

Der ostpreußisch-litauische Dogger und Unteroxford.

Von

R. Brinkmann, Göttingen.

I. Einleitung.

Ostpreußen ist geologisch von dem Großteil des übrigen Deutschland durch eine Reihe tiefgehender Unterschiede getrennt, auf die vor allem Tornquist nachdrücklich hinwies und die ihn dazu veranlaßt haben, das Gebiet als ein Stück von Osteuropa, d. h. der russischen Tafel, anzusehen. Der kristalline Sockel von Ostpreußen und Rußland war bereits in vorkambrischer Zeit konsolidiert, und aus dieser besonderen Struktur des Untergrundes erklären sich eine Reihe grundlegender Unterschiede gegen das saxonische Faltungsfeld Mitteldeutschlands. Einmal liegen die paläozoischen und mesozoischen Sedimente Ostpreußens und Litauens noch fast völlig flach, zum andern ist die Schichtfolge hier viel lückenhafter als weiter im Westen und Süden. Daraus ergibt sich, daß wir uns im Randgebiete der mitteldeutschen Geosynklinale befinden, über das nur gelegentlich große Transgressionen hinweggriffen, so das Callovien, so die Oberkreide.

In der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine einheitliche Darstellung der im ostpreußisch-litauischen Gebiete erhaltenen Reste des Dogger und untersten Malm (Unteroxford), wobei die Möglichkeit besteht, auch auf Einzelheiten einzugehen, die in einer früheren, auf ganz Norddeutschland ausgedehnten Arbeit des Verfassers (Brinkmann 1923) nicht berührt werden konnten. Gerade die Zeit des mittleren und höheren Jura ist paläogeographisch von besonderem Interesse, fällt doch in sie die große Transgression des Bathonien und Callovien, während der das Meer von Mitteldeutschland gegen Osten vordrang und bis in den Malm hinein die damals eroberten Becken innehatte. Diese Vorgänge lassen sich heute noch sehr schwer im einzelnen verfolgen, da nur wenige Aufschlüsse im Anstehenden in Litauen,

Ostpreußen und Polen verfügbar sind, die in Abschnitt II besprochen werden. Wesentliche Ergänzungen zur Geschichte der heute von mächtigem Diluvium oder von Teilen der Ostsee bedeckten ostpreußischen Scholle vermögen daher die diluvialen Geschiebe zu liefern. (Abschnitt III.) Im Schlußteil sind einige allgemeine Ergebnisse und Folgerungen dargelegt.

Zugleich soll mit dieser Arbeit aber auch die erneute Anregung ausgesprochen werden, das Sammeln von Sedimentärgeschieben nicht zu vernachlässigen, unter denen die jurassischen schon meist durch ihren reichen Fossilgehalt auffallen. Doch seien zwei Ratschläge für das Geschiebesammeln gegeben: erstens neben dem Fundort auch den geologischen Horizont genau anzugeben, zweitens die aus einem Block gewonnene Fauna beieinander zu lassen oder wenigstens als zusammengehörig zu bezeichnen. Beide Maßregeln sind unbedingt notwendig, die erste, um im Laufe der Zeit die horizontale und vertikale Verbreitung der Geschiebe kennen zu lernen, die zweite, um das Alter des betreffenden Geschiebes genau bestimmen zu können. Lokalsammlungen, die nach diesen Grundsätzen genau geordnet sind, haben einen großen Wert für die Wissenschaft, denn das bisher zusammengebrachte Material bedarf noch sehr der Vervollständigung, um viele Fragen zur Lösung zu bringen.

Besonderen Dank schulde ich Herrn Prof. Dr. K. Andrée zu Königsberg i. Pr., der mir durch Zugänglichmachung der reichen Königsberger Geschiebesammlung die vorliegende Arbeit in wesentlichen Teilen erst ermöglichte.

II. Anstehende Juravorkommen.

a) Popilany in Litauen.

Popilany (lit. Papiłé), „einer der merkwürdigsten Orte in den baltischen Regionen“, wie ihn schon L. v. Buch nannte (1841), das wichtigste Verbindungsglied zwischen dem mitteleuropäischen und russischen Jurabecken, ist nach seinem Entdecker Eichwald (1830) mehrfach von Geologen besucht worden. Als erste nahmen wohl Sokolow (1844) und Grewingk (1861) Profile auf. Ihnen folgten Schellwien (1894), Chmielewski (1903), Wetzel (1919) und der Verfasser (1922). Der Versuch allerdings, die Aufnahmen miteinander zu parallelisieren, deckte mancherlei Unstimmigkeiten in bezug auf Mächtigkeit und Gesteinsausbildung zwischen den einzelnen Autoren auf, wie schon Boden, Krenkel und Wetzel bemerkten. Zum nicht geringen Teile sind daran, wie ich mich überzeugen konnte, Fazies-

differenzen schuld, zumal es sich um litorale Sedimente handelt und die einzelnen Beobachtungspunkte bis 1 km auseinander liegen. Die paläontologische Bearbeitung beginnt mit Grewingk (1861) und Siemiradzki (1886 und 1890) und gelangte mit den Monographien von Boden (1911) und Krenkel (1914), die das von Chmielewski gesammelte Material benutzten, zu einem gewissen Abschluß.

Die Juraschichten von Popilany sind an den steilen Ufern der Windau verschiedentlich entblößt, wobei sich naturgemäß die Aufschlüsse infolge der wechselnden Erosion des Flusses im Laufe der Jahre verschoben. So sammelten Sokolow und Grewingk in der Nähe des kleinen Tälchens südlich des Ortes (Punkt 4 unserer Skizze) Abb. 1, die prachtvollen Aufschlüsse, die Schellwien abbildet (1894, Tafel 3 und 4), befanden sich etwas flußaufwärts auf dem anderen Ufer (Punkt 3), sind heute jedoch völlig überwachsen; über die genaue Lage des Profils von Chmielewski sind leider keine Angaben gemacht. Ich hielt mich in Popilany im Herbst 1922 drei Wochen lang auf und verwandte die Zeit fast ausschließlich auf die Untersuchung des Jura, wobei ich die natürlichen Aufschlüsse durch Grabungen nach Möglichkeit zu erweitern suchte. Die Jahreszeit war dazu recht geeignet, da es verhältnismäßig trocken war und die Windau wenig Wasser führte. Mit herzlicher Dankbarkeit gedenke ich der Gastfreundschaft und Unterstützung, die ich auf meiner Reise bei Herrn S. Brödrich in Kowno fand, sowie der Aufnahme im Hause von Herrn Pfarrer Jarulaitis in Popilany.

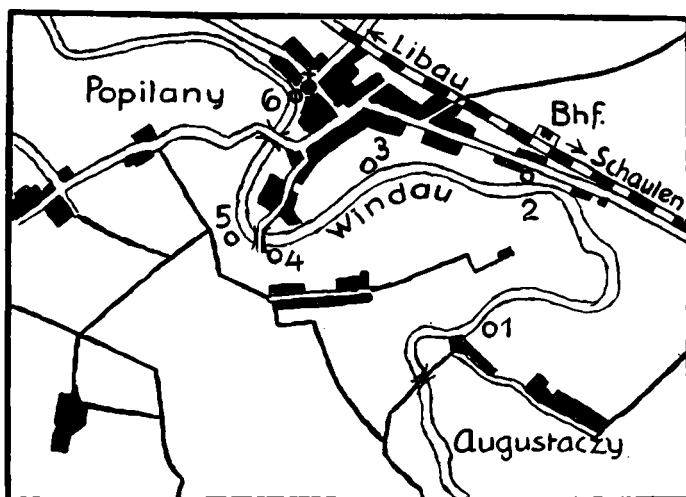


Abbildung 1. Kärtchen der Umgebung von Popilany. Erklärung der Zahlen im Text.

Die Windau ist in der Gegend von Popilany in eine flache Grundmoränenebene eingeschnitten, und an den Prallstellen ist der Geschiebemergel häufig in 5 bis 10 m hohen Wänden aufgeschlossen. Unter der diluvialen Decke taucht hier und da der Jura auf, vor allem in der unmittelbaren Umgebung des Ortes. Etwa 1 1/2 km südwestlich, bei Augustaizy, findet man die ersten Spuren in Form von Glimmertonen des oberen Callovien oder Oxford (Punkt 1 der Skizze), weiter flußaufwärts hingegen scheinen, nach dem Geröllbestand der Windau und meinen allerdings nicht weit ausgedehnten Begehungen zu urteilen, keine größeren Aufschlüsse vorhanden zu sein und werden dort auch von älteren Autoren nicht erwähnt. Südwestlich und südlich des Bahnhofs heben sich dann die festen Sandsteine des mittleren Callovien heraus, oftmals durch Verrutschungen und Ueberkleidung mit Diluvium unterbrochen, und begleiten an den steilen Uferpartien gesimseartig den Fluß (Punkt 2). Das Tälchen 5 am Windauknie bietet sodann ein Profil aus den höheren Schichten, das allerdings infolge der starken Verwachsung und Verrutschung der dunkeln Tone nicht lückenlos aufzunehmen war. Den gleichen Horizont findet man unterhalb der Kirche wieder (Punkt 6) und etwas weiter flußabwärts. Weiterhin gegen Kalniszki war wiederum nur Diluvium zu beobachten, zudem wird das Gelände dort flacher und die Windau schneidet sich nicht mehr so tief ein.

Aus dieser Schilderung ergibt sich, daß gerade südlich Popilany die ältesten Schichten heraustreten, an die sich flußauf- und -abwärts jüngere Horizonte anschließen. Der Jura bildet also einen flachen Sattel von etwa nordöstlichem Streichen, wozu sehr gut stimmt, daß in dem Tälchen 5 ein Einfallen von 5° nach SSO gemessen werden konnte¹⁾. Diese Lagerungsform ließ es rätlich erscheinen, den Schurf möglichst nahe der Sattelachse anzulegen, um auch in die liegenden Schichten Einblick zu gewinnen; ich wählte dazu den Punkt 2 am nördlichen Windauufer im Süden des Bahnhofs, nahe dem alten Pumpwerk für die Wasserversorgung der Bahn. In der Nähe des Hauptschurfs wurden noch vier Teilprofile zur Kontrolle aufgegraben, die nur wenig abweichende Mächtigkeitsszahlen ergaben und deshalb mit in das Hauptprofil verarbeitet wurden. Als Nullpunkt für die fortlaufende Zählung der Mächtigkeit wurde die Grenze der marinen Schichten gegen das liegende fossilleere System gewählt, die mir als ein markanter Schnitt in der Schichtfolge erscheint. Auf diesen Punkt

¹⁾ Dies ist zugleich die größte festgestellte Schichtneigung; an den übrigen Aufschlüssen konnte ein Abweichen von der Horizontalen kaum festgestellt werden.

beziehen sich die links angegebenen Zahlen für die Höhenlagen der Schichtgrenzen; seine absolute Höhe mag nach der Karte des westlichen Rußland 1:100 000 Bl. L. 17 Wieksznie etwa 72 m über NN betragen.

Die Aufgrabung lieferte vom Liegenden zum Hangenden folgendes Profil (alle Zahlen in m):

- 2,50 Sohle des Schurfs
- 0,50 lockerer, lichtgraugrüner Sand, fein bis mittelkörnig, fossilieer.
 U. d. M.: ziemlich gleich große, kantengerundete Körnchen, etwa 0,2 mm Durchmesser. Fast nur Quarz, einige helle Glimmerblättchen, wenige Körnchen schwere Mineralien.
- 0,01 Streifen von fettem, grauschwarzem Ton mit einzelnen Lignitbrocken.
- 0,53 weißlich-gelber, etwas verkitteter Sand wie oben, mit einzelnen schwachen Tonschmitzen.
- 0,02 schwärzlicher fetter Ton wie oben.
- 0,51 hell-gelblicher schwach verkitteter Sand, wie oben.
- 0,03 grauer, lockerer Sand mit verkohltem Pflanzenhäcksel, Lignitstückchen und Tonschmitzen.
- 0,90 lockerer, heller Sand, etwas glimmerig, fossilieer.
 U. d. M.: Wie oben.
- 0,00 deutliche Grenze
- 0,03 hellbräunlicher, lockerer, sandiger Muschelgrus, schwach verkittet. Abgerollte Lignitstücke und Konchylien, vor allem dicke Schalentrümmern: *Perna* sp., *Pseudomonotis* sp., *Trigonia clavellata*, *Cucullaea* sp., *Ostrea* sp.
- + 0,03 allmählicher Uebergang
- 0,12 hellgelbgrauer, lockerer Sand mit einzelnen Schmitzen von grauem, fettem Ton (wie — 2,50 bis 0,00), spärliche Muschelschalen.
- + 0,15 Uebergang in
- 0,16 rostbraune, etwas festere Sandsteinbank mit Eisenhydratbindemittel. Darin eingebettet abgerollte Muschelschalen und angebohrte Gerölle von hellbräunlichem, kuglig abgesondertem Kalksandstein, dichtem grauem Dolomit, braunem Toneisenstein und braunem, eisenschüssigen, mittelkörnigen Sandstein mit Abdruck von *Perisphinctes* sp., gewöhnlich wallnußgroß, aber auch bis faustgroß und dann mit Austern bewachsen. Astarte sp..

- Perna sp., Pecten sp., Ostrea sp., Trigonia paucicosta, Belemnites sp., Cosmoceras Castor, Cosm. Gulielmi, Cosm. Jason, Cosm. enodatum, Cosm. m. f. enodatum-Jason, Perisphinctes curvicosta.
- + 0,31 scharfe Grenze
- 0,68 fester, rostbrauner, eisenoolithischer Sandstein; ungeschichtet, knollig ausgebildet durch den Wechsel von mehr sandigen und mehr tonig-limonitischen Partien, fossilarm.
- U. d. M.: Fast ausschließlich Körner von kantengerundetem Quarz, 0,1 bis 0,2 mm Durchmesser, Feldspat sehr spärlich, wenig Glimmer, Bindemittel feinkristalliner Calcit. Fast sämtliche Quarzkörner stellen durch dünne Umkrustung mit schaligem Brauneisen Oolithe mit großem Kern dar. Zwischen den sandreichen Partien liegen mehr kalkige mit eingestreuten Siderit rhomboedern sowie unregelmäßige Flocken von dichten, eisenreichen Karbonaten, in die kleinste Pyritkörner eingestreut sind.
- Serpula sp., Echinodermenreste, Ostrea sp., Trigonia sp., Rhynchonella varians, Cosmoceras Castor, Cosm. Jason, Cosm. Gulielmi, Cosm. Tschernischewi, Perisphinctes curvicosta, Per. mutatus, Belemnites sp.
- + 0,99 scharfe Grenze
- 0,64 dunkelgrüngrauer, fast schwarzer, toniger, schwach verfestigter Sand, Körnchendurchmesser etwa 0,1 bis 0,2 mm, stark eisenschüssig, braun verwitternd, meist ungeschichtet, bisweilen rohe Kreuzschichtung, sehr fossilreich. Rhynchonella varians, Ostrea sp., Trigonia sp. u. a. Muscheln, oft zerbrochen. Cosmoceras Castor, Cosm. Jason, Cosm. Gulielmi, Hectoceras Brigthi, Perisphinctes curvicosta, Per. mutatus.
- + 1,63 ganz allmählich übergehend in:
- 0,90 brauner, schwach verkitteter Sand mit eisenschüssigem Bindemittel, feinkörnig, Körnchengröße etwa 0,1 bis 0,2 mm, fast nur Quarz; sehr fossilreich. Rhynchonella varians (sehr häufig), Ostrea dilatata, Cosmoceras Castor, Cosm. cf. Jason, Cosm. m. f. Jason-Proniae, Cosm. Pollux, Perisphinctes curvicosta, Cadoceras cf. Frearsi, Belemnites sp., Lignitstückchen.

