzahnung mit den darüber ingredierenden marinen Schichten beweist, bis ins höhere Callovien hinauf, gerade wie der sog. Rhät-Lias der Heilsberger Bohrung.

Die zweite Faciesgruppe sind die marinen Sande und Kalksandsteine. An ihrer Basis liegt ein Strandkonglomerat, das oberdevonischen Kugelsandstein, Kalke des Zechsteins oder Devons sowie Jurasandstein mit *Perisphinctes*-Bruchstücken als Gerölle enthält. Daraus ergibt sich, daß die Transgression aus südlicher oder südwestlicher Richtung vorrückte, während die Flüsse aus Norden oder Nordosten den Schutt des Festlandes, das aus Devon und vielleicht auch Zechstein bestand, ins Meer brachten. Damit ist die ungefähre Küstenlinie gegeben, die über die damalige Zechsteinverbreitung kaum hinausgegriffen haben kann. Eine zeitliche Parallele zu den Basisschichten des marinen Calloviens in Mittel- und Süddeutschland anzugeben,

ist nicht möglich, da die Verteilung der Ammoniten im deutschen Ornatenton nach den bisherigen Angaben scheinbar eine wesentlich andere ist. Vorläufig läßt sich sagen, daß die liegenden Schichten von Popilany mit *Perisphinctes mutatus*, *Cosmoceras Jason* und *Castor* ungefähr der Grenze *Jason*- und *Castor-Pollux*-Zone nach der üblichen Auffassung entsprechen mögen.

Die Ausbildung des Komplexes ist überwiegend sandig. Die Sandkörner sind, falls größer, gut gerundet, öfters durch Kalk- oder Eisenoolithumhüllung vergrößert. Quarz ist der Hauptgemengteil, während der Feldspatgehalt weit unter 10% der Quarzmenge liegt; etwas häufiger sind Glimmerblättchen. Auf die Strandfacies folgen Absätze in untiefem Wasser; aus eisenreichen Zuflüssen vom Festlande wird Eisencarbonat ausgeflockt, das zusammen mit dem ausgeschiedenen Kalkcarbonat die verschiedene Färbung und Festigkeit der einzelnen Sandlagen verursacht.

Mit außerordentlich scharfer Grenze setzt über den Sanden die dritte, ebenfalls marine Gruppe ein, die das oberste Callovien und Unteroxford umfaßt und aus dunklen, sandigen Glimmertonen besteht. Ihr Mineralbestand ist nur einförmig: in der Tongrundmasse liegen feinste Quarzsplitter und viel Muscovitschüppchen; Feldspat ist noch immer selten, wenn auch etwas häufiger als im liegenden Teil. Die eingelagerten Knollen haben ein Kalkeisencarbonatzement und schließen oftmals Eisenoolithe ein. Plötzlich hört also die Zufuhr von größerem Material auf, ein sandiger Schlick tritt an dessen Stelle, ohne daß die Wassertiefe vergrößert wäre. Das beweisen die Einlagerungen von Eisenoolithen, die Anbohrung der Gerölle und Konkretionen. Man mag an eine Flußverlegung denken, so daß sich an Stelle eines Deltaschüttungskegels in dem Gebiete plötzlich eine ruhige Bucht bildete. Doch sprechen die Geschiebe dafür, daß der Facieswechsel in dieser Zeit allgemeiner Natur war und durch Bewegungen des vorgelagerten Festlandes bedingt wurde. Die Tonsedimentation hält unverändert das Unteroxford hindurch an, jüngere Sedimente sind in Popilany nicht erschlossen, doch deuten nur als Geschiebe auftretende braune Sandsteine mit *Perisphinctes* cf. *Jeremejewi* auch auf eine Vertretung des Oberoxford hin.

II. Die Geschiebe

Wenn wir den festen Boden anstehender Vorkommnisse oder wenig verfrachteter Schollen verlassen und zur Behandlung der diluvialen Geschiebe übergehen, so bleiben naturgemäß die Lücken und Unsicherheiten, die schon oben erörtert wurden. Gleichwohl bieten die erratischen Blöcke das einzige Hilfsmittel zur Wiederherstellung der ehemaligen Verhältnisse. Will man also die Sicherheit der Rekonstruktion abschätzen, so ist zu bedenken, daß alle Angaben über Küstenlinien usw. nur Minimalwerte sein können. Denn die Geschiebe sind entweder nicht aufgefunden, die Schichten waren gar nicht transportfähig, oder die geringmächtigen Sedimente eines Meeres, das nur kurze Zeit gegen das alte Hebungszenrum Fennoskandien hinaufleckte

und bald wieder zurückebbte, wurden längst in vordiluvialer Zeit denudiert. Andererseits scheint trotz aller Unsicherheit eine gewisse Gewähr für eine richtige Darstellung geboten, wenn sich die aneinander gereihten Einzelbilder jeder Zone zu einem einstimmigen Gesamtverlauf zusammenschließen.

In der Anordnung des Materials folge ich der allgemein bekannten Zoneneinteilung, auch auf die Gefahr hin, daß diese vielleicht in Einzelheiten ergänzungsbedürftig ist. Aber bei der Altersbestimmung der Geschiebe muß man sich naturgemäß auf verhältnismäßig häufige Leitformen stützen. So bot sich diese Stufenfolge als die einzig verwendbare dar, um so mehr, als die durch geringe Ungenauigkeiten verursachten Fehler nicht ins Gewicht fallen dürften. Nur für das Mittelcallovien wurde eine andere Zonenfolge verwandt, die sich zum größten Teil auf das Profil von Popilany stützt. Die paläontologisch-stratigraphischen Einzelheiten gedenke ich an anderer Stelle zu geben.

Unterer Dogger

Die letzten marin ausgebildeten Schichten gehören der Lias-Doggergrenze an, es sind Eisenoolithe mit Ammoniten der *Affinis*-Gruppe (*Hudlestonia*). Von da bis fast in den Oberen Dogger hinein fehlen jegliche Spuren von Meeressedimenten im Baltikum. Geschiebe in terrestrer Facies mögen sehr wohl vorkommen, etwa in Gestalt von pflanzenführenden Sandsteinen. Doch läßt sich das bei dem Mangel an leitenden Fossilien weder paläontologisch noch petrographisch beweisen, da bei einer Wiederkehr ähnlicher Sedimentationsverhältnisse (Rät-Lias, Unterdogger, Unterkreide, Jungtertiär) völlig übereinstimmende Gesteine gebildet wurden.

Paläogeographie

Alle Umstände lassen den Schluß auf ein bedeutendes und langandauerndes Regressionsintervall gerechtfertigt erscheinen. Nach dem weiten Vorstoß des Meeres im Oberen Lias zur Zeit der Amaltheen und Harpoceraten der Elegansgruppe wich die Küstenlinie wieder langsam nach Westen. Die *Striatulus*-Schichten von Lebbin auf Wollin bestehen aus pflanzenführenden Sandsteinen mit einer Lage abgerollter Belemniten, Phosphoriten und Knochenstückchen; *Hudlestonia affinis*-Geschiebe sind bislang nur westlich der Oder gefunden. Die vom Zentrum des Fennoskandischen Schildes, dessen krystalliner Kern in breiter Fläche der Abtragung zugänglich war, herabfließenden Flüsse folgten dem weichenden Meere und überschütteten den aus Zechstein, Trias und Lias bestehenden Untergrund des Südbaltikums mit ihren Sedimenten: Sanden und Tonen, in die sich geringmächtige Torflager einschoben. Die maximale Festlandsausdehnung scheint ungefähr in die *Murchisonae*-Zeit zu fallen. Den Beweis hierfür dürfen wir im Polyplokensandstein der oberen Allertalgegend sehen, einem pflanzenführenden, kreuzgeschichteten Komplex, der als Deltaschüttung die Küstenlinie eines östlich gelegenen Festlandes markiert.

Coronaten-Schichten

Das älteste, bis jetzt bekannte marine Doggergeschiebe ist ein etwas sandiger Toneisenstein mit einem kleinen *Stephanoceras* (Subg. *Metaxytes* Ma.) von Berlin. Ob ein zweiter in sandigem Eisenoolith erhaltener, unbestimmbarer *Stephanoceras* von Rostock hierhergehört, muß fraglich bleiben.

Das Geschiebe beweist, daß das Meer des Mittleren Dogger zumindest bis in die Gegend von Berlin reichte. Doch ist die Annahme berechtigt, daß zur Coronatenzeit schon eine Verbindung von Nordwestdeutschland nach Südpolen bestand; denn dort transgrediert der Jura mit Schichten, die eine Ammonitenfauna führen, welche sehr nahe Berührungspunkte mit der mitteldeutschen aufweist.

Schichten mit *Garantiana Garantiana* D'ORB.

Fauna

<i>Garantiana Garantiana</i> D'ORB.	<i>Stephanoceras</i> sp.
<i>Strenoceras niortense</i> D'ORB.	<i>Belemnites giganteus</i> SCHLOTH.
<i>Perisphinctes Martinsi</i> D'ORB.	

Die Garantianen und Strenoceraten sind am häufigsten, Perisphincten liegen in einigen Exemplaren vor. Das bei Rostock gefundene Bruchstück eines *Stephanoceras* war unbestimmbar, es ist daher unsicher, ob die Form den Garantianen-Schichten oder dem etwas älteren Horizont der Coronaten entstammt.

Petrographischer Charakter

In der Mehrzahl handelt es sich um dichte, dunkelbraune Toneisensteine. In der feinkrystallinen Ton-Eisenspatgrundmasse sind spärlich eckige Körnchen eingesprengt, die hauptsächlich aus oft undulös auslöschendem Quarz bestehen, gegen den Orthoklas, Plagioklas, ein wenig Glimmer und Pyroxen sehr zurücktreten. Ein Geschiebe von Wollin besteht aus braunem, eisenreichen Sandstein mit großen Muskovitblättchen und viel Holzresten.

Verbreitung

Die Geschiebe dieser Zone sind sehr eng um die Odermündung beschränkt¹⁾, nur zwei Funde von Rostock und Hiddensee fallen etwas heraus.

Paläogeographie

In der Coronatenzeit setzt die Ingression des mitteldeutschen Meeres in die südbaltische Sammelmulde von neuem ein. Der Entwurf der Meeresverbreitung für die Garantianenzone muß sich auf folgende Tatsachen stützen: die Bohrungen bei Wietze unweit Celle haben den Unteren und Mittleren Dogger als anscheinend lückenlosen Komplex dunkler Tone und Mergel getroffen. In Hohensalza wurden unter den Schichten mit *Parkinsonia ferruginea* sandige Tone, die den

¹⁾ Sandige Sphärosiderite sind häufig bei Cammin, westlich der Stadt auf der Insel Gristow, bei Nemitz nahe Gülzow; sie sind ferner gefunden bei Pölitz bei Stettin, bei Lebbin auf Wollin. Ein brauner Sandstein stammt von Lebbin.

oberschlesischen Polyplokenschichten (= im wesentlichen *Parkinsoni*-Horizont) ähneln, weiterhin Sande sowie Tone wahrscheinlich nicht-mariner Entstehung durchteuft, die teilweise Garantianenalter haben könnten, vielleicht auch jünger sind. Im oberschlesisch-polnischen Jurabezirk, der Gegend von Kreuzburg-Ozenstochau transgredieren schon die Coronatenschichten, denen Sandsteine mit Garantianen auflagern. Die Geschiebefunde von Rostock und Hiddensee können vermöge der Fortbewegungsrichtung des Inlandeises bestenfalls aus Gegenden etwa halbwegs Bornholm und der deutschen Küste stammen, wenn ihr Ursprung nicht noch weiter nördlich lag.

