18. Bericht des Naturwissenschaftlichen Vereins Bielefeld, S. 5—24, 1967

Aus der Naturkunde-Abteilung des Städt. Museums Bielefeld:

Fossilerhaltung in rhätischen Bonebeds

Ein Vergleich zwischen württembergischen und ostwestfälischen Vorkommen

mit 9 Abb. auf 4 Tafeln

M. Büchner, Bielefeld

Inhalt Seite

1. Einführung 6

2. Allgemeine Zusammensetzung der Bonebeds und ihre Entstehung . 6

3. Fossilerhaltung der Wirbeltierreste in Württemberg 8

3,1 Allgemeine Bemerkungen zur polarisationsmikroskopischen Untersuchungsmethodik 8

3,2 Fossilerhaltung der einzelnen Wirbeltierreste 9

3,21 Haifischzähnchen *(Acrodus)* 9

3,22 Fischzähnchen *(Saurichthys)* 10

3,23 Fischschuppen (Ganoidschuppen, *Gyrolepis)* 11

4. Fossilerhaltung der Wirbeltierreste in Ostwestfalen-Lippe 13

4,1 Allgemeine Bemerkungen über Rhät-Bonebeds in Ostwestfalen-Lippe 13

4,2 Rhät-Bonebed im Steinbruch nordwestlich der Ziegelei Deesberg bei Vlotho 13

4,3 Rhät-Bonebed im Steinbruch der Ziegelei westl. Lippinghausen (Kreis Herford) 16

5. Zur Technik der fotografischen Aufnahmen 17

6. Zusammenfassung 18

7. Literatur 19

Dr. Martin Büchner, Dipl.-Mineraloge, 48 Bielefeld,

Naturkunde-Abt. des Städt. Museums,

Stapenhorststraße 1

1. Einführung

Im Rhät (Oberer Keuper, Trias) finden sich in Württemberg wie in unserem ostwestfälisch-lippischen Heimatraum geringmächtige, linsen- bis nesterartig ausgebildete Lagen, die eine Anreicherung von Wirbeltierresten in häufig phosphatischer Fossilerhaltung erkennen lassen. Hinzu gesellen sich in großer Zahl Koprolithen, was QUENSTEDT (1858) veranlaßt hat, diese Lagerstätten in seinem Arbeitsgebiet „Schwäbische Kloake" zu nennen. In der Geologie wird aber der englische Ausdruck „bone-bed" benutzt, der von CONYBEARE 1822 (zit. bei QUENSTEDT 1858) geprägt worden ist.

2. Allgemeine Zusammensetzung der Bonebeds und ihre Entstehung

Diese Bonebeds, zu deutsch „Lagerstätten von Knochenresten", bestehen aber nicht ausschließlich aus Resten von Wirbeltieren, sondern man unterscheidet im wesentlichen folgende Anteile (vgl. Taf. 1, Bild 1: Fotografische Aufnahme eines Dünnschliffes mit groben, dunkler gefärbten Wirbeltierresten, groben, hellen Sandkörnern u. a. feineren Gemengteilen):

1. Ein Bonebed muß einen großen Anteil an Resten von Wirbeltieren aufweisen (Knochenreste, vor allem aber Zähnchen und Fischschuppen). Diese Gemengteile sind äußerlich am Handstück schon erkennbar und können mit der Lupe bestimmt werden. In Dünnschliffen eines württembergischen Rhät-Bonebeds kann der Anteil an Wirbeltierresten den Wert von etwa 60 Volumenprozent erreichen (BÜCHNER 1966, S. 81).

2. Zu den Wirbeltierresten gesellt sich ein verhältnismäßig hoher Anteil an groben, klastischen Gemengteilen: Quarzkörner (oft über 1 mm Durchmesser), gerundete Körner von mechanisch widerstandskräftigen Gesteinen wie z. B. Quarziten, Hornsteinen. Das Auftreten derartiger Gemengteile ist beobachtet worden in Bonebeds des obersten Muschelkalks (Heldenmühle bei Crailsheim, Württ.), im Grenzdolomit-Bonebed (ku_2) an der Grenze vom Unteren zum Mittleren Keuper (Bedheim im thüringischen Grabfeld) und vor allem in den Rhät-Bonebeds Württembergs. Der Anteil an groben, klastischen Gemengteilen erreicht in Tübinger Rhät-Bonebeds Werte von etwa 25 Volumenprozent (BÜCHNER 1966, S. 89).

3. Eine meist grobkristallin entwickelte, karbonatische Grundmasse verkittet die organischen und klastischen Gemengteile.