- + 2,53 allmählich übergehend in:
 1,35 hellgelblicher bis hellgrauer lockerer Sand, feinkörnig, weich, Korngröße etwa 0,1 mm, Quarzkörnchen und ziemlich viel helle Glimmerblättchen; Fossilien sehr häufig und meist nesterweise in den Sand eingelagert; *Astarte* sp., *Pleuromya* sp., *Ostrea* sp., *Pentacrinus* sp., *Serpula* sp., *Cosmoceras* *Castor*, *Cosm. m. f. Jason-Proniae*, *Belemnites* ex aff. *Beaumontianus*, viel Holzreste.
- + 3,88 durch stärkere Verkittung allmählich übergehend in:
 0,40 rostbrauner, verfestigter Sand, eisenschüssig, ziemlich feinkörnig, stellenweise etwas tonig, fossilreich, die Muscheln meist in einzelnen Lagen und Nestern gehäuft. Ammoniten nur in Schaltrümmern. *Cosmoceras* *Castor*, *Erymnoceras coronatum*, *Belemnites* sp.
- + 4,28 durch stärkere Verkittung allmählich übergehend in:
 0,95 hellgrauer, sehr zäher Sandstein, bei der Verwitterung rostbraun verfärbt und in große Knollen zerfallend
 U. d. M.: Eckige Quarzkörnchen von 0,05 bis 0,1 mm Größe, sehr selten Zirkon und Spinell, stellenweise gehäuft, teils aber ganz lose eingebettet in dichtes Bindemittel von feinem Calcit, außerdem Oolithe, die aus rekristallisiertem, grobkristallinem Siderit bestehen und fast keine konzentrisch-schalige Struktur aufweisen, mit Kern von Quarz, schweren Mineralien oder Pyrit. Feine Pyritkörnchen sind eingestreut, besonders häufig um die Oolithe und um organische Reste. Foraminiferen, Echinodermenreste, *Waldheimia popilanic* (sehr häufig), *Perna* sp., *Ostrea dilatata*, *Pseudomonotis echinata*, *Cosmoceras* *Castor*, *Cosm. Pollux*, *Cosm. pollucinum*, *Cosm. Gulielmi*, *Cosm. m. f. Jason-Proniae*, *Cosm. sp. n.*, *Erymnoceras coronatum*, *Hectoceras punctatum*, *Hect. rossiense*, *Perisphinctes mosquensis*, *Per. sp. n.*
 scharfe Grenze
- + 5,23
 0,40 hellgrauer, fester, spröder Sandstein, dickbankig, nach oben hin plattig, auf den Klüften braun verwittert; härteste Bank des Profils, fossilarm. *Rhynchonella varians*, *Cosmoceras Proniae*, *Cosm. Pollux*, *Cosm. cf. lithuanicum*, *Cosm. compressum*, *Perisphinctes mosquensis*, *Per. sp. n.*

- + 5,63 rasch übergehend in:
- 0,70 brauner, nicht sehr stark verkitteter Sandstein, feinkörnig, mit Knollen von hellgrauem, frischem, festem Kalksandstein, ähnlich wie 4,28 bis 5 23 m. *Waldheimia popilanica*, *Pseudomonotis* sp., *Cosmoceras Pollux*, *Cosm. aculeatum*, *Cosm. Duncani*, *Cosm. lithuanicum*, *Cosm. compressum*, *Perisphinctes mosquensis*.
- + 6,33 allmählicher Uebergang in:
- 0,57 hellgrauer, feiner Sandstein, ungeschichtet, knollig, hellbräunlich verwitternd, eisenoolithisch, reich an Ammoniten. U. d. M.: Eckige Körnchen 0,05 bis 0,1 mm groß, fast ausschließlich Quarz, sehr wenig Zirkon und Feldspat, einzelne Glimmerblättchen liegen ziemlich lose gepackt in einem dichten, etwas eisenhaltigen Calcitbindemittel. Hinzu treten häufig Brauneisenoolithe von etwa 2 mm Durchmesser, manchmal Pyrit enthaltend. Das Bindemittel ist stellenweise ganz frei von Sandkörnchen, sehr häufig sind Muschelschalen und Echinodermenreste.
- Ostrea* sp., *Perna* sp., *Pseudomonotis echinata*, *Trigonia* sp. etc., *Cosmoceras Duncani*, *Cosm. lithuanicum*, *Cosm. aculeatum*, *Cosm. Jenzeni*, *Cadoceras* sp., *Hecticoceras pseudopunctatum*, *Perisphinctes mosquensis*, *Belemnites* sp.
- + 6,90 sehr scharfe Grenze, „Emersionsfläche“, mit Austern bewachsen.

Ueber dieser lagern noch ca. 1 m schwarzer Glimmerton, sodann diluvialer Geschiebemergel. Das weiterhin folgende Profil wurde daher in dem kleinen Tälchen (Punkt 5 der Skizze) aufgenommen, das aber wegen Verwachsung und Verrutschung nicht so im einzelnen gegliedert werden konnte wie das obenstehende. Die im Bachbett aufgeschlossene Schichtfolge beginnt bei ungefähr + 5 m; doch werden hier beide sich etwas überschneidenden Profile fortlaufend beschrieben, und auch die Mächtigkeitssählung der ersten Kolumne ist der Uebersichtlichkeit halber in gleichem Sinne weitergeführt worden.

Ueber der „Emersionsfläche“ folgen somit vom Liegenden zum Hangenden:

- 0,60 schwarzer, sandiger Ton, pyrithaltig, mit vielen Glimmerblättchen. Sandkörnchen kleiner als 0,05 mm. Vor allem

nahe der Basis große angebohrte Gerölle von hellbräunlichem Sandstein.

Letzterer u. d. M.: Eckige, etwa 0,2 mm große Körnchen von vorwiegend Quarz, sehr wenig Feldspat und Zirkon und einige Glimmerblättchen sind unregelmäßig in reichliches braunes Eisenkarbonatbindemittel eingebettet. Dazu treten zahlreiche 0,3 mm große Oolithe, die größtenteils aus Siderit bestehen. Fossilreste selten.

Belemnites sp., *Ostrea* sp.

+ 7,50

deutliche Grenze

0,15 bröckeliger, hellgrauer Sandstein, feinsandig-tonig, glimmerhaltig, eisenreich. *Quenstedticeras Lambertii* (häufig), *Cosm. ornatum* (sehr selten).

+ 7,65

deutliche Grenze

3,00 schwarzer sandiger Glimmerton, wie oben.

+ 10,65

0,50 zwei Lagen von großen, schwärzlichen, brotlaibförmigen Geoden von je etwa 0,15 bis 0,20 m Dicke mit Zwischenmittel von schwarzem Glimmerton.

Die Geoden u. d. M.: Feiner Quarzstaub, splittrig, 0,05 mm groß und kleiner, etwa ein Drittel soviel Muskovit in dünnen Blättchen sowie etwas Feldspat liegen unregelmäßig in einem sehr reichlichen sideritischen Bindemittel von feinkristallinem, doch deutlich körnigem Gefüge verteilt. Pyrit ist in winzigen Körnchen sehr verbreitet. Nicht selten sind konzentrisch-schalige Brauneisenoolithe von etwa 0,5 mm Durchmesser, die sich vielfach in den ersten Stadien der Umwandlung in Siderit befinden.

Cardioceras tenuicostatum.

+ 11,15

3,50 schwärzlicher, sandiger Glimmerton, wie oben, mit perlmutterglänzenden Schalresten. *Pleuromya* sp., *Pholadomya* sp., *Pleurotomaria* sp., *Perisphinctes Wartae* mut. *antecedens*, *Cardioceras cordatum*.

+ 14,65

deutliche Grenze

0,25 klüftiger, grauer Sandstein, von den Spalten aus braun verwittert und infiltriert.

U. d. M.: Der feine Sand, in der Regel 0,05 mm groß, selten gröber, besteht aus eckigen Quarzsplittern (etwa

75 % der Menge), Glimmer in kleinen Blättchen (etwa 10 %), chloritischer Substanz (10 %), Feldspat (5 %) und sehr wenig Hornblende. Die Körnchen liegen zerstreut in einem sehr reichlichen Bindemittel von feinkristallinem Siderit, der um Fossilreste und Sandkörnchen gelegentlich etwas gröber struiert und klarer ist. Schalige Limonitoolithe sind häufig eingestreut und vom Rande her oftmals in kristallinen Siderit verwandelt.

Goniomya sp., *Pholadomya* sp., *Trigonia* sp., *Pleurotomaria* sp., *Cardioceras cordatum*, *Perisphinctes Wartae* mut. *antecedens*, *Per. Windauensis*.

- + 14,90 deutliche Grenze
2,25 schwärzlicher, sandiger Glimmerton, wie oben, mit einzelnen sandigen Geoden.
- + 17,15 deutliche Grenze
0,30 klüftiger, zelliger, rostbrauner Toneisenstein, sandig, stark verwittert, fossilarm. *Terebratula* sp., *Pholadomya* sp., *Cardioceras cordatum*, *Perisphinctes Wartae* mut. *antecedens*, *Per. cf. Wartae*, *Per. Windauensis*.
- + 17,45 deutliche Grenze
0,45 dunkler, sandiger Glimmerton, wie oben, stark verwittert.
- + 17,90 darüber: Diluvium.

Es erhebt sich nun die Frage, wie sich die erschürfte Schichtserie nach unten und oben fortsetzt, vor allem, was ihre Unterlage bildet. Darauf kann leider keine direkte Antwort gegeben werden, da ein Abteufen nur bis zum Grundwasserspiegel möglich war. Jedoch darf man wohl die Beobachtungen zum Vergleich heranziehen, die Grewingk (1861, S. 212) in dem Zechsteinbruch von Wormsaaten, 75 km windauabwärts und nordwestlich von Popilany gelegen, machte. ²⁾ Dort lagert ein System von ca. 10 m mächtigen „lockeren, weißen Sanden mit schwachen grauen Tonlagen und Kohlenschmitzen“ anscheinend ohne Diskordanz auf dem Zechstein. Ganz ähnliche Sande, die hier noch sogar ein kleines Braunkohlenflöz einschließen, durchsank ein Bohrloch beim Pulwerk-Gesinde unweit Wormsaaten mit ca. 9 m und traf darauf ebenfalls Zechstein an. Da es sich in beiden Fällen nach Grewingks Beschreibung um genau die gleichen Schichten

²⁾ Vergl. unten S. 69.

handelt, wie sie auch bei Popilany als Liegendes der ganzen Jurafolge erschlossen sind, darf man wohl annehmen, daß sie auch hier von Zechstein unterteuft sind, zumal der litauische Jura im ganzen flach muldenförmig gelagert ist und ringsherum der Zechstein an mehreren Stellen zutage tritt oder durch Bohrungen erschlossen wurde.

Suchen wir das Profil übersichtlich zusammenzufassen, so ergibt sich nach der faziellen Ausbildung eine natürliche Dreiteilung in folgender Weise:

- + 6,90 bis + 17,90 dunkle Glimmertone mit einzelnen Einlagerungen.
- 0,00 „ + 6,90 fossilreiche Sandsteine.
- 2,50 „ 0,00 helle Sande, außer Lignitstückchen fossilieer.

Der liegende Komplex ist wohl ohne Zweifel kontinentaler Entstehung, dafür spricht schon die völlige Freiheit von irgendwelchen marinen Versteinerungen, die nicht durch Auslaugung zerstört sein können, da sie doch in den petrographisch ganz gleichen Sanden 0,00 bis + 0,15 noch wohl erhalten sind. Die Wechselfolge heller, fein- bis mittelkörniger Sande, in die sich gelegentlich Linsen von fettem, grauem Ton, von kohligem Sand, Lignitlagen und unreiner Kohle (mit 40 % Asche im Pulwerk-Gesinde) einschalten, dürfte in einem langsam sinkenden Becken von Flüssen aufgeschüttet sein, deren Wasserführung stellenweise die Entwicklung reicherer Vegetation und lokaler Humusbildung ermöglichte. Die Herkunft der Gewässer dürfen wir etwa im Nordwesten suchen, denn nach dorthin reduzieren sich die fluviatilen Schichten allmählich und keilen bei Alschhof und Lukken etwa 70 km nordwestlich Popilany nach Grewingk (S. 203 und 212) zwischen den höheren marinen Schichten und dem Zechstein stellenweise fast völlig aus. Damit ist zugleich eine Erklärung für die Herkunft des Sandes gegeben, der zum großen Teil den devonischen Sandsteinen des Baltikums entstammen mag, die jedenfalls schon in jurassischer Zeit im Norden und Nordwesten des Zechsteinareals freigelegt waren.

Bei der Untersuchung der Grenze zwischen den marinen und fluviatilen Schichten um 0,00 springt vor allem die außerordentliche Frische in die Augen, die diese Horizonte wie so viele andere Ablagerungen des baltischen Schildes (vergl. den Kambrischen „Blauen Ton“) bewahrt haben. Das Einschieben der Muschelgruslage 0,00 bis + 0,03, in der sich nur die widerstandsfähigsten Hartteile, wie die Wirbelregion von Perna, Bruchstücke von Trigoniaschalen u. a. zusammenfanden, zwischen helle fluviatile Sande im Hangenden und Liegenden, erinnert durchaus an Profile von einer rezenten Uferzone in der Nähe einer Flußmündung, in der sich vom Wellenschlag auf-

gearbeitete Schalenrümpfer mit Flußsanden verzahnen. Wir dürfen aus dieser Analogie wohl schließen, daß das Vordringen des Callovienmeeres sich in Form einer Ingression in eine schon angelegte und teilweise mit kontinentalen Sedimenten erfüllte Geosynklinale vollzog, indem die Brandungswelle schrittweise über die Deltaschüttung der Flüsse vorschritt.

Einen stärkeren Ruck vorwärts bedeutete jedenfalls die Geröllbank +0,15 bis +0,31, mit der zugleich die Zeit der kontinuierlichen Meeresbedeckung anhub. Wichtig sind uns vor allem die Konglomeratkomponenten, weil sie uns implicite auch über die Herkunft des feineren, sandigen und tonigen terrigenen Detritus Fingerzeige zu geben vermögen. Zu etwa 60% sind es graue Kalksandsteine von oftmals kugelig und konkretionärer Ausbildung, die sich schon durch das gröber kristalline Karbonatbindemittel als Anzeichen weiter fortgeschrittener Diagenese von den jurassischen Sandsteinen unterscheiden und durchaus den oberdevonischen Kugelsandsteinen des Baltikums ähneln; zu 20% finden sich braune Toneisensteine unbekannter Stellung, ferner zu je 10% aschgraue dichte Dolomite des baltischen Zechstein und abgerollte, rostbraune, mittelkörnige Calloviensandsteine, auf deren einem noch der Abdruck eines *Perisphinctes* sp. erkennbar ist. Diese Gerölle dürften wohl als eine Bestätigung für die oben geäußerte Ansicht gelten, nach der die fluviatilen Sande zum größten Teil aus dem Devongebiet zugeführt wurden, und sie lehren uns weiter, daß die hydrographischen Verhältnisse im Großen und damit die Sedimentherkunft auch nach dem Vordringen des Meeres die gleichen blieben, insofern wir eine nahe Küste in nördlicher oder nordwestlicher Richtung voraussetzen dürfen. Zum überwiegenden Teil bestand das Festland aus Devon, und nur in geringem Maße unterlagen auch Zechsteinschichten der Abrasion. Die Jurasandsteingerölle sind wohl dadurch entstanden, daß die allgemeine Transgressionsbewegung von lokalen negativen Schwankungen unterbrochen wurde, wobei die eben gebildeten Sandsteine wieder in den Bereich der Brandung rückten, aufgearbeitet und wie die übrigen Gerölle von Bohrmuscheln angebohrt wurden.

Die bezeichnende Braunfärbung und Verkittung der Konglomeratlagen durch Eisenhydroxyd zeigt jedoch, daß der jurassische Strand bei Popilany nicht ohne weiteres mit einer rezenten Meeresküste der gemäßigten Zone zu vergleichen ist, da die Verteilung des Eisens zwischen die Ablagerungen des Süß- und Seewassers eine von der heutigen ziemlich abweichende ist. Während unsere Fluß- und Teichablagerungen mindestens den gleichen Eisengehalt wie die marinen Sedimente haben, ist die liegende fluviatile Schichtfolge bei Popilany

stark gebleicht, wohingegen genau mit der Transgression der Eisengehalt und damit die Braunfärbung und stärkere Verkittung der Sedimente einsetzt. Darin spricht sich eine ausgesprochen eisenlösende Wirkung der festländischen Gewässer aus, die daher elektrolytärmer und humusreicher gewesen sein müssen als unsere heutigen Flüsse, in denen das Eisenhydrosol zum großen Teile ausgeflockt und nicht mitgeführt wird. Eine intensivere Zersetzung der eisenhaltigen Silikate auf dem Kontinent kam jedenfalls noch hinzu und kann uns zu der Vermutung führen, daß das Klima in Litauen während des Callovien wärmer und feuchter war als heute. Dem höheren Eisengehalt der Flüsse entsprach naturgemäß eine umso stärkere Ausfällung durch die Ionen des Meerwassers, und die Form der Abscheidung des Eisens ist wiederum geeignet, unsern Vermutungen über das Klima eine Stütze zu bieten.