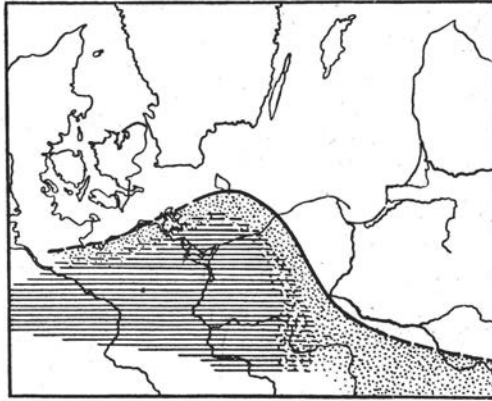


Abb. 1. Das Südbaltikum zur Garantianenzeit.

Auf allen paläogeographischen Kärtchen bedeuten: kleine Kreise: Gerölle; Punkte: Sand; horizontale Schraffen: Ton; vertikale Schraffen: Kalk. Mergel, sandige Tone usw. ergeben sich durch Kombination.

Fügen wir alles zusammen, so erhalten wir einen im ganzen west-östlich verlaufenden Meeresarm. Von der Elbmündung ausgehend bildet seine Nordküste südlich von Bornholm eine flache Bucht und folgt von Bromberg etwa dem Weichsellauflauf. Auf weiten Flächen des westlichen Meeres waltete die feinkörnige, von ruhigem Absatz zeugende Facies schwachsandiger Tone entschieden vor, während in den stark verengerten Ostteil vom polnischen wie vom sudetisch-böhmischen Festlande vorwiegend Sande eingeschwemmt wurden. Ein sandiger Saum begleitete auch die übrige Küstenlinie; im allgemeinen war er schmal, nur in der Bornholmer Bucht mag er sich weiter seewärts erstreckt haben. Bezeichnend ist der starke Eisengehalt aller Schichten, der in Form von Toneisenstein, Pyrit, Oolithen oder als Sandsteinbindemittel zur Abscheidung kam.

Schichten mit *Spiroceras bifurcati* QU.

Diese wenig jüngeren Geschiebe sind nur von zwei Punkten aus dem Umkreise des Stettiner Haffs bekannt geworden¹⁾. Es sind

¹⁾ Kucklow bei Cammin, Karziger Ufer auf Wollin.

sandige Limonitschalen voller *Spiroceras*-Abdrücke. Weitergehende Schlüsse lassen sich aus diesen spärlichen Resten nicht ziehen; sie sprechen nicht gegen eine Fortdauer der in der Garantianenzeit herrschenden Verhältnisse.

Schichten mit *Parkinsonia Parkinsoni* SOW.

Fauna

Parkinsonia Parkinsoni Sow.
Belemnites giganteus SCHLOTH.

Es treten sowohl die typischen *Parkinsoni*, wie auch die weitnabigen, flachen Formen mit geringer Windungszunahme auf, die QUENSTEDT unter *P. Parkinsoni planulata* zusammenfaßt. Die großen Belemniten haben meist den elliptischen Querschnitt des *Bel. giganteus ventricosus* QU.

Petrographischer Charakter

Bezeichnend für diese Zone sind grob- bis mittelkörnige Sandsteine mit einem Bindemittel von Kalk- und Eisencarbonat, die mit Verfeinerung des Kornes in feinsandige bis tonige Sphärosiderite übergehen. In den sandigen Gesteinen herrschen Quarzkörner vor, dann kommen Feldspäte — in Zersetzung begriffene Orthoklase, frischer Plagioklas —; ihr Anteil beträgt im Mittel $\frac{1}{20}$ der Quarzmenge, kann jedoch in den groben Sedimenten bis $\frac{1}{10}$ ansteigen. Eisenooolithe finden sich öfters; die sonstigen mineralischen Bestandteile, wie Muskovit, halbzersetzter Biotit und etwas Augit treten sehr zurück. Bei Soltin sind dunkle, geodenführende sandige Tone mit den Sandsteinen verknüpft; auf Gristow sind z. T. grobsandige marine Schich-

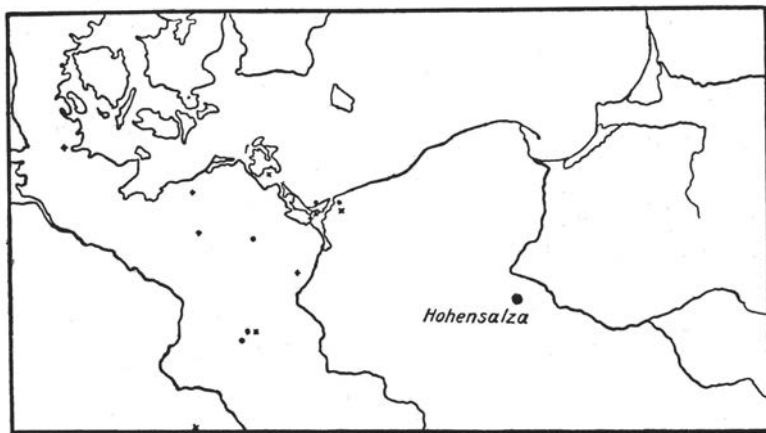


Abb. 2. Verbreitung der *Parkinsoni*-Geschiebe.

Abb. 2. Auf allen Verbreitungskärtchen der Geschiebe bedeuten: stehende Kreuze: mittel- und grobkörnige Sandsteine; liegende Kreuze: feinkörnige Sandsteine; kleine Punkte: Geoden und tonige Gesteine.

Die großen Punkte besagen, daß die betreffenden Schichten bei Hohensalza, Heilsberg oder Popilany marin ausgebildet sind.

ten von fossilarmen feinem Sandstein mit Pflanzenresten unterlagert. Die Zufuhr von Eisen ist wie in den Garantianenschichten noch immer bedeutend, doch ist der Sandgehalt im allgemeinen größer.

Verbreitung

Die Blöcke dieser Zone sind häufiger und über eine größere Fläche verstreut. Sie reichen im Westen bis Schleswig-Holstein, im Süden bis Berlin und Leipzig; ihr Maximum liegt aber wieder in der Haffgegend, wozu noch die Schollen auf Gristow und bei Lebbin kommen. Weitere Fixpunkte sind Wietze, wo die *Parkinsoni*-Schichten aus sandigen oolithischen Mergeln bestehen, Hohensalza, wo nach JENTZSCH 76 m dunkle Tone mit Bänken von Toneisenstein, Kalk und Sandstein angetroffen wurden, die wahrscheinlich mit den spärosideritischen Tonen des Czenstochau-Wieluner Bezirks zu parallelisieren sind.

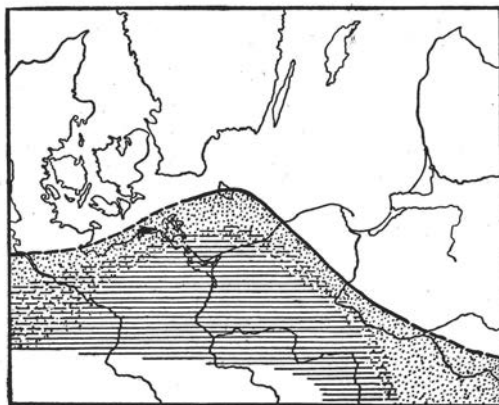


Abb. 3. Das Südbaltikum zur *Parkinsoni*-Zeit.

Paläogeographie

Die stärkere Zufuhr gröberklastischen Materials könnte man als Anzeichen einer Meeresreduktion werten, doch widerspricht dem die weite Verbreitung der Geschiebe entschieden, die eher mit einer schwachen Transgressionsbewegung im Südbaltikum in Einklang steht. Von der Elbmündung bis in die Gegend von Bornholm mag die Küste ungefähr die gleiche Lage gehabt haben, weiter östlich aber gewann das Meer an Raum und bedeckte das südliche Westpreußen und einen großen Teil von Südpolen. Im ganzen erlangte das *Parkinsoni*-Meer durch den vor allem im Osten vorschreitenden Senkungsvorgang eine gleichmäßige Breite, und die Bornholmer Bucht griff infolge der Schwenkung der Nordküste nicht mehr so tief ein.

Bei der Rekonstruktion der Sedimentationsbezirke ist zu beachten, daß die Geoden und Konkretionen, die mehr oder weniger sandige Tone als Ursprungsmedien voraussetzen, an die Ostgrenze des Geschiebestreu kegels gebunden sind, während sich die Blöcke der sandigen Facies gleichmäßig verteilen. Daraus geht hervor, daß nördlich

der Odermündung noch Tone anstehen müssen, vielleicht im Verband mit Sandsteinen, wie bei den Soltiner Schollen; erst näher der Küste herrschten gröbere Sedimente, die in breiter Zone die Ufer begleiteten.

Schichten mit *Parkinsonia ferruginea* V. SEEB.

Fauna

Parkinsonia ferruginea V. SEEB.

Petrographischer Charakter

Die Gesteine sind ähnlich denen der *Parkinsoni*-Zone: feinkörnige bis tonige, zuweilen oolithische Sandsteine mit Eisencarbonat-Bindemittel.

Verbreitung

Erratika dieser Zone sind sehr spärlich. Sie halten sich an die Ostgrenze der Verbreitung der *Parkinsoni*-Geschiebe¹⁾.

Paläogeographie

Erhebliche Veränderungen gegen die vorhergehende Zeit scheinen nicht eingetreten zu sein. Erwähnt sei das Auftreten der Leitform in sandigen Tonen der Bohrung Hohensalza.

Schichten mit *Oppelia aspidoides* OPP.

Fauna

Oppelia aspidoides OPP.
Belemnites Beyrichi OPP.

Verbreitung

Es ist bislang nur ein großer Block von Nemitz im Kreis Kammin bekannt geworden, sowie zwei Stücke von Köslin und Lebbin auf Wollin. Die Geschiebe bestehen aus einem recht fossilreichen, konglomeratischen Eisenoolith mit angebohrten Geröllen von eisenreichem, grauem Kalksandstein. Ganz ähnliche Schichten sind bei Wietze erbohrt, wo der Cornbrash aus sandigen Tonen und Mergeln, Kalksandsteinen und Konglomeraten zusammengesetzt ist. Auch im Osten treffen wir eine stärkere Beimengung gröberklastischen Materials: bei Hohensalza und im polnischen Jura besteht die *Aspidoides*-Zone aus sandigen Tonen und Sandsteinen, gelegentlich mit eingeschalteten Eisenoolithen.

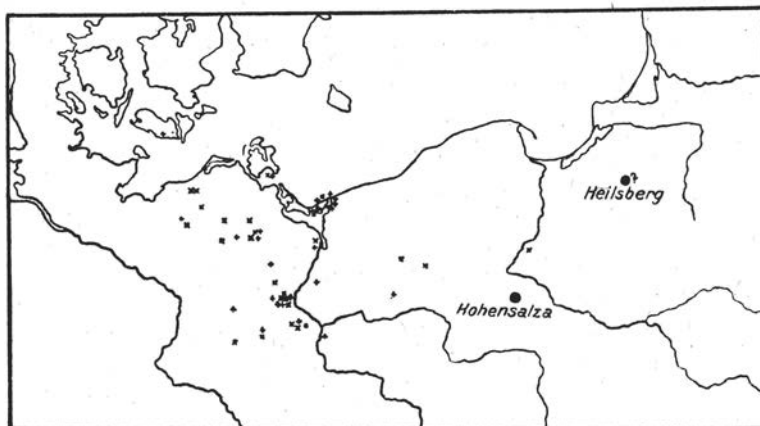
Paläogeographie

Der negative Facieswechsel, der sich schon in früherer Zeit ankündigte, verstärkt sich jetzt zu einem deutlichen Rückschritt der baltischen Küste, so daß ältere Sedimente im Bereich der Brandung neu aufgearbeitet werden konnten. Vor allem erscheint Nordwestdeutschland und das Südbaltikum von diesem Vorgange betroffen, während die westpreußisch-polnische Meeresstraße kaum einer Einengung unterlag.