Die Belege dafür liefert die erste härtere Bank 0,31 bis 0,99. Aus dem Schliffbild ergibt sich, daß das Eisen zu einem beträchtlichen Teile in oolithischer Form ausgeschieden wurde, wobei sich die Quarzkörnchen mit schalig struierten Limonitkrusten umhüllten. Rezente Eisenoolithe sind uns zwar bislang nicht bekannt geworden, doch darf man wohl nach Analogie mit den Bildungsbedingungen der Kalkoolithe annehmen³⁾, daß nur höher temperierte Flachmeere die Voraussetzung für ihre Entstehung erfüllten. Da jedoch während der Ablagerung dieser Bank die Wasserströmung nicht sehr kräftig war, blieben die umkrusteten Körnchen bald am Boden liegen und wuchsen nicht weiter. Daher schied sich das übrige Eisen zu einem Teile gleichzeitig mit dem syngenetischen Calcitbindemittel aus, zum andern wurde es in Form von Flocken, die primär wohl gemengte Ton-Eisengele dargestellt haben dürften, dem übrigen, mehr sandigen Sediment beigemischt. Bei der Verfestigung und Diagenese entstanden durch die Zersetzung der reichlich vorhandenen organischen Reste reduzierende Lösungen, die die Ferriverbindungen in Carbonate und teilweise in Pyrit umwandelten.

In der gleichen Weise wie diese verkittete stark eisenhaltige Bank deutet der Habitus der darüber folgenden mehr lockeren Schichten in 0,99 bis 4,28 auf einen Absatz in warmem Flachwasser bei verhältnismäßiger Küstennähe hin. Der Quarzsand mag noch immer aus der dem Abtrag ausgesetzten paläozoischen Decke des östlichen Baltikum stammen, wiewohl der stärkere Glimmergehalt an eine teilweise Herleitung aus dem kristallinen Kern Fennoskandiens denken läßt. Der

³⁾ Vergl. K. Andrée 1920, S. 180 ff.

Eisengehalt ist noch immer beträchtlich, doch läßt sich bei der starken Verwitterung nicht mehr feststellen, in welcher Form er sich wohl ursprünglich abschied. Der Aufbau der Schichten vollzog sich durch verhältnismäßig rasche Sedimentation: die durch Strömungen zusammengetriebenen *Rhynchonella*-schälchen wurden nesterweise eingebettet und die flachen Schalen des *Cosmoceras Jason* liegen selten horizontal, sondern stecken oftmals hochkant im Sand. Beschädigte Schalen und Splitter sind sehr häufig, dazu treten Holzstückchen als Einschwemmung vom Lande her. Ueberraschend ist auch hier wieder die geringe Veränderung des Sediments und der organischen Reste, wenn man die gut erhaltenen Schalen von *Rhynchonella varians* zu Hunderten aus dem lockeren Sand herausliest oder gelegentlich eine große *Ostrea* mit noch elastischem Ligament zwischen den beiden Klappen findet.

Die wieder stärkere Verkittung der nun folgenden Schichten 4,28 bis 5,23 im Gegensatz zu den eben behandelten fast losen Sanden läßt sich wohl nur durch die mit der Zeit zunehmende Menge der karbonatischen Grundmasse erklären, die bei der Sedimentation ausgeschieden wurde, falls man nicht etwa für die Sande eine spätere Auslaugung annehmen will, was aber sehr unwahrscheinlich ist. Die Quarzkörner liegen keineswegs dicht gepackt, sondern sind oftmals durch soviel Bindemittel getrennt, daß nur eine primäre Einbettung des durch die Strömung zugeführten Sandes in einen gleichzeitig chemisch abgeschiedenen eisenhaltigen Calciumkarbonatschlamm in Frage kommen kann. Ueber die ursprüngliche Verbindungsform des Eisens läßt sich nichts Sicheres aussagen, da auch in diesem Gestein starke diagenetische Reduktionen stattfanden. So kann man an den Limonitoolithen alle Stadien der allmählichen Umwandlung des Ferrihydrats in Ferrokarbonat verfolgen. Der Prozess kann von außen oder vom Kern aus fortschreiten, in jedem Falle verliert sich die konzentrisch-schalige Schichtung, und es entsteht ein richtungsloses grobkristallines Gefüge von Siderit, das schließlich das ganze ehemalige Ooid einnehmen kann. Weitere Zeugen für die ehemalige Anwesenheit schwefelhaltiger Verwesungslösungen, die sich aus den massenhaft eingebetteten organischen Resten (Foraminiferen, Brachiopoden, Serpeln, Muscheln, Echinodermen) entwickelten, bilden die feinen Körnchen von Pyrit, die sich besonders in der Umgebung und im Mittelpunkt der Ooide ansiedelten⁴⁾.

Der Flachwassercharakter bleibt auch in der Fauna der kompakten Sandsteinbank 5,23 bis 5,63 m gewahrt, in der die Sandkörner durch ein

⁴⁾ Ueber diagenetische Bildung von Pyrit s. K. Andrée 1911, S. 122.

sehr festes und dichtes Karbonatzement verkittet sind, und wird wieder sehr ausgesprochen in dem hellen Sandstein 6,33 bis 6,90 m, in dem auch die übrigen Anzeichen, wie Eisenooide, zerbrochene Schalenreste und viele Holzstückchen nicht fehlen. Eine deutliche Schichtung fehlt auch hier wie in fast der ganzen aus Sanden aufgebauten Serie, nur die Fossilien sind gelegentlich lagenweise gehäuft, oftmals jedoch auch bei rascher Aufschüttung ohne erkennbare Regel eingebettet. Der Reichtum an Cephalopoden, besonders an Ammoniten ist in diesen Schichten, die vor allen andern den Ruhm Popilany's als Fossilfundstätte begründeten, ganz außerordentlich groß, und muß uns zu der Ueberzeugung führen, daß die Ammoniten, wenigstens die hier damals lebenden Cosmoceraten, Cadoceraten, Hectoceraten und Perisphincten denselben Lebensraum innehatten, wie die gleichzeitig eingedeckten Trigonien, Ostreen und andern Conchylien, d. h. Bewohner des flachen, bewegten Wassers waren.

Möglicherweise steht die Zunahme terrigener Einflüsse in diesen Schichten in Zusammenhang mit der darüber liegenden Emersionsfläche, über der mit scharfer Grenze die dritte Faziesgruppe, der dunkle Glimmerton, einsetzt, indem eine gewisse Heraushebung und Verflachung dem Ende des Sedimentationszyklus vorausging. Wir haben es bei der Dachfläche nicht nur mit einer Omission, sondern auch zugleich mit einer Dereption im Sinne Arn. Heims zu tun, bei der eine gewisse Sedimentmächtigkeit von starken Strömungen entfernt wurde, die für einige Zeit verhinderten, daß sich auf dem Meeresboden neue Ablagerungen bildeten. Einen Teil der zerstörten Schichtserie finden wir wohl in den großen Sandsteingeröllern wieder, die gelegentlich in den Ton nahe seiner Basis eingelagert sind. Allerdings ist uns eine Emersion in wörtlicher Bedeutung unwahrscheinlich, denn gerade die Bewachsung mit Austern spricht dafür, daß ein Auftauchen über dem Meeresspiegel nicht stattfand; außerdem fehlen alle Anzeichen subaerischer Gesteinszerstörung.

Unter welchen Bedingungen entstanden nun die dunklen Tone des höheren Calloviens und unteren Oxford? Sie bestehen überwiegend aus feinstem Ton, dem Quarzsplinter und recht viele helle Glimmerblättchen beigemischt sind. Die Schichtflächen sind im allgemeinen deutlich, und nicht selten findet man auf ihnen mehr oder weniger verdrückte Schalen, während gut erhaltene Fossilien seltener sind und nur in den härteren Einlagerungen vorkommen. Die Fauna erscheint im Vergleich zu dem liegenden Sandstein sehr spärlich, ist aber an sich doch ziemlich individuen- und artenreich und trägt keinen grundsätzlich abweichenden Gesamtcharakter. Besonders im tiefen Teil (6,90 bis 7,50) finden sich gelegentlich Ostreen, die ebenso wie die

angebohrten Gerölle die Annahme keiner größeren Meerestiefe zulassen, als sie bisher herrschte. Dann treten allerdings die Träger massiver Hartteile doch mehr zurück und machen dünnschaligen Schlammbewohnern wie *Pleuromya*, *Thracia*, *Goniomya*, *Pleurotomaria* u. a. Platz, die sich mit Vorliebe im Tief- oder doch Stillwasser ansiedelten. Die Abwesenheit stärkerer Strömungen bedingte außer dem feinen Korn der Sedimente auch eine ungenügende Durchlüftung des Bodenwassers, so daß im Sediment Reduktionsvorgänge die Oberhand gewinnen konnten. Sie verursachten die Ausscheidung des noch immer reichlich zugeführten Eisens in Form von feinverteiltem Pyrit, der den Ton schwarz färbt und bei der Verwitterung als weißer Alaun auszublühen pflegt.

Auch die Geodenlagen und Sandsteinbänke im Ton bildeten sich unter der gleichen, wenn auch nicht so ausgesprochenen Sauerstoffarmut. Sie entstanden jedenfalls in Zeiten, in denen die klastische Sedimentation zurücktrat und die lebhaftere Durchbewegung des Wassers die leeren Ammonitengehäuse zu den mit Fossilien vollgepfropften Lamberti- und *Tenuicostatenknollen* zusammenkehrte. Dabei verminderte sich zugleich der Schwefelwasserstoffgehalt im Meeresboden, und das Eisen setzte sich in primär karbonatischer Form ab. In das anscheinend flockig ausgeschiedene feinkristalline Zement wurden die Quarzsplitter, Glimmerblättchen und Limonitooide lose eingebettet, welche letztere wahrscheinlich vom Küstensaum eingeschwemmt wurden. Jedenfalls erwies sich bald nach der Einbettung der Limonit als instabil und wurde metasomatisch durch Siderit verdrängt, ein Prozeß, den man hier vielfach mit besonderer Deutlichkeit verfolgen kann.

Zusammenfassend wäre festzustellen, daß sich die Wassertiefe mit dem Beginn der Tonsedimentation allmählich vergrößerte; aber die Senkung allein vermag den Fazieswechsel nicht völlig zu erklären. Das Bodenwasser erneuerte sich fortan in langsamerem Tempo, und damit verschob sich das Gasgleichgewicht $O_2 \rightleftharpoons CO_2 \rightleftharpoons H_2S$ am Meeresboden beträchtlich nach rechts. Dazwischen schoben sich Episoden lebhafteren Austauschs ein, in denen jedoch der Sauerstoffüberschuß, wie er früher herrschte, nicht wieder erreicht wurde. Doch nicht nur die marinen, sondern auch die festländischen Bedingungen müssen sich seitdem geändert haben und tragen ihrerseits dazu bei, den Umschwung besonders scharf erscheinen zu lassen. Bereits in manchen sandigen Schichten, so um + 3 m, tritt zuweilen ein stärkerer Glimmergehalt auf, der sich in den dunklen Tönen noch beträchtlich steigert, als Hinweis darauf, daß möglicherweise kristalline Gesteine der Ab-

tragung unterlagen. Evident wird das aber erst bei 14,75 m, wo neben dem Quarz Feldspatkörnchen und eine nicht unbeträchtliche Menge verwitterter und frischer eisenhaltiger Silikate auftreten. Feldspate sind in den liegenden, obgleich größeren marinen Sandsteinen nur sehr spärlich vertreten, während ihnen Hornblende u. a. gänzlich fehlt. Da diese Mineralien wegen ihrer leichten Zersetzbarkeit keine mehrmalige Umlagerung vertragen, ist der Schluß gerechtfertigt, daß das Material der Cordatenschichten zum Teil bereits dem zentralen, aus Eruptiven und kristallinen Schiefern aufgebauten Gebiet des skandinavischen Schildes entstammt. Das Rückwärtsgreifen der Flusserosion in diese Regionen steht in engem Zusammenhang mit gleichzeitigen bedeutenden positiven Strandverschiebungen, die im Schlußteil zusammenfassend zu betrachten sind.

Die stratigraphische Stellung des litauischen Jura läßt sich nur auf Grund einer genauen Durcharbeitung der Leitfossilien, in erster Linie also der Ammoniten, fixieren, wobei zugleich eine Reihe älterer, ungenauer Bestimmungen zu ändern ist. Oben wurde wahrscheinlich gemacht, daß der Zechstein die Unterlage unserer Schichtserie bildet, womit zugleich die untere Altersgrenze für die liegenden fluviatilen Sande gegeben ist. Aus ihrer engen Verknüpfung mit den hangenden marinen Schichten ergibt sich ferner, daß ihre Bildung bis in die Zeit der Transgression hineinreichte, und ich möchte glauben, daß die Sedimente mit den Senkungsvorgängen einsetzten, die der Bathonien-Callovientransgression vorausgingen, und daß die Sande damit wesentlich dem mittleren und oberen Dogger angehören.

In den liegendsten Schichten der marinen Serie treten *Cosmoceras Castor*, *Cosm. Jason*, *Cosm. m. f. enodatum-Jason*, *Cosm. Gulielmi* und *Perisphinctes curvicosta* als Leitfossilien auf, die in Süd- und Nordwestdeutschland im unteren und mittleren Teil des „Ornatentones“ vorkommen. Es fehlen hingegen alle Ammoniten der Macrocephalenschichten oder gar des Bathonien, ja nicht einmal die tiefsten Horizonte des Ornatentones sind in der Cephalopodenfauna vertreten. Die Anwesenheit von Cornbrash in Popilany erschloß Schellwien nur aus dem Vorkommen von Sandsteinen mit *Pseudomonotis echinata*, die aber ein gänzlich unzuverlässiges Leitfossil darstellt und mit der sandigen Fazies bis ins höhere Callovien hinaufsteigt. Ammoniten aus den Gruppen der *Oppelia aspidoides*, *Perisphinctes aurigerus* und *arbustigerus*, die allein die Vertretung von Cornbrash zu erweisen vermöchten, sind jedoch nie gefunden. Es fehlen auch die Leitformen der Macrocephalenschichten, wie *Macrocephalites macrocephalus*, die Kepp-

lerites-Arten, *Ammonites Galdrinus* (= *Chamusseti*) und die Proplanuliten. *Proplanulites spirorbis* (Krenkel 1914, S. 244, Taf. 23, Fig. 9 u. 10) gehört zu *Perisphinctes curvicosta*, da er Parabelknoten und extern rückgebogene Rippen trägt, im Gegensatz zu der vorgeschwungenen Berippung der echten Proplanuliten. Aber auch der tiefste „Ornatenton“, der durch *Macrocephalites pila*, *Cosmoceras enodatum* und *Jason* charakterisiert ist, während *Cosmoceras Castor* noch fehlt, ist noch nicht durch Fossilien vertreten, sondern erst ein etwas höherer Horizont, in dem *Cosm. Castor* zusammen mit *Cosm. enodatum* vorkommt. Die marinen Sande beginnen demnach an der Grenze des unteren und mittleren Ornatentons und erreichen etwa die Oberkante des mittleren Ornatentons, wie sich aus dem Auftreten von *Cosmoceras Pollux*, *Duncani* und *lithuanicum* in den höheren Horizonten ergibt. Hier ist zu bemerken, daß *Cosmoceras ornatum* (Krenkel 1914, S. 272, Taf. 20, Fig. 10 bis 16) in die Variationsbreite von *Cosmoceras lithuanicum* fällt, das sich von dem echten *ornatum* durch das Fehlen von durchgehenden Schaltrippen sicher abtrennen läßt und in einer etwas tieferen Lage als letzterer vorkommt.

Auf Grund dieser notwendigen Neubestimmungen ergibt sich die merkwürdige Tatsache, daß das eigentliche *Cosmoceras ornatum* in Popilany anscheinend nur äußerst selten auftritt, nämlich im Glimmerton bei etwa + 7,50 m, der fast nur Quenstedticeraten liefert, also bereits dicht unter die Oxfordgrenze gehört. Die Erklärung für diese Erscheinung gibt uns die dazwischen liegende Emersionsfläche, auf der demnach während fast der ganzen Lebensdauer von *Cosmoceras ornatum* kein Sediment abgelagert bzw. dieses wieder entfernt wurde, bevor die Bildung der Lambertitone begann. Zusammen mit *Quenstedticerat* *Lamberti*, *Sutherlandiae* und *Mariae* findet sich nach Krenkel *Cardioceras Maxsei*, das mit *praecordatum* nahe verwandt, wenn nicht ident sein dürfte, und nur in den höchsten Lambertischichten nahe der Grenze zum Oxford auftritt. Wir dürfen daraus den Schluß ziehen, daß erst die höchsten Callovienhorizonte über die Emersionsfläche transgredieren, und daß der Schnitt Dogger/Malm wohl bei etwa + 10 m liegen dürfte; denn schon bei + 10,65 m finden sich die *Tenuicostaten* des tiefsten Oxford, über denen das höhere Unteroxford mit *Cardioceras cordatum* und *Perisphinctes Wartae mut. antecedens normal* folgt.

Nur als Geschiebe am Windauufer sind bislang braune, eisenreiche mittelkörnige Sandsteine mit *Perisphinctes Jeremejewi* von Wetzelsdorf aufgefunden worden, als Zeugen dafür, daß auch noch jüngstes

Unteroxford in sandiger Fazies in Litauen unter der diluvialen Decke verborgen sein muß.

Ueberblickt man die Schichtfolge und die Altersstellung, so fällt die geringe Mächtigkeit auf, die zu dem stratigraphischen Umfange in einem gewissen Gegensatz steht; erreicht doch die in Popilany kaum 7 m dicke Schichtfolge des Mittelcallovien in Mitteldeutschland an die 50 m. Noch schärfer wird der Gegensatz, wenn man bedenkt, daß doch fast sämtliche Schichten alle Merkmale raschen Absatzes an sich tragen: so stecken plattige Fossilien oft senkrecht im Sande, Treibholzsplinter bilden mit Muscheln und Ammoniten wirre Haufwerke, Eisenooide und Sande sind meist ohne Schichtung aufgeschüttet. Man sollte bei einer schnellen Sedimentation gerade erwarten, daß die Serie eine beträchtlichere Mächtigkeit erreicht als anderswo, aber das Gegenteil ist der Fall, und es bleibt kein anderer Ausweg, als die Annahme von langdauernden Unterbrechungen des Schichtabsatzes. Zu dem gleichen Schlusse werden wir noch auf zwei ganz anderen Wegen geführt, nämlich sowohl durch eine Analyse der zeitlichen Verbreitung der Leitfossilien, als auch durch eine genaue Untersuchung des Schichtaufbaues.

Die marinen Sandsteine des Mittelcallovien von Popilany bestehen aus einer Folge von in sich homogenen oder kaum geschichteten Bänken, die voneinander petrographisch unterschieden und durch meist gut ausgeprägte Schichtfugen getrennt sind. Innerhalb der einzelnen Bank ist die Ammonitenfauna von der Soble bis zum Dache stets gleichmäßig verteilt, d. h., der Aufbau der Bank benötigte in allen Fällen nur einen Zeitraum, der kürzer als eine Subzone, die kleinste stratigraphisch fassbare Zeitspanne war. Innere Textur und Fossilführung leiten also zum gleichen Schlusse, daß jedes Schichtpaket das Produkt einer sehr kurz dauernden Schüttung darstellt, daß dagegen die Sedimentationsepisoden durch sehr lange Zeiten, die durch die Bankungsfugen repräsentiert werden, unterbrochen waren, während der die abfegende Wirkung des Wellenschlags und der Strömungen, vielleicht auch die Emersion über dem Meeresspiegel den Absatz verhinderte. Wenn wir daher die Erscheinung antreffen, daß sich über einer scharfen Schichtfuge mit einem petrographischen Wechsel auch eine neue Ammonitenfauna einstellt (vergl. Popilany-Profil bei + 1,63 m, + 5,63 m usw.), so darf man nicht an eine plötzliche Einwanderung denken, sondern es handelt sich sicherlich um einen allmählich eingetretenen Faunenwechsel, der nur durch die diskontinuierliche Aufbewahrung im Sediment sprunghaft erscheint. H. Frebold wies auf ganz ähnliche Verhältnisse im germanischen

Lias hin. Es ist daher bei der Beschreibung von Profilen von großer Wichtigkeit, auch die Ausbildung der Schichtgrenzflächen genau zu beachten, denn sie haben nicht geringere Bedeutung als die Gesteinspakete selbst.

Vergleichende Untersuchungen (Brinkmann 1925⁵⁾ haben gezeigt, daß solche sich rhythmisch wiederholenden Sedimentationsepisoden, wie sie in Popilany herrschten, allgemein für die marinen Strandzonen bezeichnend sind, in denen der Senkungsbetrag für eine kontinuierliche Auffüllung nicht ausreichte. In der Küstenzone fanden bald hier, bald dort geringe tektonische Einbiegungen statt, die den Absatz begünstigten und Anlaß zu Einzelschüttungen gaben. So entsteht in der Randzone ein in sich verschränkter Linsenbau der litoralen Sedimente; jedes Zeitelement ist darin durch Sediment vertreten, aber jeweils an einer andern Stelle; im ganzen genommen ist die Schichtfolge daher kontinuierlich, das einzelne Profil hingegen sehr lückenhaft. Ein Beleg hierfür bietet ein Vergleich Popilany mit den ostpreußischen Geschieben: die Lücke bei + 6,90 m, an der fast das gesamte Untere Obercalloviens ausgefallen ist, läßt sich in dem erraticen Material nicht nachweisen, unter dem wir 12 Geschiebe dieser Zone finden.

b) Niegranden in Lettland.

In der Nähe von Niegranden treten mehrfach Juraschichten zutage, die jedoch der schlechten Aufschlüsse wegen nur selten besucht wurden, und die hier mangels eigener Beobachtungen auf Grund der Literatur kurz beschrieben und mit dem Profil von Popilany verglichen seien.

An der Mündung der Sange in die Windau nahe Niegranden (Skizze und nähere Beschreibung bei Jonas 1897) fand Grewingk (1861, S. 211) folgende Schichten erschlossen:

2,70 m dunkelgrauer Glimmerton mit knolligen Mergelgeoden. *Quenstedticeras Lamberti* (nach Jonas).

1,80 m gelblicher, lockerer Sand mit eisenschüssigen Knollen. *Cosmoceras lithuanicum*, *Cosm. Jenzeni*, *Cosm. Duncani* (nach Belegstücken im Geol. Inst. Königsberg), *Cosm. compressum*, *Cosm. Jason*, *Bel. ex aff. Beaumontianus* (Sammlung Jschreyt).⁶⁾

⁵⁾ Hierin auch ein Bewegungsdiagramm der Oszillationen, die der litauische Boden im Oberen Dogger ausführte.

⁶⁾ Für Uebersendung einer Beschreibung der Aufschlüsse des Sangetals und der dort gesammelten Fossilien möchte ich Herrn Dr. Jschreyt auch an dieser Stelle bestens danken.

Die Fossilangaben besagen übereinstimmend mit der Fazies, daß wir es mit mittlerem und oberem Callovien zu tun haben, etwa entsprechend den Schichten + 5 bis + 9 m bei Popilany.

Aus den Zechsteinbrüchen von Alschhof, etwa 2 km nordwestlich von Niegranden notierte Grewingk (S. 202):

schwarzer Glimmerton
eisenschüssiger Sandstein

0,03—0,9 m grauer bis schwarzer Ton, an der Basis eisenschüssig.
Zechstein.

In dem Profil erkennen wir unsere drei Faziesgruppen leicht wieder, oben die Tone, darunter die eisenreichen marinen Sandsteine und als Liegendes ein Tonband, das wohl als Vertreter der ganz reduzierten fluviatilen Sande gelten darf.

Das Bohrloch beim Pulwerk-Gesinde in der Nähe von Meldsern, etwa 8 km nordwestlich Niegranden durchsank nach Grewingk (S. 202 und 212) folgendes Profil:

3,70 m schwarzer, feiner Formsand mit Glimmerschüppchen und Eisenkies.

1,20 m schwärzlicher Ton mit einem 0,25 m starken festen Braunkohlenflöz (mit 60 % organischer Substanz). *Pinites jurassicus*.

1,50 m grauer Ton mit verkohlten Pflanzenresten.

2,20 m weißer Sand und Ton.

Zechstein.

Die Schichtfolge ist mit der fluviatilen Serie von Popilany zu parallelisieren, die in dem Wechsel von hellen Sanden, dunklen Tönen und kohlehaltigen Schichten durchaus analog aufgebaut ist. Ganz ähnliche Sande treten bei Wormsaaten zu Tage und überlagern dort in etwa 10 m Mächtigkeit den Zechstein.

Im ganzen ist demnach der Jura bei Niegranden ähnlich aufgebaut wie bei Popilany, denn wir treffen dieselbe fazielle Entwicklung und anscheinend auch ähnliche Mächtigkeiten an, obwohl genaue stratigraphische Vergleiche nicht möglich sind. Nur bei Alschhof ist anscheinend die fluviatile Serie fast völlig ausgekeilt, ein Zeichen, daß wir uns nahe am Rande der kontinentalen Geosynklinale befinden, über deren Raum sodann die ingredierenden marinen Schichten bedeutend übergreifen.

c) Memelgebiet.

Die Juraschichten, die sich in der Gegend von Memel auf die nach Süden sanft abfallende paläozoische Platte des Baltikum auf-

lagern, sind durch eine Reihe von Bohrungen bekannt geworden, die allerdings nur eine petrographische Gliederung zulassen. Wir begnügen uns daher mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse, da es zwecklos erscheint, die Profile hier im einzelnen aufzuführen, die bei Berendt und Jentzsch (1882), Tornquist (1910) und Hess v. Wichdorff (1917) niedergelegt sind.

Das Liegende bildet die mächtige Folge der Purmallener Mergel, über denen der marine Jura, bisweilen mit einer tonigen Muschelbreccie, transgredierte; nur selten schiebt sich eine dünne Lage fossil-leerer brauner Tone oder heller Sande zwischen Permotrias und Callovien ein. Darüber folgen meist hellgraue, lockere Sande mit einzelnen verkitteten Knollen und Bänken, sandige Oolithkalke und dünne Tonlagen, die häufig die auch in Popilany verbreiteten Fossilien, wie *Pseudomonotis echinata*, *Trigonia* sp., *Gryphaea dilatata*, *Belemniten* usw. enthalten. Die sandigen Schichten werden von einem Komplex schwarzer oder grauer, gelegentlich auch bräunlicher glimmerreicher Mergel überlagert, die bald mehr sandig, bald fetter ausgebildet sind. Nicht selten sind Einlagerungen von hellen Sanden, Toneisensteinen, Phosphoritkonkretionen oder Markasitknollen, sowie die bekannten perlmutterglänzenden Schalreste von *Nucula* sp., *Astarte* sp., *Cosmoceras* sp. und *Quenstedticeras Lamberti*.

Das Alter der Sande läßt sich auf Grund der mitgeteilten Fauna nur als Callovien im allgemeinen festlegen, während in den Tonen der Lambertihorizont sicher vertreten ist. Die Parallelisierung der Schichtfolge mit der von Popilany und Niegranden, in der ganz ähnliche Gesteine auftreten, liegt natürlich nahe, und damit die Annahme, daß die Sande und Sandsteine wesentlich Mittelcallovien, die dunklen Glimmertone Obercallovien und Unteroxford repräsentieren. Dazu stimmt ganz gut die Bohrung Gropischken, die zweifellos im Hangenden der Tone angesetzt war und Mergel und Korallenkalke antraf, die Tornquist (1910, S. 38) auf Grund des Vorkommens von *Thamnastraea microconus* ins Oberoxford stellte.

Die jurassische Schichtfolge des Memellandes ist demnach insgesamt:

+ 11 m	Korallenkalke, kristalline Kalke und Kalkmergel	}	Oberoxford
+ 45 m	dunkle sandige Glimmertone mit Konkretionen		
8–10,3 m	graue Sande, Kalksandsteine und oolithische Kalke	}	Mittelcallovien
	Purmallener Mergel		

und unterscheidet sich von der litauischen Ausbildung durch das Fehlen oder doch Zurücktreten der fluviatilen Stufe, sowie durch die größere Mächtigkeit der marinen Sande und vor allem der Glimmertone.

d) Heilsberg in Ostpreußen.

Sehr wichtige Aufschlüsse über den tieferen Untergrund Ostpreußens ergab die Bohrung Heilsberg, deren Ergebnisse P. G. Krause (1908) eingehend dargestellt hat. Da eine ganze Anzahl von Leitfossilien ⁷⁾ vorliegen, erscheint es richtig, von diesen auszugehen, um unbeeinflusst durch den faziellen Wechsel zu einer Altersgliederung des Profils zu gelangen:

609/10 m	<i>Cardioceras</i>	<i>Krausei</i>
613/14 m	<i>Hoplites</i>	<i>subundorae</i>
615/16 m	<i>Aspidoceras</i>	sp.
650 m	<i>Perisphinctes</i>	cf. <i>chloroolithicus</i>
700/11 m	<i>Oppelia</i>	sp. aff. <i>lingulatae</i>
722/23 m	"	" " "
749/50 m	<i>Cardioceras</i>	cf. <i>alternans</i>
750/51 m	"	<i>alternans</i>
753/54 m	<i>Peltoceras</i>	<i>arduennense</i>
754/55 m	<i>Cardioceras</i>	cf. <i>cordatum</i>
759/60 m	<i>Cosmoceras</i>	<i>Jason</i> , <i>Cosm.enodatum</i> , <i>Erymno-</i> <i>ceras cironatum</i> , <i>Perisphinctes curvicosta</i> .

Einen sicheren Anhalt liefert uns die Fauna in 760 m, die nahe an die Grenze Mittelcallovien-Macrocephalenschichten, welche bei 763 m liegen mag, gehört, da *Cosmoceras Jason* die tiefsten Lagen des Ornatentones charakterisiert, zusammen mit *Cosmoceras enodatum*, das in die Macrocephalenschichten hinabreicht. Das *Erymnoceras* ist im mittleren Ornatenton am häufigsten, während *Perisphinctes curvicosta* im höheren Unter- und Mittelcallovien verbreitet ist. Da *Peltoceras arduennense* in den Lambertischichten beginnt und im Unteroxford seine größte Häufigkeit erreicht, liegt die Dogger-Malm-Grenze mit Wahrscheinlichkeit um 756 m, zumal *Cardioceraten* aus der Gruppe des *cordatum* in 754/55 m vorkommen. *Cardioceras alternans* tritt erstmalig bei 750/51 m auf, was uns veranlasst, das Oberoxford bei 752 m etwa beginnen zu lassen. Wie weit es jedoch

⁷⁾ Die untenstehende Liste nach P. G. Krause mit einigen Ergänzungen auf Grund einer erneuten Durchsicht der Bohrproben.

nach oben reicht, bleibt fraglich. Zieht man den *Perisphinctes „chloroolithicus“* zu *Wartae*, so würde der Kimmeridge frühestens bei 650 m beginnen. Krause legt die Grenze bei 624 m; das dürfte aber sicher zu hoch sein, wenn man in Betracht zieht, daß bereits bei 609 und 613 m die höchste Zone des Kimmeridge durch *Cardioceras Krausei* (= *Cardioceras Volgae* Krause) und *Hoplites subundorae* nachweisbar ist. Wir kommen somit zu folgender Einteilung: ⁸⁾

ca. 650—693,3 m hellgrauer splittrig brechender Mergel und Tonmergel, gelegentlich etwas glimmerig und oolithisch.