¹⁾ Feinkörnige Sandsteine aus der Mark Brandenburg, Neukölln, Lebbin auf Wollin.

Schichten mit *Macrocephalites macrocephalus* SCHLOTH.**Fauna***Macrocephalites macrocephalus* SCHLOTH.*Cosmoceras enodatum* NIK.*Keplerites Gowerianus* Sow.*Proplanulites Koenigii* Sow.» *calloviensis* Sow.**Paläogeographie**

Als typisch für diese Zeit kann ein feiner, oft lockerer, hellgelber Sandstein gelten. Die Sandkörner sind klein, meist eckig und bestehen überwiegend aus Quarz; daneben ist wenig Plagioklas und stark zersetzter Orthoklas vorhanden, schließlich noch einige Glimmerschüppchen. Eisenoolithe kommen selten vor. Das Bindemittel ist Kalkspat, der gelegentlich flockenweise Eisencarbonat enthält. Mittelkörnige Kalkeisencarbonatsandsteine, die schon die Facies des Mittelcallovien haben, mit etwas reichem Gehalt an Feldspäten, treten an Zahl zurück; recht spärlich sind mergelig-feinsandige Geschiebe konkretionären Charakters, die ihre Lage einst im Ton gehabt haben.

Abb. 4. Verbreitung der *Macrocephalen*-Geschiebe.**Verbreitung**

Geschiebe dieses Zeitabschnittes sind viel häufiger als die der vorhergehenden Zonen und auch über eine beträchtlich weitere Fläche des Südbaltikums verstreut. Am dichtesten liegen die Fundorte im östlichen Mecklenburg und der Uckermark, was sicherlich teilweise durch die in diesen Gegenden sehr regen Aufsammlungen bedingt ist. Verstreute Funde reichen aber weiter nach Westen (bis an die Südküste von Laaland) und Osten, wo bereits die Weichsel überschritten wird (Kulm, Westpreußen).

Paläogeographie

Schon in der weiten Verbreitung der Geschiebe spricht sich die kräftige positive Moeresbewegung nach der vorangegangenen rückläufigen Periode aus. Über den Vorgang im einzelnen vermögen die

Sedimente einige Auskunft zu geben. Es muß hervorgehoben werden, daß die hier in ihrer Verbreitung skizzierten jurassischen Meere keineswegs die gesamte Geosynklinale erfüllten. Die Strandlinie war vielmehr nur eine Isohypse im großen südbaltischen Sammelbecken, die den marinen vom terrestren Anteil trennt. Auf dem Lande lagerten sich Sande, untergeordnet auch Kiese und Tone ab, und über diese weite Küstenebene griff nun das Macrocephalenmeer herüber, arbeitete die lockeren Aufschüttungen teilweise auf und setzte sie mit den Resten der marinen Lebewelt wieder ab. Die petrographische Ähnlichkeit mit den fluviatilen Sanden des Callovien, beispielsweise von Heilsberg oder Popilany, die stärkere Auslese, welche den Feldspat fast ganz zerstört hat, sprechen dafür.

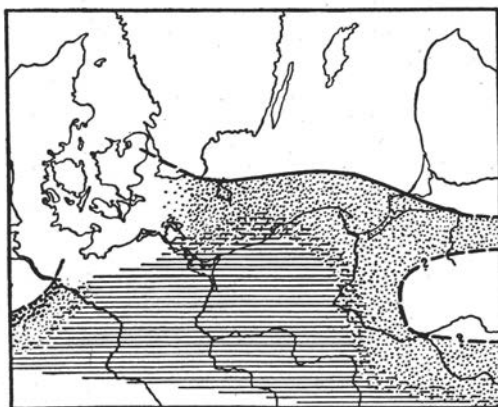


Abb. 5. Das Südbaltikum zur Macrocephalenzeit.

Wir wollen die Grenze dieses Vorstoßes näher zu umreißen versuchen. In Wietze dauern offenbar die Verhältnisse der Cornbrashzeit noch fort. KRAISS (13) gibt uns aus den Bohrungen sandigen Glimmerton mit Kalksandsteinbänken und Sandsteinkonglomerate an. Bei Hohensalza scheinen graue glimmerhaltige Tone und eisenreiche Kalke, in Heilsberg die liegendsten 30—40 m mächtigen marinen Sande in diese Zeit zu gehören; doch fehlen in beiden Fällen leitende Fossilien. Die feinsandig-tonigen Geschiebe, die in sandige Sphärosiderite übergehen, sind ausschließlich in der Uckermark gefunden, während die Sandsteinfacies gleichmäßig über das ganze Gebiet verstreut ist. Erstere müssen ihren Ursprung nördlich der hinterpommerschen Küste haben; dort war also ein Gebiet ruhigerer Sedimentation. Das kann damit zusammenhängen, daß die im Osten zwischen Memel und Pregel verlaufende Strandlinie etwas nach Norden eingebuchtet war.

Wichtiger als dieser geographische Einzelzug ist die Beantwortung der Frage, wie sich die Auflösung der dem Bathonien-See im Nordosten vorgelagerten Kontinentalmassen vollzog. War die Transgressionsfront ziemlich gradlinig, oder drangen einzelne Meeresarme in den Senken voraus, während die höheren Teile des ehemaligen

Festlandes sich noch einige Zeit als Restinseln erhielten, um wesentlich später dem konzentrischen Angriff zu erliegen? Letzteres wird bei der Betrachtung der Faciesverteilung wahrscheinlich; zum mindesten treten resistendere Kerne hervor, die als Denudationsgebiete auf die Korngröße und Verteilung der Sedimente bestimmenden Einfluß ausübten und auch erst allmählich überflutet wurden. Der bislang geschlossene Nordkontinent beginnt sich randlich aufzulösen: von dem Kerne trennen sich zwei Landmassen ab, die ihn im Osten und Westen flankieren, die cimbrische und die westrussische Insel. Die eingehende Umgrenzung Cimbriens mag hier unterbleiben, da es zum größten Teile schon außerhalb des hier untersuchten Gebietes liegt, uns interessiert nur seine Erstreckung gegen Osten. Der Portasandstein, die Sandsteine und Konglomerate bei Wietze-Celle beweisen die Nähe des Landes, recht problematisch bleiben aber die Verhältnisse im dänischen Gebiete. Wahrscheinlich bahnte sich schon damals die Entwicklung eines circumfennoskandischen Gürtelmeeres an, sei es auch vorerst nur in einem buchtförmigen Vorgreifen über die dänischen Inseln hinweg. Ein ganz entsprechender Vorgang vollzog sich im Osten. Das Meer überflutete Ostpreußen, vielleicht umfaßte ein Arm das noch landfeste Nordpolen, um im südlichen Polen wieder in die breite Straße einzumünden, die Mitteldeutschland und Zentralrußland damals verband. Die alte Konstruktion NEUMAYR's bestände also für diese Zeit doch zu Recht; wir können sie begründen mit den breiten Flächen sandigen Meeresbodens zwischen dem Samland, Hohensalza und dem Czenstochauer Bezirk, die mit einem schuttliefernden Lande im Osten in Einklang stehen, ohne es allerdings durchaus zu verlangen.

Schichten mit *Cosmoceras Jason* REIN.

Fauna

<i>Cosmoceras Jason</i> REIN.	<i>Perisphinctes curvicosta</i> OPP.
» <i>enodatum</i> NIK.	<i>Proplanulites Koenigii</i> Sow.
» <i>Gulielmi</i> Sow.	<i>Macrocephalites pila</i> NIK.
<i>Perisphinctes patina</i> NEUM.	

Die Zone ist faunistisch als ein Grenzhorizont des Unteren gegen das Mittlere Callovien zu charakterisieren. Einzelne gewöhnlich aus den Macrocephalenschichten genannte Arten reichen noch etwas höher und leben gleichzeitig mit *Cosmoceras Jason*, mit dessen erstem Auftreten wir die stratigraphische Grenze gegen das Unter-callovien ziehen.

Petrographischer Charakter

Die feinen, eisenarmen Sande werden durch etwas gröberkörnige ersetzt. Bereits manche Geschiebe der vorhergehenden Zeit, die wohl dem jüngeren Teil der Zone angehören, sind in dieser Facies entwickelt. Recht häufig ist ein hellgrauer, mittelkörniger Kalksandstein von oft beträchtlicher Zähigkeit und äußerlich quarzitischem Aussehen. Der Quarz wiegt naturgemäß vor, neben ihm beteiligen sich Quarzitrümer, oft ziemlich frische Feldspäte, wenig Glimmer und gelegentlich Augitsplitterchen. Eisen tritt in mancherlei Form wieder

reichlicher auf: als Eisenoolithkörner, fein verteilter Pyrit oder als kleinkristalliner Eisenspat, der bei der Sedimentation flockenförmig zur Abscheidung gelangte.

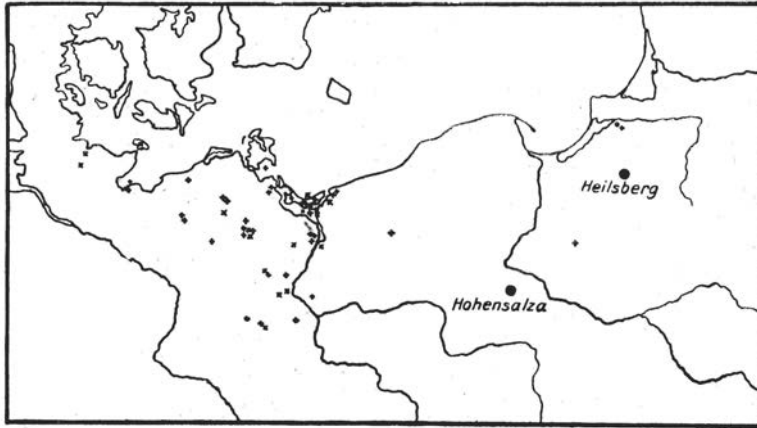


Abb. 6. Verbreitung der Geschiebe mit *Cosmoceras Jason*.

Verbreitung

Die Geschiebe sind noch auf Fehmarn gefunden, häufiger in Mecklenburg, Vorpommern und der Mark; nach dem Osten zu aber werden sie recht spärlich. Bei Wietze setzt über dem Macrocephalen-sandstein der mergelig-sandige, glimmerhaltige, dunkle Ornamenton ein, der in Nordwestdeutschland weit verbreitet ist. Die Bohrung Heilsberg traf den Horizont in 760 m Tiefe; es wurden Knollen von fein- und grobkörnigem z. T. oolithischem Kalksandstein zutage gefördert, die nach KRAUSE teilweise Gerölle darstellen, teilweise konkretionär in einem grauen, glimmerigen Ton entstanden sind. Auch bei Hohensalza und in Südpolen schreitet die Facies in gleichem Sinne von der sandigen zur feindetritischen Entwicklung fort, ja im Süden bahnt sich in Form sandiger Mergel schon der Übergang in die Kalke des Oberen Jura an.

Paläogeographie

Die Sedimente deuten die weitergreifende Transgression an. Im Osten und Westen wird der sandige Küstensaum zurückgedrängt, dafür dehnt sich das Beckennere, in dem sich sandige Glimmertone niederschlugen, weiter aus. In den Geschieben findet diese Bewegung keinen merklichen Ausdruck. Das liegt wohl daran, daß ihre Zahl gegen die der Macrocephalenzone etwas zurücktritt, außerdem aber scheinen manche der Leitformen, wie *Proplanulites Koenigii* und *Perisphinctes patina* kaum in das ostpreussisch-litauische Gebiet eingewandert zu sein; es sind also Faunendifferenzierungen, die den Nachweis der Zone unter dem Material der Diluvialblöcke erschweren. Zusammenfassend ist zu sagen, daß die eingeleiteten epirogenen Vorgänge weitergehen; das cimbrische Festland und die westrussische

Insel sinken langsam und verlieren durch die Reduktion ihren Einfluß auf die Sedimentverteilung. Auch gegen Fennoskandien drang Meer weiter vor, die Küste lief etwa nördlich der Memel und über Südschonen hinweg.

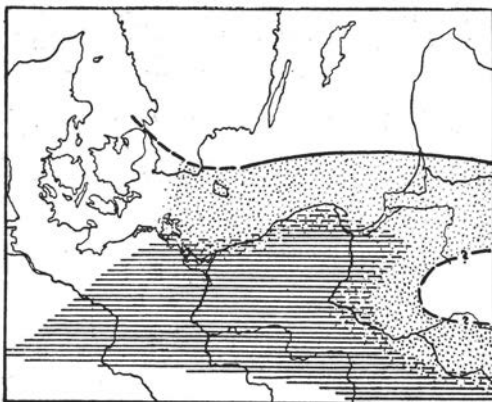


Abb. 7. Das Südbaltikum zur Jason-Zeit.

Schichten mit *Cosmoceras Castor* REIN.

Fauna

<i>Cosmoceras Castor</i> REIN.	<i>Perisphinctes mutatus</i> TRAUTSCH.
» <i>Jason</i> REIN.	» <i>curvicosta</i> NEUM.
» <i>Gulielmi</i> SOW.	<i>Belemnites calloviensis</i> OFF.
» <i>Pollux</i> REIN.	» <i>subabsolutus</i> NIK.

Die drei erstgenannten *Cosmoceraten* sind zusammen mit *Per. curvicosta* die häufigsten Leitformen, während *Per. mutatus* in den Geschieben weit spärlicher als in Litauen ist und *C. Pollux* erst in späterer Zeit häufiger wird.

Petrographischer Charakter

Hellgraue, zähe, schwach eisenoolithische Kalksandsteine mit einem oft erstaunlichen Reichtum an Lamellibranchiern und Brachiopoden bleiben auch fernerhin bezeichnend. Leitgesteine, vor allem für den älteren Teil der Zone, sind graugrüne, etwas glimmerige Sandsteine, die viel eingeschwemmtes Holz enthalten; das bekannte Gestein vom Brothener Ufer bei Travemünde gehört hierher. Der Gehalt an Feldspäten ist beträchtlich, in die Calcitkrystalle des Bindemittels sind vielfach idiomorphe Eisenspatrhomboederchen eingestreut.

Verbreitung

Bei Heilsberg und Hohensalza ist der Horizont durch dunkle, feinsandige und glimmerige Mergel vertreten. Gleichaltrig sind die ältesten marinen Schichten von Popilany, die basal mit dem liegenden Sandkomplex verzahnt sind und dort Gerölle von Devon, Zechstein und Jurasandstein führen. Die vielfach widerstandsfähigen Geschiebe dieser Zeit haben den diluvialen Transport leicht über-

standen; sie gehören daher zu den häufigsten des Jura überhaupt und sind über das ganze Südbaltikum in einem weitgespreizten Streukegel verbreitet. Bereits Südschonen (Romeleklint, Helsingborg) vermag Funde aufzuweisen, dann die dänischen Inseln (Jütland, Langeland, Laaland usw.) und ganz Norddeutschland bis nach Ostpreußen hinein. Am dichtesten ist wieder die Fläche zwischen Elbe und Oder

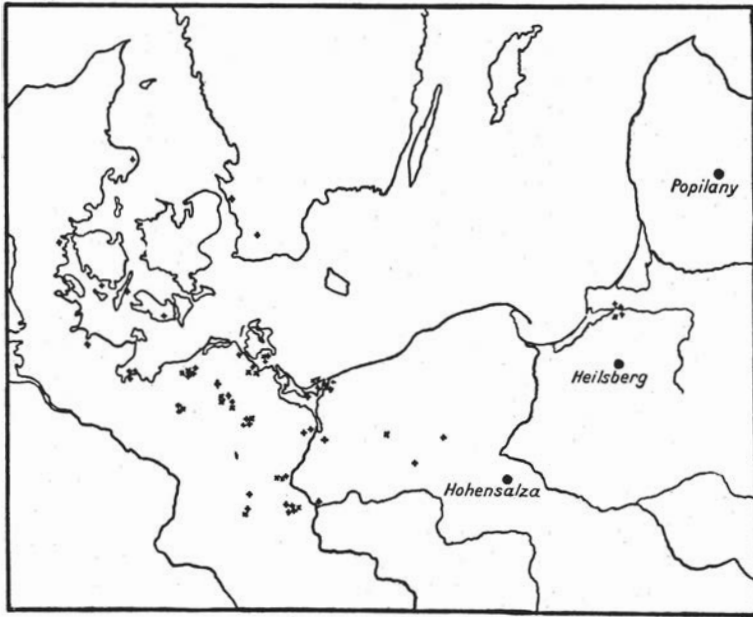


Abb. 8. Verbreitung der Geschiebe mit *Cosmoceras Castor*.

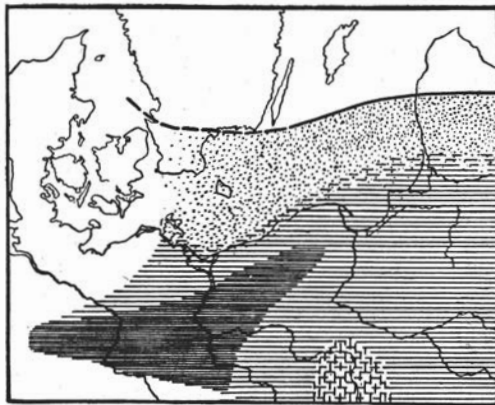


Abb. 9. Das Südbalticum zur *Castor*-Zeit.

Enge horizontale Schraffen: Tone in bathyalen Facies.
(Auf den übrigen Kärtchen nicht besonders ausgeschieden.)

bestreut, über die der jüngere Eisstrom die aus dem südlichen Ostseebecken ausgepflügten Sedimente ausbreitete.

Paläogeographie

Die Überflutung Litauens beweist, daß die Ereignisse noch immer in Fluß sind: weitere Teile des Südbaltikums verschwinden unter dem Meeresspiegel. Durch die fortschreitende Senkung sind Hochgebiete kleineren Ausmaßes untergetaucht, Cimbrien und westrussische Insel sind in unserm Bereich nicht mehr nachweisbar. Nur der Kern Skandinaviens ist noch Festland, das aber langsam weiter verkleinert wird. Unweit nördlich von Popilany und etwa über dem südlichen Schonen lag seine Küste, um dann wohl nach Nordwesten ins Kattegatt umzubiegen. Ein sehr breiter, sandiger Flachwassersaum umgürtete den Kontinent. In Ostpreußen-Litauen war er etwas schmaler, mächtig entwickelt aber im südwestlichen Baltikum, so daß die Facies-scheide Sand-Ton nahe der deutschen Ostseeküste verläuft. Das wird durch den überwiegend sandigen Charakter der Geschiebe nahegelegt, nur ganz selten sind konkretionäre Blöcke, die auf eine ehemalige Einbettung in Ton schließen lassen. Der so abgegrenzte tiefere Teil der Geosynklinale, in dem eine ruhige Sedimentation feinsten Sinkstoffe vor sich ging, ist in sich noch weiter differenziert. Wir können eine reich belebte Randzone, die im südbaltischen Areal Tone mit mergeligen und sphärosideritischen Konkretionen führt, im polnischen Gebiete durch helle Kalkmergel vertreten ist, von einem bathyal entwickelten Beckeninnern (Mitteldeutschland) unterscheiden, wo schwefelkieshaltige Tone eine meist nur kleinwüchsige Fauna einschließen.

Umgekehrt erlaubt uns die Faciesverteilung, die doch nur eine Abbildung der geographischen Verhältnisse darstellt, einige Rückschlüsse über die allgemeinen Züge jener Zeit. Das Hauptmaterial für die südbaltischen Sedimente stammt, wie der petrographische Befund lehrt, von dem Gneis- und Granitgebiet Hochfennoskandiens, dessen breite Schildwölbung energisch denudiert wurde. In Kurland unterlag das paläozoische Deckgebirge der Abtragung und lieferte den größten Anteil zum Aufbau der dortigen Juraschichten. Das Gefälle ging nach Süden; vor allem in der Ostseemulde werden daher beträchtliche Massen aufgehäuft, während Litauen schon am Rande des großen Schüttungskegels lag und daher nur geringere Mächtigkeiten aufweist.

Die Tiefenverteilung im Meere läßt noch in großen Zügen die Orographie des versunkenen Landes hindurchschimmern. Die jüngst überfluteten Teile liegen noch nahe unter dem Seespiegel, insbesondere bewahrt das längere Zeit gegen die Transgression resistente polnische Areal den Flachwassercharakter, und seine geringmächtige Glaukonitmergelsedimentation erweckt den Verdacht auf Lücken und zeitweise Aufarbeitung. Die zentrale Tiefenrinne von Mitteldeutschland über die Mark bis nach Hinterpommern hinein — sogar noch Heilsberg hat Anklänge an Tiefwasserfacies — umfaßt den Meeresarm, der schon zu Beginn des Bathonien unter Wasser lag.

Schichten mit *Cosmoceras lithuanicum* EICHW.**Fauna**

<i>Cosmoceras lithuanicum</i> EICHW.	<i>Cosmoceras Duncani</i> SOW.
» <i>Pollux</i> REIN.	» <i>aculeatum</i> SIEM.
» <i>Proniae</i> TEISS.	<i>Perisphinctes mosquensis</i> FISCH.

Die drei erstgenannten treten in den Geschieben häufig auf.

Petrographischer Charakter

Ganz deutlich ist ein Hinneigen zu feinsandig-oolithischer Entwicklung. Die mittelkörnigen Sedimente der nächstälteren Zone sind spärlich geworden, an ihre Stelle ist als Leitgestein ein hellgelblicher, feinsandig-toniger Kalksandstein mit in wechselnder Menge eingestreuten Eisenoolithen getreten. Durch ein kalkiges Zement sind kleine eckige Quarzkörnchen, untergeordnet auch Feldspäte und Glimmer verbacken. Die Zufuhr von Eisen, die in der Macrocephalenzeit auf ein Minimum gesunken war, nimmt allmählich wieder zu, dementsprechend finden sich auch feinsandige Eisencarbonatgesteine, während die Tonfacies schalige Toneisensteine führt.

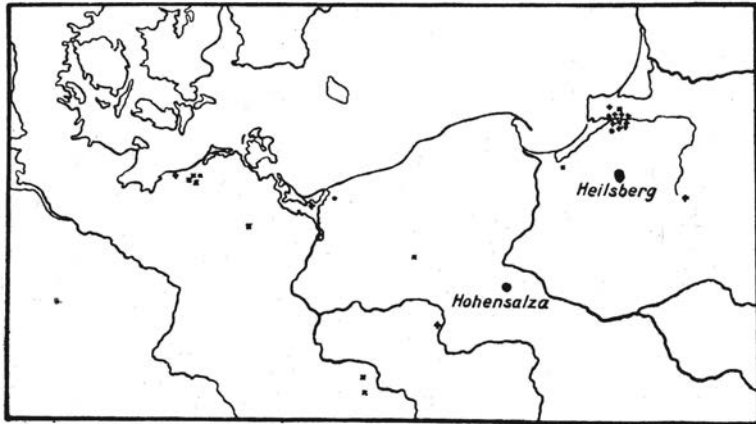
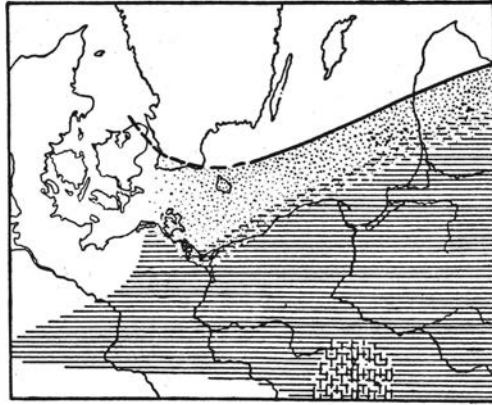


Abb. 10. Verbreitung der Geschiebe mit *Cosmoceras lithuanicum*.