U. d. M.: Sehr feinkörniger, etwas toniger Kalk mit feinsten Quarzsplittern. Kleinste Pyritkörnchen überall verstreut. In Calcit erhaltene Schwammnadeln sind nicht selten, ausserdem finden sich einige andere unbestimmbare Fossilien.

— 711,6 m grauer Kalksandstein und sandig-mergeliger Schiefer-ton.

— 718 m lichtgrauer, harter Mergel mit Glaukonit.

— 752 m grauer, feinsandiger, etwas mergeliger Glimmer-ton mit feinem Sandstein wechsellagernd.

U. d. M.: Flockige, dunkelbraune Tongrundmasse mit Calcitcement. Darin eingebettet finden sich Glimmerblättchen und kleine eckige Quarzkörnchen sowie viel organische Hartteile, vor allem in Opal erhaltene oder zu Calcit umgewandelte Kieselschwamm-monaxone.

Der Sandstein u. d. M.: Durch ein tonig-kalkiges Bindemittel sind ausschließlich Quarze von etwa 0,1 mm Durchmesser verkittet; sie sind gelegentlich von einer Limonithülle umgeben. (Beginnende Ooidbildung). Fossilreste massenhaft, wie Foraminiferen (*Ammodiscus* sp., *Nodosaria* sp., *Textularia* sp. u. a.) und Kieselschwammnadeln.

Ober-Oxford.

⁸⁾ Die Teufen nach P. G. Krause, die Gesteinsbeschreibungen größtenteils nach Neuuntersuchungen.

— 756 m grauer, feinsandiger, etwas mergeliger Glimmerton.

U. d. M.: In einem feinkristallinen Calcitbindemittel liegt feinst anorganischer und in geringerer Menge auch organischer Detritus (*Textularia* sp. und andere Foraminiferen, Fetzen von Muschelschalen und Echinodermenskelette). Selten sind einige größere Muskovitblättchen und Quarzkörnchen.

Unter-
Oxford.

— 759 m grauer, oolithischer Tonmergel.

— 763 m grauer, sandig-glimmeriger Mergel mit Lagen und Knollen von gelbgrauem, feinkörnigem, oolithischem Kalksandstein.

Ober- und
Mittel-
callovien.

— 769 m grauer, toniger, glimmerhaltiger Sand mit Glaukonit.

— 806 m grauer Sand mit Schalresten.

Unter-
callovien.

— 900 m heller, kalkarmer, glimmeriger Sand mit Einlagerungen von Ton, dunkelbraunem, stark sandigem Toneisenstein und glimmerigem, plattigem Sandstein und Holzkohle.

Eine festere Sandsteinbank u. d. M.: Sehr feiner, gleichkörniger Kalksandstein, Korngröße etwa 0,05 mm. Das Bindemittel ist heller Calcit, die Körnchen bestehen überwiegend aus eckigen Quarzen. Daneben kommt etwas heller Glimmer vor, zersetzte basische Silikate in Form von Chloritblättchen und einige Körnchen Zirkon; Feldspat dagegen ist kaum vorhanden.

Fluviatile
Stufe.

Die jurassische Sedimentation beginnt bei Heilsberg demnach, soweit bekannt, mit der Aufschüttung feiner Sande mit zwischengeschalteten Lettenbändern und kohligem Lagen, die den fluviatilen Schichten von Popilany und Niegranden durchaus ähneln. Aber die fazielle Übereinstimmung bedeutet keine durchgehende Altersgleichheit, denn oben sind ja bereits die Gründe dafür dargelegt, daß bei Heilsberg bereits Macrocephalenschichten transgredieren und die Sande dem Bathonien und tieferen Stufen angehören müssen, während sie bei Popilany bis ins Mittelcallovien hineinreichen.

Die Meeresingression in dies von kontinentalen Schichten aufgefüllte Becken vollzog sich anscheinend unter ganz ähnlichen Be-

dingungen wie in Litauen. Die Korngröße des Sediments wird kaum verändert, nur der Kalk- und Eisengehalt im Bindemittel und als Eisenoolith nimmt zu und führt in den höheren Lagen zu grauen und braunen Sandsteinen, die sich von den lockeren, gebleichten oder lichtbunten Tonen und Sanden gut unterscheiden. Im allgemeinen ist der terrigene Detritus feinkörniger als in Litauen, da mittelkörnige Sandsteine gänzlich fehlen. Wir dürfen das wohl als Anzeichen größerer Meerestiefe und Strandferne bewerten, zumal in den oberen Macrocephalenschichten Glaukonit auftritt, der in Popilany nicht festzustellen war. Im einzelnen ist das Unter- und Mittelcallovien feinsandig ausgebildet, sodann beginnen sandig-glimmerige Tone, die das Untere Oxford hindurch anhalten. Das Oberoxford setzt mit feinen Sandsteinen ein, dann gewinnt wie im Memelgebiet die Kalkfazies die Oberhand und führt zur Bildung von lichten Mergeln und Kalkoolithen.

e) Hohensalza in Posen.

Die Bohrung „Friedrich“ bei Hohensalza ist von Jentzsch (1913) untersucht worden, doch führte mich eine erneute Durchsicht zur Auf-
findung einiger wichtiger Fossilien, die zusammen mit den von Jentzsch angeführten eine annähernde Gliederung des Profils zulassen:

Teufe:

728—775 m	45 m oolithische Kalke und glimmerhaltige Kalkmergel. <i>Oppelia flexuosa</i> , <i>Cardioceras alternans</i> .	} Oberoxford.
— 838 m	60 m dunkelgraue Kalke mit dünnen, glimmerhaltigen Mergellagen. <i>Peltoceras arduenense</i> .	
— 844,6 m	6 m Kalkmergel. <i>Hecticoceras krakoviense</i> , <i>Cosmoceras cf. lithuanicum</i> , <i>Perisphinctes cf. curvicosta</i> .	} Ober- und Mittelcallovien
— 862 m	17 m grauer, glimmeriger Ton.	
— 869 m	7 m gelblicher Sandstein.	} Unter- callovien
— 869,5 m	0,5 m brauner, eisenhaltiger Kalkstein.	
— 1017 m	147 m dunkler Ton mit Bänken von Dolomit, Toneisenstein, Kalk und Sandstein. <i>Parkinsonia ferruginea</i> .	} Marines Bathonien.
— 1093 m	76 m dunkler Ton, wie oben.	
— 1103 m	10 m weißer, glimmerhaltiger Sandstein.	} Fluviale Stufe.
— 1110,6 m	7,5 m schwärzlicher Ton.	
— 1150,6 m	40 m grauer Ton mit dünnen Lagen gelben Sandsteins.	

Fossilleere Sande und Tone bilden das Liegende, gehören aber sicher schon tief ins Bathonien, denn bereits zur Parkinsoni- oder Ferrugineuszeit drang das Meer vor und brachte im obersten Bathonien Sande und Tone zur Ablagerung. Die intensive Kalkabscheidung begann schon unterhalb der Malmgrenze und hielt das ganze Oxford hindurch an.

Das Profil ist demnach in seiner petrographischen Folge übereinstimmend mit dem von Heilsberg oder Popilany aufgebaut, nur sind alle Fazies dem Alter nach noch weiter abwärts gerückt, da die marine Ingression hier noch früher als in Ostpreußen begann.

f) Lukow in Nordpolen.

Anhangsweise sei hier noch das Vorkommen von Lukow beschrieben, das m.W. in der Literatur bislang nur von N. Krischtafowitsch (1897) erwähnt wurde. Auf der int. geol. Karte von Europa ist es als „Jura“ eingetragen. Die feinsandigen, dunkelgrauen, sehr fossilreichen Mergelkonkretionen⁹⁾ mit

Quenstedticeras Lamberti
 „ Sutherlandiae
 „ Mariae
 Cosmoceras ornatum,

die einem dunkeln, sandig-glimmerigen Ton entstammen, lassen nach Fauna und Fazies keinen Zweifel darüber, daß es sich um Ober-Callovien handelt. Dazu stimmt auch das mikroskopische Bild: Sehr kleine, einige hundertstel mm große, eckige Quarze und fast ebensoviel Muskovitblättchen liegen locker verstreut in einem feinkristallinen Calcitbindemittel, das durch feinverteilten Limonit gebräunt und um die Sandkörnchen gelegentlich etwas gröber kristallin ist. Dazu tritt etwas Zirkon, einige zerriebene Schalreste und ziemlich viel Pyrit in feinsten Körnchen und traubigen Aggregaten.

Krischtafowitsch führt zwar noch

Cosmoceras Pollux
 „ transitionis
 „ Gowerianum
 „ enodatum,

sowie eine Anzahl Quenstedticeraten und Perisphincten an, doch erscheint mir die richtige Bestimmung von Gowerianum und enodatum sehr zweifelhaft. Pollux und transitionis sind in den mir

⁹⁾ Das Material wurde während des Krieges von Herrn Prof. Keßler, Tübingen, gesammelt und gelangte durch Herrn Prof. Salfeld an das Geol. Institut Göttingen. Beiden Herren danke ich für ihre Zustimmung zur Veröffentlichung.

vorliegenden Aufsammlungen nicht vertreten, sie deuten auf eine Vertretung des Oberen Mittelcalloviens in toniger Fazies.

III. Die Diluvialgeschiebe.

Die Jurageschiebe Ostpreußens entstammen größtenteils dem Boden der Ostsee und in geringem Maße wohl auch dem Untergrunde des Festlandes. Sie geben uns über die fazielle Ausbildung des Jura in uns heute größtenteils unzugänglichen Gebieten Kunde und unterrichten über die Ausdehnung, die die Jurasedimente noch zu Beginn des Diluviums vor der großen Exaration durch das Inlandeis hatten. Während wir also durch die Untersuchung der Geschiebe einerseits den quartären Abtragungsbetrag gewissermaßen rückgängig machen können, so sind uns andererseits durch die Methodik selbst bestimmte Grenzen gezogen. Eine Schätzung der tertiären und kretazischen Abtragung ist kaum möglich; da sie aber sehr beträchtlich war, lassen sich die wahren Küstenlinien der einzelnen Jurastufen nicht mehr mit Sicherheit ermitteln, so daß Untersuchungen der Fazies, tektonische Erwägungen und Parallelen aus anderen Formationen zur Rekonstruktion herangezogen werden müssen. Bei den Geschieben ist weiter die Unsicherheit der Herkunft und die starke Auslese, die sie beim Transport erfuhren, sehr hinderlich. Das Inlandeis kam in Ostpreußen, wie sich aus den kristallinen Leitgeschieben erschließen läßt, im Durchschnitt aus nord-nordwestlicher Richtung, doch treten auch Gesteine aus nordwestlichen und nord-nordöstlichen Gegenden auf. Die gleiche Bewegung dürfen wir für die Jurageschiebe voraussetzen und damit ist es möglich, wenigstens ihre Herkunftsrichtung, wenn auch nicht den genauen Ursprungsort zu ermitteln. Aber der Gletscher verfrachtete als noch erkennbare Geschiebe nicht alle Jurasedimente, sondern nur die widerstandsfähigsten Gesteine. Deshalb muß unser aus den Geschieben aufgebautes und rekonstruiertes Profil notwendig lückenhaft bleiben, denn es repräsentiert ja nur die härtesten Einlagerungen; wohingegen lockere Sande oder weiche Tone, die im ostpreußischen Jura gar nicht selten sind, beim Transport zerfallen und keine Spuren zurücklassen, sofern sie nicht härtere Knollen oder Geoden enthalten. Die Geschiebe vermögen somit in doppelter Hinsicht nur gewisse Mindestangaben zu liefern, ein Gesichtspunkt, der im Folgenden stets im Auge zu behalten ist.

Erstmalig wurden die ostpreußischen Diluvialgeschiebe durch Schellwien (1894) bearbeitet, der schon ihre nahen Beziehungen zum litauischen Jura betonte; jedoch ist es heute mit Hilfe der seither verfeinerten Stratigraphie möglich, in vielen Punkten über seine Ergebnisse hinauszugehen. Wichtig ist sodann ein zusammenfassender

kurzer Aufsatz von Pompeckj (1907), in dem die Geschiebe vom stratigraphischen und zoogeographischen Standpunkt aus betrachtet und in ihrer Bedeutung als Vermittler zwischen der westeuropäischen und russischen Faunenprovinz gewürdigt werden. Speziell über die Oxfordgeschiebe unterrichtet eine Arbeit von Jentzsch (1888), in der zum erstenmal die Existenz dieser Stufe in Ostpreußen nachgewiesen wurde, sowie eine Notiz von Klien (1910).

Sofern nichts anderes bemerkt wird, befinden sich die Geschiebe in der Sammlung des Geologisch-palaeontologischen Instituts der Universität Königsberg i. Pr., die das Hauptmaterial für unsere Darstellung beherbergt; doch wurden auch die Stücke anderer Sammlungen mit angeführt, sofern sie dem ost- und westpreußischen Gebiet entstammen. Für die Erlaubnis zur Bearbeitung des Materials möchte ich außer Herrn Prof. Dr. K. Andréé (Königsberg) Herrn Direktor Dr. La Baume (Danzig) und der Direktion der Preuß. Geol. Landesanstalt in Berlin auch an dieser Stelle danken.

a) Bathonien.

Ein Geschiebe mit *Parkinsonia Parkinsoni* von Pillau erwähnt Pompeckj (1907), leider ohne nähere Angaben. Obgleich das Stück seinerzeit nicht auffindbar war, möchte ich doch den Verdacht äußern, daß es sich gerade wie bei den „Liasgeschieben“ um einen verschleppten Fund handelt, was in dem Hafentort Pillau besonders leicht möglich ist. Darin kann uns die Beobachtung bestärken, daß sichere Parkinsonigeschiebe in baltischer Fazies nach Osten nur bis in die Stettiner Gegend gehen und die entsprechenden Schichten anstehend vielleicht noch bei Hohensalza, aber sicher nicht mehr bei Heilsberg in mariner Ausbildung vertreten sind.

Ebensowenig beweisend sind die Sandsteine mit *Pseudomonotis echinata*, die Schellwien in den Cornbrash stellte. Der geringe stratigraphische Wert dieses Fossils wurde schon oben betont; zudem ist zu bedenken, daß niemals ein leitender Ammonit der Aspidoideschichten aufgefunden wurde und daß die zweifelsfreien Cornbrashgeschiebe faziell ganz anders, nämlich als konglomeratische eisenoolithische Sandsteine ausgebildet sind. Der Nachweis von marinem Bathonien in Ostpreußen ist somit bislang noch nicht geführt worden.

b) Unter-callovien (Schichten mit *Macrocephalites macrocephalus*).

1. ¹⁰⁾ Feinkörniger, hellgelblicher Kalksandstein, etwas glimmerführend. Ein plattgedrücktes Bruchstück eines Ammoniten, cf.

¹⁰⁾ Die untersuchten Geschiebe sind im folgenden laufend beziffert.

Macrocephalites. — Märkisch Friedland, Kreis Deutsch Krone. (Museum Danzig)

2. Feinkörniger, hellgelblicher Kalksandstein, wie 1. *Macr. macrocephalus* var. *compressus*. — Plietnitz bei Deutsch Krone. (Museum Danzig.)

3. Hellgrauer, fester Kalksandstein, mittelkörnig, eisenreich und rostbraun verwitternd, reich an Conchylien. -- Ein kleines Exemplar von *Macr. macrocephalus* var. *compressus*. — Kulm, Westpr.

Die *Macrocephalengeschiebe* gehen nicht nach Ostpreußen hinein, sondern beschränken sich fast völlig auf das westlich der Weichsel gelegene Westpreußen. Sie sind vorwiegend als feinkörnige, helle, relativ eisenarme Kalksandsteine ausgebildet, die außer Ammoniten Flachwassermuscheln führen. Seltener sind zähe, hellgraue, mittelkörnige, eisenreiche Sandsteine, in denen sich schon die Fazies des Unteren Mittelcalloviens ankündigt.

c) Unteres Mittelcalloviens (Schichten mit *Cosmoceras Jason* und *Gulielmi*).

4. Grünlichgrauer, glimmeriger Sandstein, fossilreich, mittelkörnig. *Cosmoceras Gulielmi*. — Salvin, Kr. Dramburg. (Museum Danzig.)

5. Hellgrauer, fester, eisenreicher Sandstein, mittelkörnig, ähnlich 3. *Cosm. Jason*. — Straßburg, Westpr. (Museum Danzig.)

6. Rostbraun verwitternder harter Sandstein wie 5. Ein vollständiges großes Exemplar von *Cosm. Jason*. — Ostpreußen.

7. Gelbliche, feinsandige Mergelkonkretion, stark verwittert, die Ammoniten mit hohlen Kammern erhalten. *Cosm. Jason*, *Perisphinctes curvicosta*. — Kraußen bei Königsberg. (Geol. Landesanstalt Berlin.)

8. Dunkelbrauner, feinkörniger, ziemlich schwerer und eisenreicher Sandstein. *Cosmoceras* cf. *Castor*. — Märkisch Friedland, Kreis Deutsch Krone. (Museum Danzig.)

9. Hellbräunlicher, mittelkörniger eisenoolithischer Kalksandstein. Zwei Bruchstücke von *Cosmoceras Castor*. — Ostpreußen.

10. Hellgrauer Sandstein mit ausgelaugten Eisenoolithen, mittelkörnig, ähnlich 9. *Cosmoceras Castor*. — Ostpreußen.

11. Rostbrauner, mittelkörniger, fossilreicher Sandstein. *Cosm. Castor*. — Ostpreußen.

12. Dunkelbrauner, feinkörniger Limonitsandstein, ursprünglich wohl eisenkarbonatisch. *Cosm. Castor*. — Ostpreußen.

13. Hellgrauer, eisenoolithischer Sandstein, wie 10. *Cosm. Castor*. — Lauth bei Königsberg.

14. Rostbrauner, mittelkörniger Sandstein, wie 11. *Per. mutatus*. — Flatow, Westpreußen. (Museum Danzig.)

15. Hellgrauer, harter, eisenreicher Sandstein, mittelkörnig, sehr fossilreich. *Per. curvicosta*. — Neudamm bei Königsberg.

Die Geschiebe des Unteren Mittelcallovien sind weit zahlreicher als die der Macrocephalenzzone und vom Westen bis in den Osten unseres Gebietes in Bezug auf Häufigkeit und Gesteinsausbildung ziemlich gleichbleibend. Vorwiegend finden wir jetzt statt heller, feinkörniger Sandsteine solche von mittlerem Korn und mit beträchtlichem Eisengehalt in Form von Karbonatbindemittel oder von Ooiden, auch sind Muscheln in diesen Gesteinen meist sehr häufig. Eine gewisse Scheidung der Fazies ist darin vorhanden, daß sich in Westpreußen meist mittelkörnige, zähe eisenreiche Kalksandsteine von oft quarzitischem Aussehen finden, die frisch hellgrau sind, beim Verwittern aber rostbraun werden. Dagegen sind in Ostpreußen mittel- bis feinkörnige eisenoolithische Sandsteine häufiger, die hellgraue bis bräunliche Farben haben. Nur einmal wurde eine Mergelgeode gefunden.

d) Oberes Mittelcallovien. (Schichten mit *Cosmoceras lithuanicum* und *Pollux*.)

16. Dunkelbrauner, eisenreicher, feiner Sandstein. *Cosm. Pollux*. — Tolkemit bei Elbing. (Museum Danzig.)

17. Gelblicher, feiner, etwas glimmeriger Kalksandstein.

U. d. M.: Eckige Körnchen von Quarz, 0,05—0,1 mm Dm, einige Glimmerblättchen und wenig Feldspat (unter 1% der Quarzmenge) liegen lose eingebettet in einem dichten Calcitbindemittel, das durch Limonit gelblich gefärbt ist. *Cosm. Pollux* — Ostpreußen.

18. Brauner, feiner Limonitsandstein. *Cosm. Pollux*. — Lauth bei Königsberg.

19. Gelbgrauer, feinkörniger Sandstein mit ausgelaugten Eisenoolithen. *Cosm. Pollux*. — Lauth bei Königsberg.

20. Gelblicher, feinkörniger, glimmeriger Sandstein, wie 17.

U. d. M.: Sandkörnchen bestehen zumeist aus oft undulös auslöschendem Quarz, wenig Feldspat, etwas Zirkon und Glimmer. Das Bindemittel ist dichter, etwas eisenhaltiger Calcit. *Cosm. Pollux*. — Lauth bei Königsberg.

21. Heller eisenoolithischer Sandstein, wie 19. *Cosm. Pollux*. — Lauth bei Königsberg.

22. Ebsolcher Sandstein. *Cosm. Pollux.* — Kraußen bei Königsberg.

23. Hellgrauer, fester mittelkörniger Kalksandstein, etwas eisenoolithisch. *Cosm. Pollux.* — Kraußen bei Königsberg.

24. Hellgrauer, harter, eisenreicher Kalksandstein, reich an Muscheln, wie 11. *Cosm. Castor, Cosm. Pollux.* — Neudamm bei Königsberg.

25. Sandstein mit *Cosm. aculeatum* und *Pollux.* — Tolckemit bei Elbing. (Museum Danzig.)

26. Dunkelbrauner, feiner Limonitsandstein. *Cosm. aculeatum.* — Plietnitz, Kreis Deutsch Krone (Museum Danzig).

27. Hellgelbgrauer Sandstein, wie 20. *Cosm. lithuanicum.* — Lauth bei Königsberg.

28. Ebsolcher Sandstein. *Cosm. cf. lithuanicum.* — Lauth bei Königsberg.

29. Heller, eisenoolithischer, fossilreicher Sandstein, wie 19. *Cosm. cf. lithuanicum.* — Lauth bei Königsberg.

30. Ebsolcher Sandstein. *Cosm. aculeatum.* — Neudamm bei Königsberg.

31. Hellgrauer, harter, mittelkörniger Eisenoolithsandstein. *Cosm. cf. aculeatum.* — Nasser Garten bei Königsberg.

32. Graubrauner, feiner, mürber Limonitsandstein. *Cosm. lithuanicum.* — Goldschmiede bei Königsberg.

33. Hellgrauer, harter mittelkörniger Kalksandstein mit wenig Eisenoolithen. *Cosm. aculeatum.* — Ostsamland.

34. Hellgrauer, feinkörniger eisenoolithischer Kalksandstein. *Cosm. cf. lithuanicum.* — Lauth bei Königsberg.

35. Braune, sandige schalige Limonitkonkretion. *Cosm. Jenzeni.* — Lauth bei Königsberg.

36. Hellgelblicher, feiner, etwas glimmeriger Kalksandstein, wie 20. *Cosm. cf. lithuanicum.* — Nasser Garten bei Königsberg.

37. Hellgrauer, feinkörniger eisenoolithischer Sandstein, wie 19. *Cosm. cf. lithuanicum.* — Lötzen, Ostpr. (Geol. Landesanst. Berlin).

38. Hellgelbgrauer, feinkörniger eisenoolithischer Sandstein, wie 19. *Cosm. Duncani.* — Lauth bei Königsberg.

39. Ebsolcher Sandstein. *Cosm. Duncani.* — Lauth bei Königsberg.

40. Braune, sandige hohle Limonitschale. *Cosm. Duncani, Per. mosquensis.* — Lauth bei Königsberg.

41. Hellgelbgrauer, feiner Sandstein, wie 19. *Per. mosquensis, Bel. sp.* — Kraußenhof bei Königsberg.

42. Ebensolcher Sandstein. Mehrere kleine Exemplare von *Permosquensis*. — Lauth bei Königsberg.

43. Grauer, eisenschüssiger, mittelkörniger fester Sandstein, stark eisenoolithisch, voller Conchylien. *Erymnoceras coronatum*. — Hohenstein, Kreis Dirschau. (Museum Danzig.)

44. Grauer, rostbraun verwitternder harter Kalksandstein, ähnlich 43. *Erymn. coronatum*. — Schönwarling bei Danzig. (Museum Danzig.)

45. Gelbgrauer, etwas glimmeriger feinkörniger Kalksandstein. *Erymn. coronatum*. — Königsberg.

Die Geschiebe des Oberen Mittelcallovien sind umgekehrt wie die der Macrocephalenschichten verteilt. Während letztere etwa bis an die Weichsel gehen und ihre Hauptverbreitung im westlichen Norddeutschland haben, finden wir die Blöcke der ersteren Stufe vorwiegend auf Ostdeutschland beschränkt. Der Grund hierfür liegt sicherlich zu einem großen Teile darin, daß das Inlandeis nur im Osten transportierbare feste Gesteine vorfand, nämlich Sandsteine von durchweg feinem Korn, bei denen das Eisen im Bindemittel oder in Form von kleinen Eisenoiden auftritt, und die z. T. mit den gleichaltrigen Gesteinen von Popilany fast übereinstimmen. Mittelkörnige Sandsteine kommen nur gelegentlich vor und scheinen sich mehr an den unteren Teil des Horizonts zu halten, da sie meist *Erymnoceras coronatum* oder *Cosmoceras Castor* führen, die beide nicht hoch ins Obere Mittelcallovien hinaufsteigen. Gelegentlich, aber immerhin doch schon häufiger als in der vorhergehenden Zone kommen Limonitkonkretionen vor, die ehemals wohl in Tone eingebettet waren und bereits den Sedimentcharakter des nächsten Abschnitts einleiten.

e) Unteres Obercallovien. (Schichten mit *Cosmoceras ornatum*.)

46. Graue, feinsandig-glimmerige Mergelkonkretion, voller Ammoniten mit perlmutterglänzender Schale und meist hohlen Kammern. *Cosm. ornatum*, *Quenstedticeras Lamberti*. — Flatow, Westpr. (Museum Danzig.)

47. Gleiches Gestein. *Cosm. ornatum*, *Quenst. Lamberti*. — Plietnitz, Kreis Deutsch Krone.

48. Brauner, schwerer, feinsandiger Sphärosiderit, etwas glimmerführend. *Cosm. ornatum*, *Quenst. Lamberti*. — Danzig. (Museum Danzig.)

49. Gestein wie 46. *Cosm. ornatum*, *Cosm. Duncani*, *Quenst. Lamberti*. — Thorn.

50. Gleiches Gestein. *Cosm. ornatum*, *Quenst. Lamberti*. — Graudenz. (Museum Danzig.)

51. Gleiches Gestein. Großer Phragmocon von Bel. sp. — Ostpreußen?
52. Gleiches Gestein. *Cosm. ornatum*, Quenst. Lamberti, Quenst. Sutherlandiae, Bel. sp. — Ostpreußen?
53. Gleiches Gestein. *Cosm. ornatum*, Quenst. Lamberti, Quenst. Sutherlandiae. — Ostpreußen.
54. Gleiches Gestein. *Cosm. ornatum*. — Lauth bei Königsberg.
55. Gleiches Gestein. *Cosm. ornatum*, Quenst. Lamberti, Quenst. Sutherlandiae. — Neudamm bei Königsberg.
56. Gleiches Gestein, dieselben Fossilien. — Lauth bei Königsberg. (Geol. Inst. Hamburg.)
57. Gleiches Gestein, dieselben Fossilien. — Steinbeck bei Königsberg.

Die Geschiebe sind sowohl über das weitere Norddeutschland, als auch im besonderen über Ost- und Westpreußen ziemlich gleichmäßig verbreitet und tragen einen recht einheitlichen Habitus, der von dem der vorhergehenden Perioden sehr verschieden ist. Fast ausschließlich sind es Konkretionen, die durch ihren reichen Fossilgehalt bekannten Lambertiknollen, graue, feinsandige und stark glimmerführende, etwas eisenhaltige Mergelgeoden voller Ammoniten mit perlmutterglänzenden Schalen, deren Kammern meist hohl und mit feinkristallinem Pyrit ausgekleidet sind. Ursprünglich lagen sie wohl, nach dem mikroskopischen Bilde zu urteilen, in dunklen, feinsandig-glimmerigen Tonen, wie sie ganz ähnlich bei Popilany, Memel oder Lukow anstehen. Seltener finden sich schwere, feinsandige Sphärosiderite, die heute meist zu Limonit verwittert sind und ihre ursprüngliche Lagerstätte höchstwahrscheinlich auch in tonigen Sedimenten hatten.

f) Oberes Obercallovien (Schichten mit *Quenstedticeras Lamberti*¹¹⁾).

58. Graue, feinsandig-glimmerige Mergelkonkretion, wie 46. Quenst. Lamberti. — Bütow, Pommern (Museum Danzig.)
59. Schokoladenbrauner, mittelkörniger, glimmerführender Limonit-sandstein.

U. d. M.: In feinkristallinem sideritischen Bindemittel, das schon z. T. in Limonit übergegangen ist, liegen eckige Quarze von etwa 0,2 mm Größe, Feldspatkörner (etwa 3⁰/₁₀ der Quarzmenge), Glaukonitkörner und Mergelgeröllchen.

Quenst. Mariae. — Märkisch Friedland, Kreis Deutsch Krone. (Museum Danzig.)

¹¹⁾ Ohne *Cosm. ornatum*.

60. Gleiches Gestein wie 46, Quenst. Lamberti. — Frankenfelde, Kreis Preußisch Stargard. (Museum Danzig.)
61. Wie 60. — Flatow, Westpr. (Museum Danzig.)
62. Wie 60. — Preußisch Stargard. (Museum Danzig.)
63. Wie 60. — Straßburg, Westpr. (Museum Danzig.)
64. Gestein wie 46. Quenst. Lamberti, Quenst. Sutherlandiae. — Menthen, Kreis Stuhm. (Museum Danzig.)
65. Wie 60. — Schönwarling bei Danzig. (Museum Danzig.)
66. Wie 60. — Tolkemit bei Elbing. (Museum Danzig.)
67. Gleiches Gestein mit sehr viel Schwefelkies. Quenst. Sutherlandiae. — Oxhöft bei Putzig. (Museum Danzig.)
68. Wie 60. — Oxhöft bei Putzig. (Museum Danzig.)
69. Wie 60. — Zalesie bei Marienwerder. (Geol. Landesanst. Berlin.)
70. Wie 60. — Stuhm, Westpr. — (Museum Danzig.)
71. Wie 60. — Briesen, Westpr. (Museum Danzig.)
72. Wie 60. — Fordon, Posen. (Geol. Landesanst. Berlin.)
73. Wie 60. — Graudenz. (Museum Danzig.)
74. Wie 60. — Thorn. (Museum Danzig.)
75. Gestein wie 46. Quenst. Lamberti, Quenst. Sutherlandiae. — Fort Neudamm bei Königsberg.
76. Wie 60. — Kraußen bei Königsberg.
77. Gestein wie 46. Quenst. Lamberti, Quenst. Sutherlandiae, *Cardioceras praecordatum*. — Lauth bei Königsberg.
78. Hellbräunlicher, mittelkörniger Sandstein, stark eisenoolithisch. Quenst. Lamberti. — Lauth bei Königsberg.
79. Gestein wie 46. Quenst. Lamberti, Quenst. Sutherlandiae, *Card. praecordatum*. — Königsberg. (Geol. Landesanst. Berlin.)
80. Gestein wie 46. Quenst. Lamberti, Quenst. Sutherlandiae. — Groß Dirschkeim. (Geol. Landesanst. Berlin.)
81. Wie 60. — Blatt Arnau. (Geol. Landesanst. Berlin.)
82. Gestein wie 46. Quenst. Lamberti, Quenst. Sutherlandiae. — Zukow, Ostpr.
83. Wie 60. — Miekieten, Ostpr.
84. Wie 60. Samplawa, Kreis Löbau. (Museum Danzig.)
85. Gestein wie 46. Quenst. Lamberti, Quenst. Sutherlandiae, *Aspidoceras perarmatum*, *Peltoceras ex aff. arduennense*, *Aptychus sp.* — Insterburg. (Geol. Landesanst. Berlin.)

Die Geschiebe der höchsten Subzone des Callovien sind ganz ähnlich wie die der nächst tieferen verteilt, mit denen sie auch sonst die größte Aehnlichkeit haben. Der Absatz tonigen Materials hielt

weiter an, ohne daß eine wesentliche Aenderung der Fazies erkennbar wäre, und daher finden wir dann auch die gleichen braunen sandig-glimmerigen Lambertiknollen, gegen die mittelkörnige Sandsteine mit sideritischem Bindemittel und Glaukonit- oder Eisenoolithführung sehr zurücktreten.

g) Unteres Unteroxford (Schichten mit *Cardioceras tenuicostatum*).