Verbreitung

Die Geschiebefundpunkte sind ziemlich gleichmäßig verteilt, insbesondere fällt eine Häufung südwestlich der Stettiner Bucht, die wir bislang stets feststellen konnten, nicht mehr auf. Rostock gibt die Westgrenze an, über Vorpommern, West- und Ostpreußen liegen einzelne Funde verstreut; reicheres Material hat durch die großen Aufschlüsse beim Festungsbau Königsberg geliefert. Kalksandsteine finden sich im ganzen Gebiete, Toneisenstein hingegen nur östlich der Oder. Die Bohrung Heilsberg traf grauen sandig-glimmerigen Mergel, während in Popilany der untere Teil der Zone als feiner oolithischer Sandstein, der oberste als sandiger Glimmerton entwickelt ist. Die hellen Kalkmergel von Hohensalza gliedern diesen Punkt bereits dem südpolnischen Bezirk an.

Abb. 11. Das Südbaltikum der *Lithuanicum*-Zeit.

Paläogeographie

Aus der vorstehenden Materialsammlung heben sich bereits einige charakteristische Momente heraus: die zunehmende Feinkörnigkeit, die anderartige Verteilung und größere Seltenheit der Geschiebe. Ein grundsätzlicher Umschwung bahnt sich an, aber es wäre wohl verfehlt, alle Erscheinungen tektonisch zu deuten. Wir wollen versuchen, zuerst die faunistischen Einflüsse herauszuschälen. Daß sie vorhanden, beweist ein Vergleich der nordwestdeutschen und baltischen Fauna: *Perisphinctes mosquensis* und *Cosmoceras lithuanicum* fehlen in Nordwestdeutschland, *Cosmoceras aculeatum* ist mindestens recht selten. Es scheinen diese Formen auf das Ostbaltikum beschränkt zu sein, und damit mangeln uns wichtige Leitfossilien zur Horizontierung der westbaltischen Geschiebe, für die sich bei der Artenarmut des nordwestdeutschen Ornatentones kein Ersatz einstellt. Ziehen wir diese paläontologischen Gründe in Rechnung, so dürfen wir die übrigen Erscheinungen — selbstverständlich immer mit den in der Einleitung gemachten Vorbehalten — auf die geographischen Umgestaltungen zurückführen. Diese betrafen vor allem die skandinavische Landmasse. In der vorhergehenden Zone unterlag das hochliegende krystalline Gebiet kräftiger mechanischer Denudation, jetzt aber wird nur eine feinsandig-tonige Trübe dem Meere zur Aufbereitung zugeführt, die sich zu einem geringmächtigen Schichtkomplex aufhäuft; die Erosionsenergie war also geschwächt. Da nun die Transportkraft der Flüsse eine Funktion von Gefälle und Wassermenge ist, so bleibt die Wahl, die Gründe für das Erlahmen im Eintritt einer trockneren Klimaperiode oder aber in einem Ausgleich der Höhenunterschiede zu sehen. Höhere Temperaturen sind aus sedimentpetrographischen Gründen ausgeschlossen, denn der Gehalt an frischem, kaum von der Verwitterung angegriffenem Feldspat und von Augit mit gerade beginnender Zersetzung spricht für ein verhältnismäßig kühles und feuchtes Klima.

So bleibt nach Abstraktion aller exogenen Faktoren doch noch ein Tatsachenkomplex, den wir als Symptom der weiterwirkenden Epirogenese bewerten müssen. Gewiß ließ sich die Verfeinerung der Sedimente auf die Herausbildung einer fennoskandischen Fastebene zurückführen, aber das Profil von Popilany, wo sich unvermittelt über die rasch und uneben aufgeschütteten Sande ohne Übergang eine Decke dunklen Glimmertones legt, scheint mir zu beweisen, daß die Einbnungsarbeit nicht von den subaerischen Kräften allein geleistet wurde, sondern daß ein Nachlassen des epirogenen Druckes und damit ein Einsinken des skandinavischen Schildbuckels gelegentlich unterstützend hinzutrat. Dies spiegelt sich um so deutlicher in den Sedimenten wieder, als in dieser Zeit die Transgressionsbewegung, die sonst neues Gefälle schuf und der Meeresbrandung fortlaufend gelockerte Gesteinsmassen zur Zerkleinerung bot, zum Stillstand kam. Es liegt vielmehr schon nahe, an eine kleine Verengung des marinen Beckens zu denken. Zwar ist die Faciesgrenze, die den liegenden Sandkomplex von der Tonentwicklung des höheren Callovien trennt, und in der *Jason*-Zone bei Heilsberg lag, in der *Castor*- und *aculeatum*-Zeit bis nach Popilany schräg durch die Schichtgrenzen hindurchgewandert, aber die Küste hat sich nicht um die entsprechende Strecke nach Norden verschoben, weil die Breite der sandigen Uferzone weit geringer wurde. Ob und wie weit Südschweden und Dänemark meerüberdeckt waren, ist kaum genau zu sagen. Die Tatsache, daß westlich der Oder wohl Sandsteine gefunden sind, jedoch nichts darauf hindeutet, daß das diluviale Eis über Tone hinwegglitt, läßt vermuten, daß die Sandfacies und damit auch die Küste bis gegen Bornholm nach Süden rückte. Über die Sedimentverteilung wurde schon oben gesprochen. Die reiche Muschel- und Brachiopodenfauna, die die flachen Sandgründe belebte, stirbt aus; statt dessen wird der sich mehr und mehr ausbreitende Schlickboden von Pleuromyen, Pholadomyen und Pleurotomarien, gelegentlich auch Austern bewohnt. Die Gliederung des Beckeninnern in bathyale Tiefenrinne und das kalkmergelige polnische Gebiet hat sich seit der vorigen Zone nicht merklich verschoben.

Schichten mit *Quenstedticeras Lamberti* Sow.

F a u n a

<i>Quenstedticeras Lamberti</i> Sow.	<i>Pelloceras arduennense</i> D'ORB.
» <i>Mariae</i> D'ORB.	<i>Aspidoceras perarmatum</i> Sow.
<i>Cosmoceras ornatum</i> SCHLOTH.	<i>Hecticoceras chatillonense</i> DE LOR.
» <i>Duncani</i> Sow.	<i>Oppelia flexuosa</i> MÜNST.

Am häufigsten ist der stark variierende *Quenst. Lamberti*, zu dem sowohl die hochmündigen *Lamberti*- und *Leachi*- als auch die stark geblähten *Sutherlandiae*- und *vertumnum*-Formen gehören; nur *Quenst. Mariae* darf als gesonderter Typ daneben gelten. *Cosm. ornatum* kommt mit diesen oft zusammen vor. Die bei Stettin gefundene *Oppelia* erinnert am nächsten an *flexuosa* bei BUKOWSKI (14, Taf. 26, Fig. 8).

Petrographischer Charakter

Überwiegend sind mergelige Konkretionen, die voller Ammoniten stecken. Die Farbe ist in frischem Zustande schwarz, verwittert wird sie hellgrau und bräunlich. Die Knollen bestehen zum größten Teil aus Ton, der feinste Quarz- und Feldspatplitter sowie Glimmerschüppchen enthält; das Bindemittel ist ein feinkrystallines Gemenge von Kalkspat und Eisenspat, während reine Sphärosiderite selten sind. Unter den an Zahl zurücktretenden Sandsteinen herrscht ein braunes, mittel- bis feinkörniges Gestein vor, das seine Farbe dem Eisen-carbonatkitt verdankt und fast ausschließlich aus Quarzkörnchen aufgebaut ist. Selten sind hellgraue, plattige Muschelsandsteine, sowie Eisenoolithe.

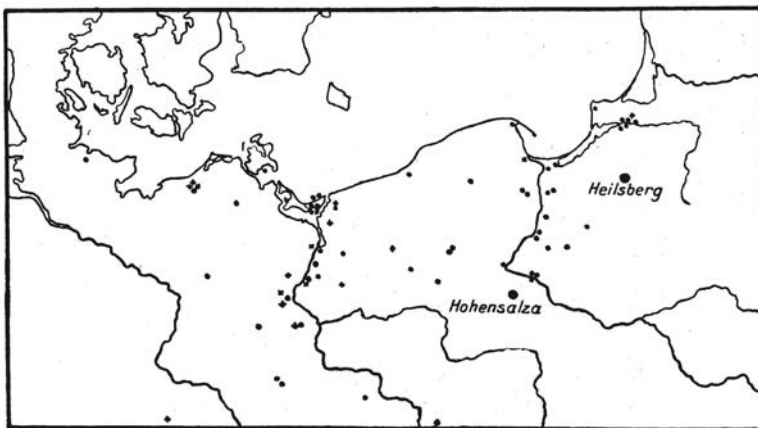


Abb. 12. Verbreitung der *Lamberti*-Geschiebe.

Verbreitung

Die Verteilung der Geschiebe bietet ein außerordentlich gleichmäßiges Bild. Von Kiel ab im Westen setzen sie erst spärlich, dann stärker ein und sind über das ganze Flachland bis nach Posen und Schlesien hinein verstreut. Geringe Maxima der Häufung liegen zu beiden Seiten der unteren Oder und bei Königsberg, von denen das letztere sicher zufälliger Entstehung ist. Die Sandsteine sind einerseits fast ausschließlich auf den Westen beschränkt, während die Mergelknollen dafür im Osten dominieren. Beide Facies vertreten sich also teilweise. Bei Hohensalza ist die Zone als Kalkmergel ausgebildet, während bei Czenstochau die Glaukonitmergel des obersten Callovien nach MICHALSKI (14, S. 86) nicht durchgehend vorhanden sind.

Paläogeographie

In der Lambertizeit prägten sich die Verhältnisse, deren Herausbildung wir im nächstälteren Zeitabschnitt verfolgen konnten, noch stärker aus. In einem Meeresbecken von beträchtlicher Ausdehnung schlugen sich vorübergehend feinkörnige Sedimente nieder. Die Küste

lag im Ostbaltikum ziemlich unverändert, vielleicht war sie um eine geringe Strecke nach Norden verschoben. Sandgrund war spärlich, meist reichte der dunkle Schlickboden bis fast ans Ufer. Wesentlich anderen Charakter trug das Südbaltikum. Der Reichtum an Sandsteingeschieben ist auf einen Schüttungskegel um Bornholm zurückzuführen; und da die Lambertiknollen statt dessen seltener sind, so kann nur ein verhältnismäßig schmales Tonband zwischen den Sandsaum und dem südlichen Ostseeufer ausstreichen. Unter diesen Bedingungen wird eine Regression recht plausibel gemacht. Schon hob sich, drängte die Küste bis etwa auf die Breite von Bornholm zurück und lieferte zugleich die Sande, die von eisenreichen Gewässern ins Meer transportiert wurden. Im Becken selber fand keine merkliche Änderung statt. Pyritische und Mergelkonkretionsfacies bestehen noch immer nebeneinander, wenngleich in Nordwestdeutschland der Charakter nicht mehr so ausgesprochen bathyal ist.

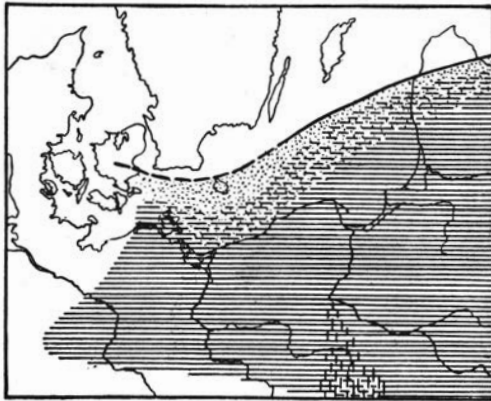


Abb. 13. Das Südbaltikum zur *Lamberti*-Zeit.