86. Weißliches, leichtes, poröses Spongiengestein.

U. d. M.: Das Gestein besteht zum größten Teil aus ein-, gelegentlich auch mehrstrahligen Kieselnadeln bis zu 2 mm Länge und 0,2 mm Dicke mit Achsenkanal. Nicht selten finden sich kalkige Foraminiferenschalen und Molluskenschaltrümmer. Das terrigene Material ist durch feinen Quarzsand, dessen eckige Körnchen 0,05—0,1 mm Dm haben, gelegentlich Muskovitblättchen und Feldspatkörnchen, etwa 2 % der Quarzmenge, vertreten. Das Bindemittel ist amorphe Kieselsäure.

Cardioceras tenuicostatum, *Card. vertebrale*, *Per. cf. bernense*. — Zigankenberg bei Danzig. (Museum Danzig.)

87. Mittelkörniger bis grobkörniger brauner Sandstein mit Muscheln. *Card. tenuicostatum*. — Zalesie bei Marienwerder. (Geol. Landesanst. Berlin.)

88. Schokoladenbrauner eisenreicher mittelkörniger Limonitsandstein, wie 59. *Card. tenuicostatum*. — Lauth bei Königsberg.

89. Hellgraue, feinsandig-glimmerige Mergelkonkretion voller Ammoniten, die noch ihre Perlmutterschale und oftmals hohle Kammern behalten haben. *Card. tenuicostatum*, *Card. vertebrale*. — Ostpreußen. (Schon von Klien 1910, S. 212 beschrieben.)

90. Glimmerführender eisenschüssiger Sandstein, wohl wie 88. *Card. tenuicostatum*, *Card. cordatum*. — Ostpreußen. (Nach Klien 1910, S. 212; vielleicht handelt es sich statt des *Card. cordatum* um das sonst ausschließlich in diesem Horizont auftretende *Card. vertebrale*).

91. Hellgraues leichtes Spongiengestein, wie 86. Ein stark verdrückter großer *Per. sp.* — Stallupönen.

Die Geschiebe der *Tenuicostatenzone* sind gegen die des Callovien verhältnismäßig selten und finden sich im östlichen Deutschland noch relativ am häufigsten. Ihre reiche fazielle Differenzierung ist sehr auffallend und zeigt uns, daß um die Dogger-Malmwende, einer kritischen Zeit erster Ordnung, auch im ostpreußischen Gebiete die im höheren Callovien so stabilen Zustände einer starken Veränderung

unterlagen. Unter den Geschieben finden wir erstlich die sinngemäße Fortsetzung der Lambertifazies in den mergeligen, schwach sandigen und glimmerführenden Tenuicostatenknollen voller Ammoniten in der gleichen Erhaltung wie im obersten Dogger; der einzige Unterschied wäre höchstens, daß die Oxfordkonkretionen mehr hellgrau gefärbt und mürber sind. Abgebildet findet man sie bei Boden 1911, S. 13 und Tornquist 1910, S. 49. Dieser Fortsetzung der Tonfazies entsprechend dauert auch die sandige Ausbildung im Tenuicostatenhorizont an und zwar sind es die gleichen schokoladenbraunen mittelkörnigen Limonit-(ehemaligen Eisenkarbonat-) sandsteine, wie sie schon für die höheren Lambertschichten bezeichnend waren. Sodann kommt neben groben eisenoolithischen Sandsteingeschieben ein sehr interessantes Gestein vor, nämlich ein heller Spongit, der schon durch sein geringes spezifisches Gewicht auffällt, fast nur aus Kieselschwammnadeln und Foraminiferengehäusen besteht und wohl an Stellen zur Ablagerung kam, die von Strömungen und der damit verbundenen stärkeren Zuführung von terrigenem Detritus abseits lagen.

h) Oberes Unteroxford (Schichten mit *Cardioceras cordatum*).

92. Hellgelblicher, mergeliger Kalk mit Muscheln. Per. sp. cf. Wartae mut. antecedens. — Heitzkeberg bei Danzig-Langfuhr. (Museum Danzig.)

Nur dies eine Geschiebe ist mit Wahrscheinlichkeit in die Cordatenzone zu stellen. Dazu würde der petrographische Charakter ganz gut passen; denn mit dem Oxford beginnt sich die kalkig-mergelige Fazies von Südpolen aus, wo sie schon länger zuhause war, rasch nach Norden auszubreiten, ein Vorgang, den die Bohrungen und Aufschlüsse in Norddeutschland gut verfolgen lassen.

IV. Ergebnisse.

a) Stratigraphie.

Die Vorbedingung für eine zusammenfassende Betrachtung der Ereignisse, die sich während des Dogger und unteren Malm in Ostdeutschland abspielten, ist eine stratigraphische Grundlage, die die zeitliche Erfassung und Parallelisierung der Vorgänge ermöglicht. Folgende Tabelle, die auf die kurzlebigen Leitfossilien jener Epoche, die Ammoniten, gegründet ist, wird besser als jede Beschreibung deren vertikale Verteilung veranschaulichen und enthält zugleich die Definition für die oben benutzten Abschnitte des Calloviens, deren allgemeine Einführung sich m. E. empfehlen würde.

	West- europa	Nordwest- deutsch- land	Ost- preussische Geschiebe	Popilany	Inner- rußland
Untercallovien.					
<i>Kepplerites calloviensis</i>	+	+	-	-	?
<i>Macrocephalites macrocephalus</i>	+	+	+	-	+
Unteres Mittelcallovien.					
<i>Cosmoceras Jason</i>	+	+	+	+	+
„ <i>Gulielmi</i>	+	+	+	+	+
„ <i>enodatum</i>	+	+	+	+	+
„ <i>Tschernischewi</i>	-	-	-	+	+
„ <i>Castor</i>	+	+	+	+	+
„ <i>Waldheimii</i>	-	-	-	-	+
<i>Perisphinctes mutatus</i>	-	-	+	+	+
„ <i>curvicosta</i>	+	+	+	+	+
<i>Erymnoceras coronatum</i>	+	+	+	+	+
Oberes Mittelcallovien.					
<i>Cosmoceras lithuanicum</i>	+	+	+	+	+
„ <i>Pollux</i>	+	+	+	+	+
„ <i>Duncani</i>	+	+	+	+	+
„ <i>aculeatum</i>	+	+	+	+	+
„ <i>Jenzi</i>	-	-	+	+	+
„ <i>transitionis</i>	-	-	-	+	+
„ <i>Castor</i>	+	+	+	+	+
„ <i>Gulielmi</i>	+	+	+	+	+
<i>Perisphinctes mosquensis</i>	-	-	+	+	+
„ <i>scopinensis</i>	-	-	-	-	+
<i>Reineckia</i> -Arten	+	-	-	-	-
<i>Erymnoceras coronatum</i>	+	+	+	+	+
Unteres Obercallovien.					
<i>Cosmoceras ornatum</i>	+	+	+	+	+
<i>Quenstedticeras Lamberti</i>	+	+	+	+	+
„ <i>Mariae</i>	+	+	+	+	+
„ <i>Sutherlandiae</i>	+	+	+	+	+
Oberes Obercallovien.					
<i>Quenstedticeras Lamberti</i>	+	+	+	+	+
„ <i>Mariae</i>	+	+	+	+	+
„ <i>Sutherlandiae</i>	+	+	+	+	+
<i>Cardioceras praecordatum</i>	+	-	+	+	+
<i>Aspidoceras perarmatum</i>	+	+	+	-	+
<i>Peltoceras arduennense</i>	+	+	+	+	+

	West-europa	Nordwest-deutsch-land	Ost-preußische Geschiebe	Popilany	Inner-rußland
Unteres Unteroxford.					
Cardioceras tenuicostatum	+	+	+	+	+
„ vertebrale	+	+	+	+	+
Oberes Unteroxford.					
Cardioceras cordatum	+	+	+	+	+
Perisphinctes Wartae mut. antecedens	+	+	+	+	+
„ Jeremejewi	—	—	+	+	+
„ Bolobanowi	—	—	—	+	+
Peltoceras arduennense	+	+	+	+	+
Oppelia-Arten	+	+	—	—	—

Die Quellen für die Aufstellung der Tabelle lieferten zum größten Teil eigene Beobachtungen an den Diluvial-Geschieben, sowie in Popilany, Nordwestdeutschland und England, die nach Möglichkeit mit den in der Literatur niedergelegten Anschauungen in Übereinstimmung gebracht wurden. Besondere Genauigkeit wurde bei den Cosmoceraten angestrebt, während die angenommene Lebensdauer dieser oder jener andern Art späterhin kleinere Korrekturen erfahren mag.

Aus der Tabelle geht hervor, daß die Einordnung der einzelnen Geschiebe in bestimmte Unterabschnitte in den Fällen nicht eindeutig möglich ist, wenn sie einen Ammoniten enthalten, der während mehrerer Unterabschnitte unserer Zeitskala lebte. Dann wurde meist der Ausweg gewählt, daß das Geschiebe der Stufe zugerechnet wurde, während der das Fossil erfahrungsgemäß am häufigsten vorkommt.

b) Faunistische Verhältnisse.

Die zoogeographischen Beziehungen des ostpreußisch-litauischen Jura sind bereits von Pompeckj (1907) behandelt worden, der zu dem Schlusse kam, daß sich die Geschiebe bis ins mittlere Callovien faunistisch an den westeuropäischen, vom oberen Callovien ab an den russischen Jura anschließen. Auf Grund meines größeren Materials kann ich diese Folgerung nur bestätigen. Die obenstehende Tabelle erläutert zugleich die geographische Verbreitung der einzelnen Arten, die in den ostpreußischen Geschieben vorkommen.

Aus der Aufstellung ergibt sich, daß die Fauna des Mittelcallovien sehr weit verbreitet ist. Viele Cosmoceraten und Perisphincten

gehen von Innerrußland bis nach Frankreich und Süddeutschland, und nur wenige Arten scheinen auf den Osten oder vielmehr Norden beschränkt zu sein, denn sie finden sich in Rußland, Litauen, den Geschieben und in England, fehlen aber in Nordwestdeutschland und südlicheren Breiten. Im oberen Callovien zeigt zwar die Faunenliste kein anderes Bild wie zuvor, aber doch haben sich die Verhältnisse geändert. Ueberwogen bislang die Cosmoceraten sowohl quantitativ wie an Formenreichtum, so werden sie gegen Ende des Dogger jedoch mehr und mehr durch die Quenstedticeraten verdrängt. Während die ersteren in der in Mitteleuropa heimischen Gattung Kepplerites wurzeln, stammen letztere von den russischen Cadoceraten ab und entwickeln sich im Oxford zu der Gattung Cardioceras weiter. Daher ist es durchaus berechtigt, der mitteleuropäischen Fauna des Mittelcallovien die östliche des Obercallovien und Oxford gegenüberzustellen, sofern man die Abstammungsverhältnisse im Auge hat. In der Tabelle treten allerdings die Gegensätze zwischen mitteleuropäischer und östlicher Herkunft kaum heraus, denn weitreichende Wanderungen verwischen die genetischen Verhältnisse.

Stützen wir uns allein auf die bloße Verbreitung der Arten, also gewissermaßen auf das phänotypische Faunenbild, so gelangen wir zu folgenden Schlüssen: Die Fauna der ostpreußischen Geschiebe schließt sich im Callovien und Unteroxford sehr eng an die des litauischen Jura an, wie schon Schellwien hervorhob. Die Zahl der nicht gemeinsamen Arten ist außerordentlich klein — 4 von insgesamt 34 — = 12%, nämlich:

Macrocephalites macrocephalus

Aspidoceras perarmatum

Cosmoceras Tschernischewi

„ transitionis

Von diesen muß die erste Art noch abgesetzt werden, da ihr Fehlen nur stratigraphisch, nicht aber tiergeographisch bedingt ist. Es bleibt also eine Differenz von 9%, die durch eifriges Sammeln von Geschieben wohl ganz verschwinden würde.

Ostpreußen und Litauen bilden also eine faunistische Einheit, deren Beziehungen zum Osten und Westen im Folgenden näher erläutert seien.

Westeuropa	Ostpreußen — Litauen	Innerrußland
Reineckien	fehlen	fehlen
fehlt	Per. mutatus	Per. mutatus
fehlt	„ mosquensis	„ mosquensis
fehlt	„ Jeremejewi	„ Jeremejewi

fehlt	fehlt	Per. Bolobanowi
fehlt	fehlt	„ scopinense
fehlt	Cosm. transitionis	Cosm. transitionis
fehlt	„ Jenzeni	„ Jenzeni
fehlt	fehlt	„ Waldheimii

An diesen Beispielen erkennt man deutlich, daß sich eine ganze Reihe russischer Arten noch in den ostdeutschen Geschieben finden, daß andere hingegen ausschließlich auf Innerrußland beschränkt erscheinen. In unserm Gebiete lebte also eine verarmte boreale Fauna ohne bezeichnende westeuropäische Formen, die erst in Nordwestdeutschland häufiger werden und die östlichen Elemente mehr und mehr ersetzen, je weiter wir gegen Westen und Süden gehen. Ostpreußen und Litauen nehmen also tiergeographisch die gleiche vermittelnde Stellung ein, die das Gebiet ja auch paläogeographisch hatte. Allerdings ist diese Zwischenstellung etwas einseitiger Natur, da westeuropäischer Einschlag kaum vorhanden ist.

c) Paläogeographische und tektonische Verhältnisse.

Das bedeutendste Ereignis des höheren Dogger ist für Ostdeutschland das Versinken weiter Landflächen unter den Spiegel des Jurameeres, das seit dem mittleren braunen Jura unaufhaltsam vordrang. Die großen Züge dieses Vorganges wurden bereits früher von mir dargestellt, hier handelt es sich darum, die besonderen Schicksale der ostpreußischen Scholle im einzelnen zu verfolgen.

Schon oben wurde betont, daß der tiefere Dogger und das Bathonien in Ostpreußen und Litauen nicht in mariner Fazies entwickelt sind. Zweifelsfreie Funde von leitenden Ammoniten (*Park. Parkinsoni*, *Opp. aspidoides*) sind dort noch nicht gemacht, und daher müssen die früher allgemein ins Bathonien gestellten „Geschiebe mit *Pseudomonotis echinata*“ einem höheren Horizont angehören, was die Verhältnisse im Anstehenden ja nur bestätigen. Im Oberen Bathonien lag die Meeresgrenze etwa auf der Linie Oderbucht—Hohensalza, während den Strand ein breites, sinkendes Küstenland begleitete, das die fluviatilen Sedimente des fennoskandischen Festlandes aufnahm, die in Heilsberg mehr als 100 m Mächtigkeit erreichen, nach Norden aber allmählich abnehmen, so daß sie bei Memel und an der Sange fast ausgekeilt sind. Die Sedimente dieser weiten Deltaschüttung waren in der Hauptsache Sande, mit untergeordneten Einlagerungen von Ton- und Kohlenschmitzen. In ihrem Mineralbestand überwiegt der Quarz weitaus, daneben enthalten sie ein wenig Glimmer (*Muskovit* und zersetzten *Biotit*), selten andere Mineralien, wie *Zirkon*.

Feldspat ist nur sehr spärlich; das erklärt sich wohl daraus, daß die Jurasande nicht direkt von einem kristallinen Hinterlande abzuleiten sind, sondern einen bereits mehrfach umgelagerten Grundgebirgsschutt darstellen.

In der Macrocephalenzzeit ingredierte das Meer anscheinend ganz allmählich in die fluviatile Aufschüttungsebene, denn in der Bohrung Heilsberg ist der Beginn der marinen Ablagerungen nur aus dem Auftreten von Schalenresten, nicht aber durch einen Sedimentwechsel kenntlich. Gegen Ende dieses Zeitraums folgte die Küste etwa dem Unterlauf des Pregels, so daß das diluviale Eis die Möglichkeit hatte, Macrocephalengeschiebe nach dem westlichen Ostpreußen zu verschleppen.