Die oben wiedergegebene Beobachtung von MICHALSKI, daß die Lambertischichten in Südpolen nur stellenweise vorhanden sind, gibt Gelegenheit, kurz die Erscheinungen an der Dogger-Malmgrenze zu streifen. In dem »Lambertiknollenhorizont« gibt sich eine regional verbreitete Aufarbeitung kund, die wir auf eine sehr kurz dauernde Erosionsperiode zurückführen müssen, denn schon das Untere Oxford transgrediert über der Schichtlücke mit scharfem faciellen und faunistischen Schnitt. Ich will an dieser Stelle nur darauf hinweisen, daß anscheinend nur die südlichen Gebiete, wie Süd- und Nordwestdeutschland, sowie Polen davon betroffen wurden, während in Popilany wie überhaupt im Baltikum weder Sedimentationsunterbrechung noch -wechsel nachweisbar ist.

Schichten mit *Cardioceras tenuicostatum* NIK.

Fauna

Cardioceras tenuicostatum NIK.

> *vertebrale* Sow.

Perisphinctes cf. *bernensis* DE LOR.

Petrographischer Charakter

Die dicht voll Ammoniten sitzenden hellgrauen Mergelkonkretionen ähneln denen der Lambertischichten sehr. Daneben kommen — auf den Osten beschränkt — poröse Spongiensandsteine vor, in denen eine tonige Grundmasse Quarzsplitter und ein wenig Glimmer mit vielen Schwammnadeln und Foraminiferen verkittet.

Verbreitung

Die Geschiebe sind recht selten und auf Ost- und Westpreußen sowie Posen beschränkt¹⁾. In Popilany hält, wie schon erwähnt, die Tonentwicklung weiter an, bemerkenswerterweise ist aber die Ausbildung bei Heilsberg feinsandig. Von Hohensalza und Czenstochau ist die leitende Art nicht bekannt geworden, wahrscheinlich ist die Zone kalkig-mergelig ausgebildet.

Paläogeographie

Das geringe vorliegende Material erlaubt keine weittragenden Schlüsse, macht es aber immerhin wahrscheinlich, daß das Meer weiter an Fläche verliert. Das Ostbaltikum wird, wie bisher, weniger von dieser Bewegung betroffen, stärker schon Schonen, während das geographische Bild Nordwestdeutschlands tiefgreifend umgestaltet war. Das cimbrische Festland, das damals wohl schon wieder als Halbinsel an den skandinavischen Kontinent angegliedert war, sandte wie zur Macrocephalenzzeit seine Sandschüttung weit ins Meer.

Schichten mit *Cardioceras cordatum* Sow.

Fauna

Cardioceras cordatum Sow.

» » » var. *baltica* KEG.

» *excavatum* Sow.

Peltoceras arduennense D'ORB.

Perisphinctes Wartae BUK. mut. *antecedens* SALF.

Pelt. arduennense erreicht in dieser Zone seine größte Häufigkeit. KEGEL (15) führt die nahestehenden Arten *Pelt. Boehmi* KEG., *torosum* OPP. und *Eugenii* RASP., SCHMIDT (2, S. 22) noch *Pelt. cf. inter-scissum* UHL. auf.

Petrographischer Charakter

Vorherrschend sind in diesem Horizont eisencarbonatische Sandsteine, wie sie schon in der Lambertizone auftraten. Sie sind von mittlerem Korn und erhalten durch die Verwitterung eine dunkelbraune Farbe; ihr Mineralbestand weicht nicht wesentlich von der üblichen Zusammensetzung der baltischen Sandsteine ab. Bei Nemitz (östlich des Stettiner Haffs) fand sich im Diluvium verschleppt eine Scholle von sandigem Glimmerton mit *Cardioceras cordatum* und *Perisphinctes* sp.

¹⁾ Feiner Spongiensandstein von Danzig; braune, mittelkörnige Sandsteine aus Ostpreußen, von Zalesia bei Marienwerder, Lanth bei Königsberg; Mergelkonkretionen aus Ostpreußen und von Posen.

Verbreitung

Die wenigen Einzelfunde sind auf den Westen beschränkt und gehen selten über die Oder hinaus¹⁾. Nachgewiesen ist die Zone in Popilany als dunkler Ton mit feinsandigen Einlagerungen, in Südpolen als Kalkmergel, während sie in Hohensalza wohl durch Kalke mit Mergelschichten, in Heilsberg durch feinkörnigen Sandstein vertreten ist.

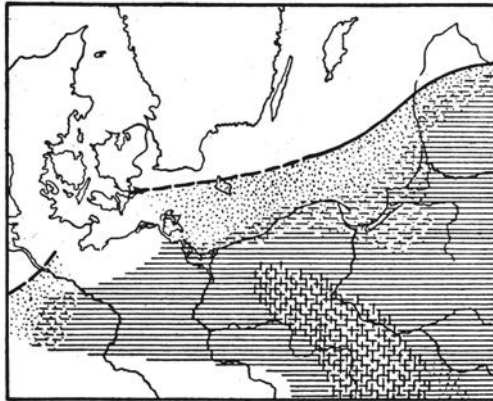


Abb. 14. Das Südbaltikum zur *Cordatus*-Zeit.

Paläogeographie

Die in der Lambertzeit vollendete Einebnungsfläche Fennoskandias wurde durch eine Veränderung der orographischen Verhältnisse instabil, und ein neuer Denudationszyklus setzte kräftig ein. Aus diesem Grunde schrumpft die Fläche toniger Sedimentation zusammen, und statt dessen verbreitert sich der sandige Flachwassersaum, was durch den überwiegend gröberklastischen Charakter der Geschiebe bezeugt wird. Die Hebungstendenz gibt sich nicht nur in der starken Schuttführung der Flüsse zu erkennen, sie wirkt sich auch in einer weiteren Vergrößerung des Kontinents aus. Die Küste verläuft etwa durch die Mitte der südlichen Ostsee. In Litauen ist wenig geändert, es liegt seit längerem ein wenig abseits und wird von den Umgestaltungen und petrographischen Schwankungen kaum berührt, aber bald westlich Popilany springt die sandige Facies weit nach Süden vor. Die Odermündung liegt etwa auf der Grenze des Sand- und Tongebietes; in Nordwestdeutschland treffen wir dann auf den mächtigen und vielfach sandigen Komplex der Heersumer Schichten, ein Zeichen, daß sich die Bewegungen Cimbriens und Fennoskandiens wesentlich synchron und gleichartig vollzogen.

¹⁾ Braune, mittelkörnige Sandsteine von Kargow (Mecklenburg), Klemmen bei Cammin; feine, helle Sandsteine von Kassebohm bei Rostock und Kiel; mergeliger Kalk von Danzig.

Schichten mit *Cardioceras alternans* v. B.

Fauna

Cardioceras alternans v. B.
Perisphinctes Jeremejewi NIK.

Die *Perisphinctes* schließen sich mit den an der Flanke sanft, extern stärker vorgeschwungenen Rippen und dem hochmündigen Querschnitt am nächsten an die NIKITIN'sche Art an. KLIEN (16) und JENTZSCH (17, S. 385) nennen an weiteren Spezies *Perisphinctes virgulatus*, *Per. biplex*, *Per. aff. crenatus*.

Petrographischer Charakter

Nicht selten sind braune eisenreiche, mittel- bis feinkörnige Sandsteine, daneben kommen helle, feinsandige Spongiennadelgesteine vor.

Verbreitung

Die wenigen Geschiebe sind mit einer Ausnahme (Klemmen östlich des Stettiner Haffs) in Ostpreußen gefunden. *Per. Jeremejewi* ist als Geröll von WETZEL bei Popilany gesammelt, wo er in einem feinkörnigen Eisensandstein erhalten ist. Bei Heilsberg herrschen Sande, die weiter im Süden (Hohensalza und Polen) durch Kalke vertreten werden, vor.

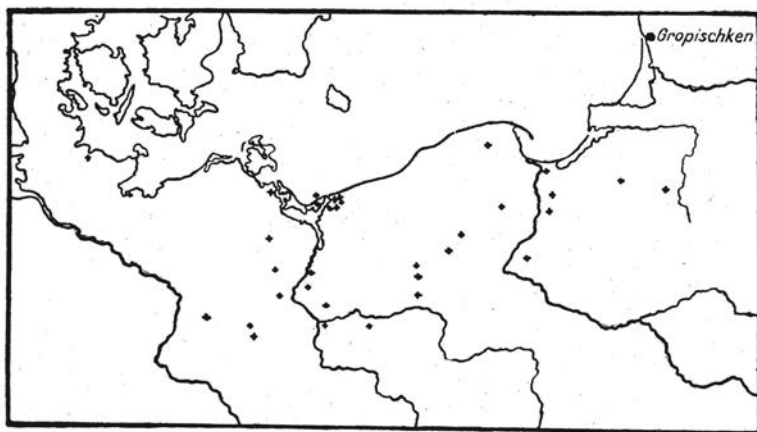


Abb. 15. Verbreitung der Oberoxford-Geschiebe.

Ein wesentlich vollständigeres Bild erhalten wir dadurch, daß die in Norddeutschland recht verbreiteten Geschiebe mit *Thamnastraea concinna* GF. mit großer Wahrscheinlichkeit in den Beginn der Alternanszeit zu setzen sind. Hierfür sollen im folgenden die Beweise geliefert werden. Die Korallen sind, — allermeist als lose Geschiebe — über ganz Norddeutschland verbreitet und finden sich in Ostpreußen wie auch in Schleswig-Holstein. Sie sind fast stets von Bohrmuscheln

¹⁾ Feine Sandsteine aus Ostpreußen; Kalke vom Nassen Garten und Lanth bei Königsberg, von Warnicken (Samland), aus Ostpreußen.

angebohrt, und zwar schon zu jurassischer Zeit, wie aus den losen Schalen von *Gastrochaena Deshaysea* und *Moreana* BOV. hervorgeht, die zuweilen noch in den Löchern stecken (8, S. 48). Von besonderem Interesse sind nun drei Geschiebe, die abgerollte und angebohrte *Thamnastraea*-Bruchstücke führen. Das erste stammt von Boltenhagen bei Lübeck, es ist ein hellgrauer Kalk, der bis erbsengroße abgerollte Quarze, Phosphorite und Glaukonitkörner enthält. Das zweite Stück von Klemmen ist bereits durch KEGEL bekannt geworden. Zahlreiche Gerölle eines gelblichen Kalksandsteines sind durch einen feinen, braunen, durch Schaltrümmerchen weißgesprenkelten Sand verkittet. Die bestimmbar Arten (meist nach KEGEL)

Avicula cf. *Muensteri* BR.
Pecten subfibrosus D'ORB.
 » *vitreus* F. A. ROEM.

Modiola cf. *hannoverana* STRUCKM.
Chemnitzia heddingtonensis Sow.

legen nur das Oxfordalter im allgemeinen fest¹⁾ Bei dem dritten Stück von Flatow bei Danzig sitzt die Koralle in einem hellgelblichen feinkörnigen Sandstein mit dem Bruchstück eines *Cerithium* sp.

Nach allem ist nicht nachweisbar, daß *Thamnastraea concinna* an typische Fossilien oder Gesteine des Unteroxfords gebunden ist; insbesondere kennen wir reine Kalke nach Art des Geschiebes von Boltenhagen nur aus dem höheren Malm. Zusammen mit dieser Facies dürften zum ersten Male koloniebildende Korallen in das Südbaltikum eingewandert sein, während ihnen die Sand- und Tonsedimente des Unteroxford keine Lebensmöglichkeiten boten. Das beweist die Bohrung Gropischken bei Memel, die Oberoxfordkalke mit *Thamnastraea microcomus* angetroffen hat.

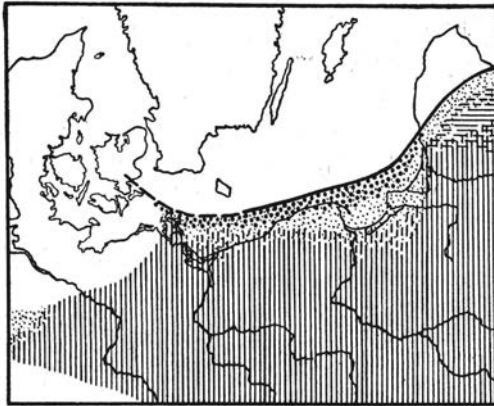


Abb. 16. Das Südbaltikum zur *Albian*-Zeit.

Paläogeographie

Die recht mannigfaltige petrographische Entwicklung kündigt uns

¹⁾ Es ist hervorzuheben, daß die von KEGEL (15) beschriebenen Unteroxford-Ammoniten nicht zusammen mit der Koralle vorkommen, vielmehr handelt es sich um getrennte und auch petrographisch recht verschiedene Blöcke.

an, daß sich Wandlungen größeren Ausmaßes vollzogen. Um die Wende Unter-Oberoxford, vielleicht schon im jüngeren Unteroxford spielten sich auf dem vorgelagerten Festlande Ereignisse ab, infolge deren terrigener Detritus in viel geringerer Menge als zuvor ins Wasser geführt wurde. In der Nähe einzelner Flußmündungen mögen sich noch eisenreiche Sandsteine abgesetzt haben, in der Hauptsache aber sind es kalkige Sedimente, die mit der sie begleitenden Fauna zum ersten Male weit nach Norden vorstoßen. Ein Saum von Korallenrasen begleitete die Küste von Memel bis über Bornholm hinaus, erreichte aber keine lange Lebensdauer, denn eine Hebung rückte die Riffbildungen in den Bereich der Brandung, welche aus den Korallentrümmern, aus aufgearbeiteten älteren Sandsteinen und aus Sanden, die das Festland von neuem lieferte, konglomeratische Gesteine aufbaute. Es liegt nahe, diese Regression mit dem Klemmener Muschelsand in Verbindung zu bringen, dergestalt, daß diese verhältnismäßig groben Sande im Maximum der negativen Strandverschiebung aufgeschüttet wurden. Für diesen Zusammenhang sprechen auch die zeitlichen Verhältnisse, denn über den Muschelsand folgen Kalke und Mergel mit *Cardioceras alternans*. Der stärkste Rückschritt fällt also in das Ende des Unteren oder in den Beginn des Oberen Oxford; damals rückte das Festland bis an die Oder- und Danziger Bucht, denn auch in Heilsberg wurden mittelkörnige Sande abgelagert. Die Strandlinie verlief sodann westlich von Memel nach Litauen hinein, wo sie in Popilany durch Geschiebe von eisenschüssigem Sandstein angedeutet ist. Später rückte das Meer wieder nach Norden vor, die Korngröße der Sedimente nahm ab und die kalkige Facies gewann die Räume wieder, aus denen sie durch eine relativ kurzdauernde Schwankung verdrängt war.

III. Schlußbetrachtungen

Faunencharakter

Das Baltikum ist im Mittleren und Oberen Jura ein Grenzgebiet; es leitet von dem nordwestdeutschen Sedimentationsbecken, das seinerseits mit England und Frankreich in Verbindung steht, zum zentralrussischen Meere über und bildet eine oftmals nur schmale Straße für den Austausch und die Wanderung der Formen. Daher ist es von Interesse, Vergleiche mit den Nachbargebieten anzustellen.

Vom baltischen Dogger läßt sich eigentlich erst seit der Garantianzeit sprechen. Zwar bestand schon für die Coronaten in Form eines schmalen Kanals Verbindung zwischen Nordwestdeutschland und Polen, aber die beträchtliche Erweiterung gegen Norden vollzog sich doch erst etwas später. Die Fauna der Garantianengeschiebe bietet kaum Besonderheiten gegen die Nachbargebiete, bemerkenswert ist höchstens die größere Häufigkeit von *Perisphinctes Martinsi*, der in Nordwestdeutschland und Polen sehr selten ist. Auch das Bathonien entbehrt durchaus der Eigenart, die Fauna ist arten- und individuenarm. So fehlt den Geschieben die Gruppe der späteren Parkinsonien fast gänzlich; augenscheinlich waren die muschelreichen Sandgründe einer Entfaltung nicht günstig.

Mit dem Meeresvorstoß der Macrocephalenzeit begann naturgemäß eine Wanderung aus den Stammbecken Mittel- und Westeuropas nach Osten, wo der sich erweiternde baltisch-russische Lebensraum die Faunen aufnahm. Daher hat die Fauna des Baltikums einen interregionalen, teilweise kosmopolitischen Charakter mit westlichem Einschlag. Die Macrocephalen sind weltweit verbreitet; die Keppleriten, vor allem die *calloviensis*-Gruppe breitete sich aus und besiedelte den Osten; die Proplanuliten hingegen kamen wesentlich nur bis ins westliche Baltikum, in einzelnen Exemplaren jedoch auch weiter nach Rußland hinein.

Doch schon zu Beginn des Mittleren Callovien setzt die Rückwanderung ein. Einzelne Formen verlassen Innerrußland und erobern sich anderswo mehr oder weniger ausgedehnte Bezirke. So verbreiten sich *Cosmoceras Gulielmi* und *Pollux* wie *Erymnoceras coronatum*, die im Baltikum recht häufig sind, über den ganzen Westen; *Perisphinctes mutatus* kommt über das norddeutsche Meer kaum hinaus, die Cadoceraten vollends erreichen bereits in Litauen ihre westliche Verbreitungsgrenze. Aber der Osten gibt nicht nur ab, er erhält auch Zuwachs an endemischen Arten: *Perisphinctes mosquensis*, ein Nachkomme des über ganz Mitteleuropa verbreiteten *Perisphinctes curvicosta*, ist auf Rußland und das Ostbaltikum beschränkt, und fast die gleiche eigenartige Einschnürung des Lebensgebietes tritt bei *Cosmoceras aculeatum* ein, der sich im Gegensatz zu seinen Vorfahren *Castor* auf nördliche Meeresregionen (Rußland, Baltikum, England) zurückzieht. Im höheren Callovien taucht die *lithuanicum-ornatum*-Gruppe in Popilany auf, geht aber noch nicht weiter nach Westen. Erst zur Lambertizeit verbreiten sich Quenstedticeraten und *Cosmoceras ornatum* über ganz Mitteleuropa aus; *Peltoceras*- und *Aspidoceras*-Arten unbekannter Herkunft schließen sich ihnen an, so daß zwischen Osten und Westen kaum ein Unterschied besteht. Im Unteroxford wandern *Cardioceras tenuicostatum* und *Cardioceras cordatum* nacheinander aus, doch bleibt Litauen durch eine Reihe eigener Cardioceraten typen charakterisiert, die sich z. T. an *tenuicostatum* anschließen, z. T. einen Übergang von *cordatum* zu *alternans* zu vermitteln scheinen. Hierin besteht vielleicht eine Beziehung zu Norddeutschland, während die Perisphinctenfauna wegen ihrer weiten Verbreitung wenig bezeichnend ist. Gerade das umgekehrte Verhältnis treffen wir im Oberoxford an, wo der *Cardioceras* die interregionale Art ist, *Perisphinctes Jeremejewi* jedoch das Ostbaltikum in ein nahes Verhältnis zu Rußland rückt.

Um in das Kommen und Gehen der Gruppen eine freilich etwas schematische Übersicht zu bringen, empfiehlt es sich, die Beziehungen von Faunenprovinzen zu untersuchen. Für unsern Zweck genügt die Aufstellung dreier: der mitteleuropäischen, charakterisiert durch *Garantiana*, *Parkinsonia*, *Proplanulites*, *Reineckia*, *Oppelia*, der borealen mit der *Mosquensis*-Gruppe und den Cadoceraten, der mediterranen mit *Phylloceras*, *Lytoceras*. Im Bathonien beginnt die Besiedlung Rußlands von Mitteleuropa aus, eine boreale Fauna existiert daher

noch nicht. Aber sogleich nach der Einwanderung beginnen sich die Arten zu wandeln, und bereits zur Macrocephalenzeit verfügt das boreale Reich über charakteristische Cephalopoden und entsendet diese seinerseits nach Mitteleuropa. Es folgt im Mittelvalloven eine Periode des Austausches, während der sich der Wechselverkehr längs der Südküste Fennoskandias vollzog.

Eine provinzielle Abgrenzung für diese Zeit gibt folgendes Bild: Süddeutschland, Westeuropa und Nordwestdeutschland gehören zum mitteleuropäischen Bezirk; der baltisch-litauische Jura bildet eine boreal-mitteleuropäische Grenzregion, aber bald östlich von Popilany beginnt das russische Reich. Südpolen und der Jura der mährischen Senke ist stark mediterran beeinflusst. England hat manche Beziehungen zum Baltikum, ein Argument, das man für eine Meeresverbindung nördlich um Fennoskandien herum ins Feld führen könnte. Zur *Lamberti*-Zeit erfolgt dann die große Invasion der borealen Fauna nach Mitteleuropa hinein, im Unteroxford kommen die Cardioceraten, und erst zu Beginn des Oberen Oxford wird die faunistische Trennungslinie wieder schärfer.

Meeresbewegungen

Fügen wir die oben gewonnenen paläogeographischen Einzelbilder zu einer kontinuierlichen Reihe zusammen, so ergibt sich folgender Ablauf der Ereignisse: Gegen Ende des Bajocien trat das Meer über die alte Grenze, so über den »Magdeburger Uferrand« hinaus und eröffnete sich eine schmale Straße über Südpolen nach Rußland hinein. Während des Bathonien lag die Südküste im wesentlichen fest und die Erweiterung des Beckens vollzog sich durch das Untersinken des Nordkontinents. Dabei können wir verfolgen, wie sich das Senkungszenrum schrittweise von Westen nach Osten verschiebt. In der Garantianenzeit lag es nahe der unteren Oder, im Unteren und Mittleren Bathonien über der Netzegegend und im Unteren Callovien ist es — nach dem kurzdauernden und wenig ausgedehnten regressiven Intervall des Cornbrash — bis nach Ostpreußen gewandert. Insgesamt können wir die epirogenen Vorgänge dieser Periode als die Resultierende zweier Bewegungen auffassen. Gegenüber dem sinkenden Vorlande Fennoskandiens steigt das cimbrische Festland auf, und durch das Interferieren positiver und negativer Tendenzen kamen Differentialundationen zustande, die die baltische Platte wechsell auf- und abbewegten. Im Mittleren Callovien wird die Richtung beider Massive gleichsinnig, die Absenkungsbeträge summieren sich daher und bedingen die weite Überflutung zur Castorzeit. Die Rekonstruktion der Tiefenzonen auf Grund der Facies führt uns oben zu dem Schlusse, daß die seit dem Bathonien inundierte Becken im Callovien durch bathyalen Charakter ausgezeichnet sind. Sprechen wir dies in der Form aus: Je älter der Senkungsvorgang, desto tiefer die Absenkung, dann erhellt, daß die Submersion ein Phänomen war, von welchem die baltisch-westrussische Scholle flächenhaft ergriffen wurde. Die kleinen Verbiegungen, welche die Spezialbewegung Cimbriens hineingebracht hatte, sind ausgeglättet, und es treten uns in

den Tiefenverhältnissen des Meeres die schon aus dem Bathonien bekannten Züge entgegen.