Unteres Mittelcallovien ist der älteste marine Jurahorizont, der sich in Popilany, wo Old Red und Zechstein der Ostseeprovinzen im Transgressionskonglomerat auftreten, und bei Niegranden nachweisen läßt. Nimmt man hinzu, daß gleichaltrige Geschiebe in ganz Ostpreußen häufig sind, so ergibt sich schon daraus der weitere Vorstoß des Meeres gegen Nordosten, das seinen Strand bis über die Memel hinaus vorschob. Zugleich verfeinerten sich infolge der zunehmenden Küstenferne die Sedimente im Beckeninnern, man denke an die sandigen Mergel, die in der Bohrung Heilsberg diesen Horizont vertreten, und an das vereinzelte Vorkommen von sandigen Geoden unter den Geschieben.

Dieser fazielle Wechsel nimmt im Oberen Mittelcallovien seinen Fortgang. Die Geschiebe Ostpreußens sind überwiegend feinkörnige Sandsteine und auch in Popilany ist eine gewisse Abnahme der Korngröße nicht zu verkennen, wenn auch der Flachwassercharakter noch in weiten Gebieten gewahrt blieb. Man darf daher wohl annehmen, daß das Meer wie in den vorangegangenen Epochen weiter vorgriff; ein direkter Nachweis ist allerdings nicht möglich, da nördlich von Litauen keine Juravorkommen mehr bekannt sind.

Sprunghaft schnell dringt dann mit der Wende zum Obercallovien die Fazies der sandig-glimmerigen Tone überall in die Randgebiete (Litauen, Ostpreußische Geschiebe) vor, die in den tieferen Teilen des Beckens (Heilsberg, Hohensalza) schon in früherer Zeit allmählich eingesetzt hatte. Der petrographische Wechsel fällt vor allem in Popilany sehr in die Augen — hier noch verschärft durch eine Sedimentationslücke, an der fast das ganze Untere Obercallovien ausgefallen ist —, zeigt sich aber auch in den Geschieben, unter denen die Mergelgeoden plötzlich im ganzen Südbaltikum sehr häufig werden. Die Gründe für diese Faziesänderung lassen sich nicht mit

Sicherheit angeben. Sie ist wohl eher durch eine Einebnung des Festlandes als durch ein weiteres Vordringen des Meeres bedingt, das die sandige Küstenfazies nach Norden hinausschob. Es erscheint in diesem Zusammenhange bemerkenswert, daß wir am andern Ufer Fennoskandiens, in Nordengland, zur selben Zeit den gleichen Wechsel wiederfinden.

Größere Veränderungen scheinen sich an der Wende zum Oxford vollzogen zu haben, die bewirkten, daß die Geschiebe wieder überwiegend sandig ausgebildet sind, während sich in Litauen und Heilsberg die Mergel-Tonfazies aus dem Oberen Callovien fortsetzte. Zieht man dazu in Betracht, daß im erratischen wie im anstehenden Jura der Anteil von Feldspat und basischen Silikaten stark anwuchs, so ist aus allem wohl der Schluß zu ziehen, daß sich im Unteroxford der kristalline Kern der fennoskandischen Masse stärker aufwölbte und intensiv denudiert wurde, umsomehr, als die paläozoischen Schichten des Baltikums, die bis dahin hauptsächlich zerstört wurden, durch die vorschreitende Senkung unter das Abtragsniveau geraten waren.

Ein Gesamtbild möge schließlich noch das Profil Abb. 2 vermitteln, das etwa senkrecht zur Küste und in der Transgressionsrichtung liegt. Zwei Tatsachen treten darin mit Deutlichkeit hervor, die beträchtliche Senkung, die in jurassischer Zeit Norddeutschland im Gegensatz zu den baltischen Randgebieten erfaßte, und deren posthumer Charakter, da der Jura, je weiter nach Norden, auf immer ältere Schichten übergreift. Beachtlich ist auch die große Mächtigkeit der fluviatilen Ablagerungen, die vielleicht gar nicht viel geringer als die der marinen Schichten ist. Das säkulare Absinken der norddeutschen Geosynklinale erscheint daher als der primäre Vorgang, wohingegen das Eindringen des Meeres eigentlich nur als Anzeichen dafür zu werten ist, daß die kontinentale Aufschüttung mit der Abwärtsbewegung nicht Schritt zu halten vermochte. Das scheint vor allem im höheren Mittelcallovien eingetreten zu sein, daher das Uebergreifen der marinen Serie über die auskeilenden fluviatilen Absätze an der Sange im nördlichen Litauen. Mit Hilfe sedimentpetrographischer Methoden ist es möglich, diesen Vorgang der Senkung und Eindeckung des fennoskandischen Schildes über den heutigen Bereich der Jurareste hinaus zu verfolgen. Es ließ sich feststellen, daß die klastischen Bestandteile des ostpreußisch-litauischen Jura während des oberen Dogger im wesentlichen aus dem Abtrag des paläozoischen Sedimentmantels gewonnen wurden. Zu Beginn des Malm hingegen versank dies Vorfeld und wurde zum Sedimentationsgebiet. Die Erosion mußte daher bis in die kristallinen Areale zurückgreifen, was in der Mineralzusammen-

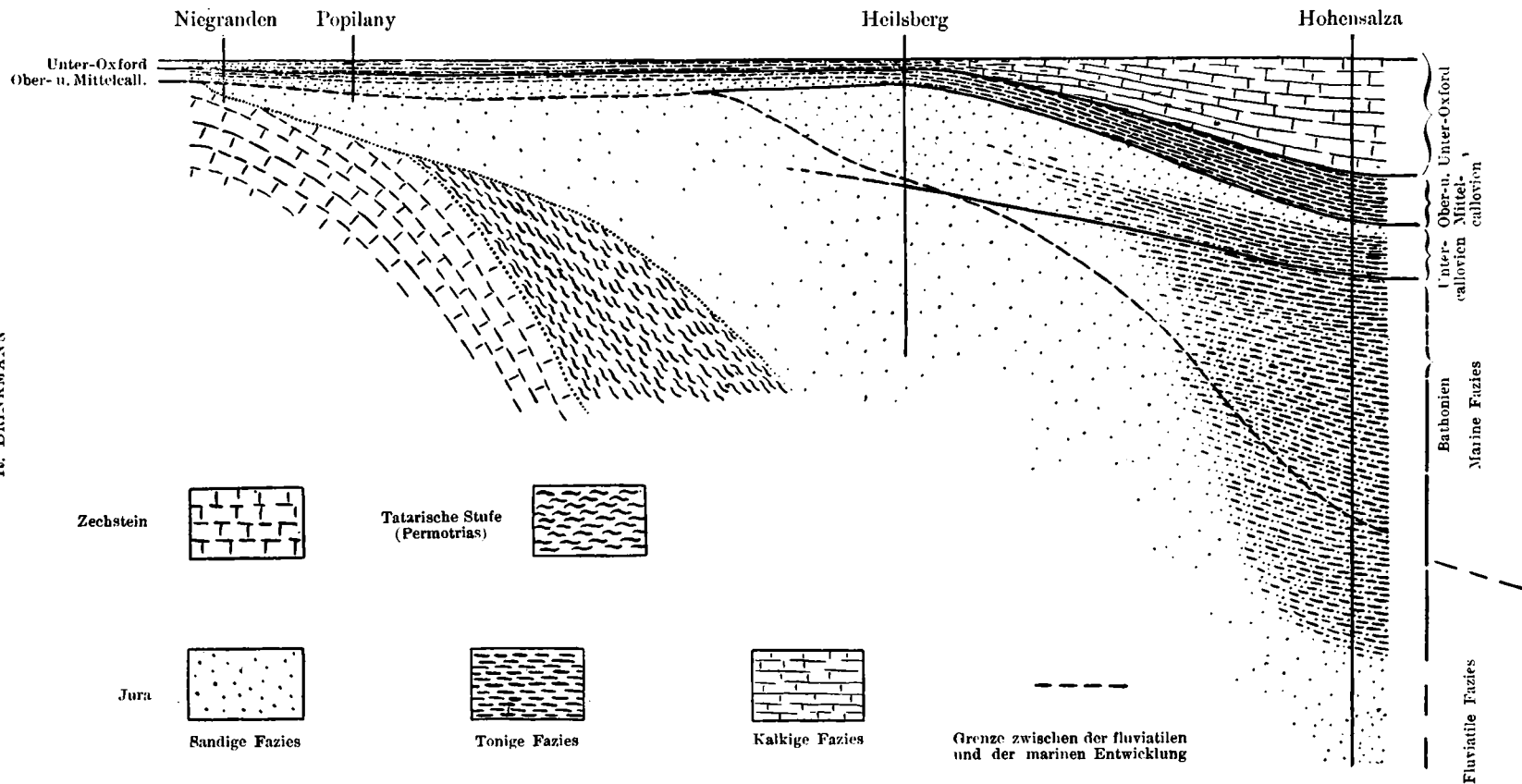


Abbildung 2. Fazies- und Mächtigkeitsprofil durch den Nordrand der baltischen Geosynklinale zur Jurazeit.

setzung der Unteroxfordgesteine deutlich zum Ausdruck kommt. Indirekt ergibt sich aus diesen Darlegungen auch ein Anhalt für die Ausdehnung des baltischen Jurameeres nach Norden, das jedenfalls während eines vielleicht nur kurzdauernden Maximalstandes sehr weit vorgegriffen haben muß.

In sehr klarer Weise bildet die Fazies auch die Boden- und Meeresbewegungen ab, wie aus Fig. 2 ersichtlich ist. Das Ueberwiegen toniger Sedimente im Südwesten, sandiger im Nordosten, sowie das allmähliche Vorgeifen der Tonfazies fügen sich im Ganzen in den Rahmen der epirogenen Senkungen ein, wenn sich auch für manche kleinere Unregelmäßigkeiten bis jetzt noch keine Erklärung geben läßt. Die untenstehende Tabelle mag erweisen, daß diese Regel nicht nur für das Anstehende gilt, sondern auch bei den Geschieben deutlich wiederkehrt.

	Zahl der Geschiebe	Mittel- körnige Sdst. %	Fein- körnige Sdst. %	Mergelig- tonige Gest. %
Oberes Unteroxford	7	40	30	30
Oberes Obercallovien . . .	28	7	0	93
Unteres Obercallovien . . .	12	0	8	92
Oberes Mittelcallovien . . .	30	20	73	7
Unteres Mittelcallovien . .	12	72	20	8
Untercallovien	3	30	70	0

V. Literatur.

- K. André: Die Diagenese der Sedimente, ihre Beziehungen zur Sedimentbildung und Sedimentpetrographie. Geol. Rdsch. Bd. 2, S. 61, 1911.
- Geologie des Meeresbodens. Bd. 2, Leipzig 1920.
- K. Boden: Die Faunen des unteren Oxford von Popilany in Litauen. Geol. pal. Abh. Bd. 14, S. 123, 1911.
- R. Brinkmann: Der Dogger und Oxford des Südbaltikums. Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. Bd. 44, 1923, S. 477.
- Ueber die sedimentäre Abbildung epirogener Bewegungen sowie über das Schichtungsproblem. Nachr. d. Ges. d. Wiss. Göttingen. Math.-Phys. Kl. 1925, S. 202.
- R. Brückmann: Die Foraminiferen des litauisch-kurischen Jura. Diese Schriften, 45. Jahrg. S. 1, 1904.
- L. v. Buch: Beiträge zur Bestimmung der Gebirgsformationen in Rußland. Karstens Archiv f. Min. etc. Bd. 15, S. 3, 1841, Ges. Schriften Bd. 4, S. 566, bes. S. 620 ff.
- E. Eichwald: Quatember Bd. 2, H. 4, Mitau 1830.
- Zoologia Specialis. Wilna 1830.
- H. Frebold: Unterer Kimmeridge in ostpreußischen Geschieben. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 54, Abt. B, S. 411, 1926.
- E. Gallinek: Der obere Jura bei Inowrazlaw in Posen. Verh. d. Russ. Kais. Min. Ges. Bd. 33, S. 333. 1895.
- C. Grewingk: Geologie von Liv- und Kurland. Dorpat 1861, S. 210 ff.
- H. Heß v. Wichdorff: Liefrg. 207 der Geol. Karte von Preußen etc. 1:25 000 mit Erl. (Memel, Kurische Nehrung), Berlin 1917.
- M. Horn: Sagenopteris caledonica n. sp. aus einem Calloviengeschiebe Ostpreußens. Diese Schriften, 54. Jahrg. S. 239, 1913.
- A. Jentzsch: Oxford in Ostpreußen. Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. Bd. 9, S. 378, 1888.
- Begleitworte zur Untergrundkarte des nordöstlichen Deutschland. Jahrb. Preuß. Geol. Landesanstalt Bd. 20, S. 266, 1899.
- A. Jentzsch und G. Berg: Die Geologie der Braunkohlenablagerungen des östlichen Deutschland. Abh. Preuß. Geol. Landesanst. N. F. H. 72, S. 19 ff, 1913.
- R. Jonas: Ueber die Juraformation von Niegranden in Kurland. N. Jahrb. f. Min. etc. f. 1897 Bd. 1, S. 189.
- W. Klien: Ueber Oxfordgeschiebe. Diese Schriften 51. Jahrg., S. 212, 1910.
- P. G. Krause: Ueber Diluvium, Tertiär, Kreide und Jura in der Heilsberger Tiefbohrung. Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. Bd. 29, T. I, S. 185, 1908.

- E. Krenkel: Die Kellowayfauna von Popilany in Westrußland. *Palaeontogr.* Bd. 61, S. 191, 1915.
- N. Krischtawitsch: Juragebilde in der Umgegend von Lukow, Gouvernement Sedlic. *Ann. geol. et min. de Russie*, Bd. 2, 1897.
- S. Nikitin: Ueber die Beziehungen zwischen der russischen und der westeuropäischen Juraformation. *N. Jahrb. f. Min. etc. f.* 1886, Bd. 2, S. 205.
- J. F. Pompeckj: Die faunistische und zoogeographische Bedeutung der Jurageschiebe im Diluvium Ost- und Westpreußens. *Diese Schriften* 48. Jahrg. S. 92, 1907.
- E. Schellwien: Der lithauisch-kurische Jura und die ostpreußischen Geschiebe. *N. Jahrb. f. Min. etc. f.* 1894, Bd. 2, S. 207.
- J. v. Siemiradzki: Ueber die Jurabildungen von Popilany. *Sitzber. der Naturforscher-Ges. b. d. Univ. Dorpat*, Bd. 8, 1889.
- O mięczakach glowonogowych brunatnego Jura w Popielanach na Żmudzi.
 - Denkschriften der Krakauer Akademie d. Wiss. Math.-Phys. Kl. Bd. 17, 1890.
 - Kritische Bemerkungen über neue oder wenig bekannte Ammoniten aus dem Braunen Jura von Popielany in Litauen. *N. Jahrb. f. Min. etc. f.* 1890, Bd. 1, S. 169.
- N. Sokolow: Geognostische Reise in die Ostseeprovinzen. *Russ. Bergjournal* Bd. 1, S. 316, 1844.
- A. Tornquist: Der Nachweis anstehender Malmkalke zwischen Tilsit und Memel. *Ztschr. Dtsch. Geolog. Ges.* Bd. 62; *Ber.* S. 147, 1910.
- Geologie von Ostpreußen. Berlin 1910, S. 33 ff.
- W. Wetzel: Zur Stratigraphie der Juraablagerungen von Popilany. *Centralbl. f. Min. etc.* 1919, S. 122.
-

Inhalt.

	Seite
1. Einleitung	1
II. Anstehende Juravorkommen	
a) Popilany in Litauen	2
a) Niegranden in Lettland	20
c) Memelgebiet	21
d) Heilsberg in Ostpreußen	23
e) Hohensalza in Posen	26
f) Lukow in Nordpolen	27
III. Die Diluvialgeschichte	
a) Bathonien	29
b) Unter-callovien	29
c) Unteres Mittelcallovien	30
d) Oberes Mittelcallovien	31
e) Unteres Obercallovien	33
f) Oberes Obercallovien	34
g) Unteres Unteroxford	36
h) Oberes Unteroxford	37
IV. Ergebnisse	
a) Stratigraphie	37
b) Faunistische Verhältnisse	39
c) Paläogeographische und tektonische Verhältnisse	41
V. Literaturverzeichnis	46