Im höheren Callovien beginnt ein langsamer Umschwung der Dinge. Der Nordkontinent hebt sich jetzt wieder, vor allem ist es das Gebiet der südwestlichen Ostsee, das nun wieder Auftrieb erhält und die plötzliche Emersion des cimbriischen Landes zu Beginn des Oxford vorbereitet. Statt dessen drängt jetzt das Meer gegen die sinkende böhmische Insel vor. Eine episodische Trockenlegung macht die Küstenregion Fennoskandiens um die Mitte des Oxford durch; sie liegt zeitlich etwas später als das Auftauchen Cimbriens. Von da ab überwiegt jedoch wieder die Senkungstendenz und hält bis in den höheren Jura hinein an.

Aber die Jurarestes des Baltikums geben nicht nur über die Meereschwankungen Auskunft, sie vermögen durch ihren Gesteinscharakter auch manches über die Vorgänge auf dem Lande zu sagen, sofern wir die Facies als eine — freilich verzerrte — Projektion der orographischen Verhältnisse des Kontinents auf die Ebene der Schichtfläche ansehen.

Bereits zu Beginn des Jura lag der Gneis- und Granitsockel des skandinavischen Schildes frei und die paläozoischen Schichten bildeten über dem heutigen Skandinavien schon damals eine lückenhafte Decke, die von dem kristallinen Kerngebirge dominierend überragt wurde, während über der Ostsee und dem Ostbaltikum noch eine zusammenhängende Schichttafel lag. Das bezeugen die aus dem Schutte Fennoskandiens aufgebauten Gesteine der südbaltischen Mulde: Sande, die vorwiegend aus den undulös auslöschenden und von Einschlüssen durchsetzten Quarzen des Grundgebirges bestehen, wozu je nach Verwitterungsgrad und Transportweg ein größerer oder kleinerer Gehalt an beiderlei Feldspäten, Glimmer und seltener basischen Silikaten hinzutritt, Tone mit feinstem Quarz-Feldspatstaub und Muscovitblättern, Kalke, die eingestreut oder als Kern in Oolithen die gleichen Komponenten führen. Demgegenüber sind die Juraschichten Litauens fast frei von Feldspat — die Sedimente stammen aus anderen, zu meist nicht kristallinen Erosionsgebieten und sind aller Wahrscheinlichkeit nach aus den zerstörten paläozoischen Sandsteinen und Tonen der Ostseeprovinzen aufgebaut.

Folgende Zusammenstellung läßt das eben Gesagte auch ziffernmäßig erkennen; die Prozente sind Relativzahlen des Feldspatgehalts, bezogen auf die Quarzmenge 100¹⁾:

westlich der Oder	zwischen Oder und Weichsel	zwischen Weichsel und Memel	nordöstlich der Memel
2,5 ‰	2,6 ‰	1,0 ‰	< 0,5 ‰

Bis zur Weichsel finden wir kontinuierlich hohen Feldspatgehalt, dann kommt ein rascher Abfall bis fast auf Null. Eine Linie, von der Danziger Bucht etwa nach NNW in das Herkunftsgebiet der Ge-

¹⁾ Ohne die Berücksichtigung der Bathonien-Geschiebe, um ein vergleichbares Material für den Osten und Westen zu schaffen.

schiebe verlängert, würde beide Faciesgebiete gegeneinander abgrenzen; sie trifft gegenüber Gotland die schwedische Küste. Hier ungefähr lag also eine schwache Wasserscheide, die die Flüsse Fennoskandiens trennte: einerseits in einen Grundgebirgsanteil, andererseits in das Netz, welches vorwiegend die paläozoische Schichttafel entwässerte und seine Schotter auf sekundäre und vielleicht tertiäre Lagerstätten transportierte. Weiter läßt sich folgern, daß Skandinavien schon zu jurassischer Zeit von seinem Sedimentmantel ungefähr gerade so weit befreit war, wie heute.

Lehrreich ist auch eine Zusammenstellung der Feldspatzahlen der norddeutschen Geschiebe in historischer Reihenfolge:

Coronaten- und Garantianengeschiebe	4	%
Parkinsoni-Geschiebe	4	»
Cornbrash-Geschiebe	2,5	»
Macrocephalen-Geschiebe	2	»
Jason-Getriebe	3	»
Castor-Geschiebe	2,5	»
Lamberti-Geschiebe	2	»
Oxford-Geschiebe	1	»

Den hohen Zahlen im Bathonien folgt ein Sinken zur Macrocephalenzeit, das schon oben gedeutet wurde; nach einem schwachen Ansteigen im Mittelcallovien geht dann der Feldspatgehalt ziemlich gleichmäßig zurück. Diese Kurve entsteht mit Wahrscheinlichkeit durch die Überlagerung zweier Teilursachen. Herauslösen läßt sich eine generelle Abnahme der Silikate, je jünger die Schichten sind. Die Gründe dafür sind wahrscheinlich in Klimaänderungen zu suchen; denn die Verringerung der Feldspatführung findet ihr Widerspiel in der allmählichen Ausbreitung der Kalksedimente von Süden her, die mit dem Oberoxford im Baltikum herrschend werden. Eliminieren wir den klimatischen Einfluß, so bleibt eine Restschwingung, die in erkennbarer Weise mit den Trans- und Regressionen in Beziehung steht, ohne daß allerdings dieser Zusammenhang eindeutig wäre.

Es muß hier das Gleiche gelten wie für die Körnigkeit der Sedimente. Zeiten ausgedehnter Sandschüttung wechseln mit Perioden, in denen nur feiner Detritus ins Meer gelangte. Es konnte gezeigt werden, daß die Korngröße und Breite der Sandküste durch die Gefälls- und Erosionsbedingungen des Festlandes gegeben war, doch fällt es schwer, allgemeine Beziehungen zwischen Strandverschiebungen und Kontinentalkrustenaufwölbungen aufzudecken. Zuweilen kündigt sich eine Regression durch ein Größerwerden der Sedimente vorher an, so im Cornbrash wie im Mitteloxford, wo wir Aufarbeitungskonglomerate antreffen, deren Erscheinen im Mittleren Bathonien und Unteroxford durch Ausbreitung der Sande vorbereitet wird.

Das allgemeine Gefälle ging im Baltikum nach Süden; das sehen wir in Popilany und müssen es aus der zahllosen Menge von Diluvialgeschieben schließen, die das Eis vom Ostseeboden aufnahm. Einige auf einem NW-SO-Profil liegende Angaben mögen aber noch einen zahlenmäßigen Begriff von den beträchtlichen Schuttmassen geben, die in Norddeutschland aufgehäuft wurden. Zugleich zeigt die Tabelle,

wie das Gebiet maximaler Sedimentation klastischer Gesteine von der Küstenlage abhängig ist und sich mit dieser allmählich nach Norden verschiebt, während der Niederschlag der Kalke anderen Gesetzen folgt.

	Litauen	Memel	Heilsberg	Hohensalza
Oberoxford . . .	—	> 11 m Kalk	50 m Mergelsand	45 m Kalk
Unteroxford . .	10 m Ton	} 50 » Ton	6 » »	60 » »
Obercallovien . .	2 » »		} 5 » Ton	6 » Mergel
Mittelcallovien .	5 » Sand	7 » Sand		etwa 25 » Ton
Untercallovien .	—	—	etwa 45 » Sand	} 220 » Ton u. Sand
Bathonien	—	—	—	
Fluviatile Sande	etwa 10 m	10 m	> 94 »	> 58 »

Das geographische Bild des baltischen Jura erinnert in vielem an die Ablagerungen anderer Perioden im gleichen Raume. Zu den Verhältnissen der Devon- und Silurzeit besteht allerdings keine Beziehung, doch fällt eine Ähnlichkeit mit den permo-triassischen Sedimentationsbezirken auf. Wir haben hierin ein Analogon zu Mitteldeutschland, wo sich zur Zechsteinzeit ebenfalls die varistischen Züge des Untergrundes verwischen und statt dessen die Herausbildung der mesozoischen Meeresumrandung beginnt. Außer zum Zechsteinmeer besteht im besonderen eine nahe Beziehung zu dem wesentlich aus roten Tonen aufgebauten Komplex der Tatarischen Stufe, die vom Ende der Dyas bis in den Buntsandstein hineinreicht. Die Verbreitung und Mächtigkeit Zunahme gegen Süden (Purmallen bei Memel 138 m, Schubin in Posen 1200 m) charakterisieren dies Becken als einen kontinentalen Vorläufer des Jurameeres. Sie erlauben die Anlage der norddeutscht-baltischen Geosynklinale, die sich späterhin im Mesozoicum und Tertiär bis auf heute in vielfacher Wiederholung einwölbte und dabei die Abtragungsmassen des skandinavischen Schildes aufnahm, bis an den Ausgang des Paläozoicums zurück zu verfolgen.

Literaturverzeichnis

1. POMPECKJ, Die Jurageschiebe Westpreußens und ihre Bedeutung für die Jurageographie. Schr. d. Naturf. Ges. Danzig, N. F. Bd. 11, 1904, S. 63.
2. M. SCHMIDT, Über Oberen Jura in Pommern. Abh. d. Preuß.-Geol. L.-A., N. F. H. 41. 1907.
3. ROEDEL, Literaturzusammenstellung über die sedimentären Diluvialgeschiebe usw. Helios (Frankfurt a. O.) Bd. 27, 1913 und Nachtrag Bd. 28, 1916.
4. BODEN, Die Fauna des Unteren Oxford von Popilany in Litauen. Geol. pal. Abh. Bd. 10, 1911/12, S. 123.
KRENKEL, Monographie der Kelloway-Fauna von Popilany in Westrußland. Paläontogr. Bd. 61, 1915.
5. MILTHERS, Skandinavian Indicator-Boulders. Danmarks Geol. Und. II. R. Nr. 23, 1909.
6. KORN, Die Ostgrenze der norwegischen Diluvialgeschiebe in Norddeutschland. Dies. Jahrb. f. 1918, T. I, S. 25.

7. DEECKE, Der Obere Dogger vom Karziger Ufer auf der Insel Wollin. Ztschr. Dtsch. Geol. Ges. Bd. 45, 1893, S. 245.
 8. —, Geologie von Pommern, 1907.
 9. JENTZSCH und BERG, Geologie der Braunkohlenablagerung im östlichen Deutschland. Abh. Preuß. Geol. L.-A., N. F. Bd. 72, 1913.
 10. KRAUSE, Über Diluvium, Tertiär, Kreide und Jura in der Heilsberger Tiefbohrung. Dies. Jahrb. Bd. 29, T. I, 1908.
 11. WETZEL, Zur Stratigraphie der Juraablagerungen von Popilany. Zentralbl. f. Min. usw. 1919, S. 122.
 12. GREWINGK, Geologie von Liv- und Kurland, 1861.
 13. KRAISS, Geologische Untersuchungen über das Ölgebiet von Wietze in der Lüneburger Heide. Arch. f. Lagerstättenforschung, H. 23, 1916.
 14. BUKOWSKI, Über die Jurabildungen von Czenstochau in Polen. Beitr. z. Pal. Östr.-Ung. u. d. Orients. Bd. 5, 1887.
 15. KEGEL, Über Oxfordgeschiebe aus Pommern. Dies. Jahrb. f. 1916, Bd. 37, T. I, S. 197.
 16. KLIEN, Über Oxfordgeschiebe. Schr. d. Phys.-ök. Ges. Königsberg, Bd. 51, 1910, S. 212.
 17. JENTZSCH, Oxford in Ostpreußen. Dies. Jahrb. f. 1888, S. 385.
 18. BRINKMANN, Über ein Vorkommen von Oberem Lias bei Stettin. Zentralbl. 1924. S. 444.
 19. SCHULTE, Aufnahmebericht über die Bl. Cammin und Fritzow. Dies. Jahrb. f. 1919, Bd. 40, T. II, S. LXXXIV.
-