Bonebeds können als fossile Spülsäume an den Rändern ausgedehnter Gewässer oder als Ablagerungen aus Grundströmungen inmitten dieser Gewässer gedeutet werden. Für die Rhät-Bonebeds Württembergs und wahrscheinlich auch Ostwestfalens scheiden andere Deutungsmöglichkeiten aus. So stößt zum Beispiel folgende Deutung auf Schwierigkeiten: Aufarbeitung des Untergrunds, Sortierung des Materials nach der Schwere, — also Anreicherung grober Bestandteile auf sekundärer Lagerstätte bei nur geringfügigem, horizontalen Transport, Wegführung der leichteren Gemengteile.

An den schon frühzeitig entdeckten Fundstätten in der Umgebung Tübingens/Württ. konnten Wirbeltierreste gefunden werden, die verschiedenen Faunengruppen angehört haben:

1. Festland-Bewohner
2. Süßwasser-Bewohner
3. Meeres-Bewohner.

HENNIG (1923) nimmt zu den Fossilvergesellschaftungen in den Rhät-Bonebeds Württembergs folgendermaßen Stellung: „Ganoiden, Lungenfische, Schildkröten und Phytosaurier sind ständige Bewohner der Flüsse, mindestens ein Teil der Haifische, der Sauropterygier und Ichthyosaurier periodische Einwanderer von draußen (offenes Meer, Anm. d. Verf.) in die Mündungsgebiete (der größeren Flüsse, Anm. d. Verf.), Dinosaurier und Säugetiere reine Landformen". Die in den 20er Jahren mehrfach beschriebenen „Säugetierzähnchen" aus den Tübinger Rhät-Bonebeds stellt man heute nicht mehr zu den Multituberculaten, sondern zu Reptilien, die aber säugetierähnliche Merkmale tragen.

Die Tübinger Lagerstätten liegen also in einem Gebiet, in dem zur Ablagerungszeit des Rhäts sich ein Küstengewässer ausbreitete. Das nächstgelegene Festland war das Vindelizische Land (heutiges Alpenvorland südlich der Donau).

Für Ostwestfalen müssen ähnliche paläogeographische Verhältnisse angenommen werden: Zur Rhät-Zeit war das Gebiet von Wasser bedeckt. Es bleibt dahingestellt, ob im gesamten Rhät einheitlich marine, brackische oder limnische Verhältnisse herrschten, ob es Meerwasser mit normalem Salzgehalt, Brackwasser oder Süßwasser war. Das nächstgelegene Festland dehnte sich im Süden bis Südwesten aus, — die Rheinisch-Ardennische Masse. MESTWERDT (1911) hat jedoch auf Grund genauerer Untersuchungen in Nordwestdeutschland auf ein rhätisches Abtragungsgebiet im Nordosten Braunschweigs schließen können. Sandschüttungen seien jedenfalls in damaliger Zeit von Nordosten nach Südwesten in den ostwestfälischen-lippischen Raum hinein erfolgt.

Typische Fossilien in den Rhät-Bonebeds sind u. a.:
(Vgl. M. SCHMIDT 1928, 1930)

Selachii (Haifische)
Zähnchen: *Hybodus cuspidatus* AG.
Hybodus sublaevis AG.
Hybodus minor AG.
Hybodus cloacinus QUENST.
Acrodus minimus AG.

Dipnoi (Lungenfische)
Zähnchen: *Ceratodus latissimus* AG.
Ceratodus parvus AG.

Chondrostei (Knorpelganoide, Schmelzschupper)
Zähnchen: *Saurichthys acuminatus* AG.
Schuppen: *Gyrolepis albertii* AG.

3. Fossilerhaltung der Wirbeltierreste in Württemberg

In den folgenden Ausführungen soll zunächst die Erhaltung württembergischer Bonebed-Fossilien in einem Umfang beschrieben werden, um Erhaltungsweisen im ostwestfälisch-lippischen Bereich deuten zu können. Eine genaue anatomische Beschreibung von Bonebed-Wirbeltierresten muß einer eingehenderen Bearbeitung vorbehalten bleiben. Württembergische Bonebed-Reste müssen deswegen vorrangig betrachtet werden, weil allem Anschein nach hier weitgehend eine ursprüngliche Anordnung der Bauelemente vorliegt. Zugrunde liegen Beobachtungen und Untersuchungen mittels polarisationsmikroskopischer Methoden an Dünnschliffen von etwa 20 bis 30 μ Stärke.

3,1 Allgemeine Bemerkungen zur polarisationsmikroskopischen Untersuchungsmethodik

Aufgebaut werden die Wirbeltierreste in den württembergischen Bonebeds im wesentlichen aus außerordentlich kleinen Kristallen phosphorsauren Kalks. Höchstwahrscheinlich ist es Hydroxylapatit $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$. In welchem Umfange sich Fluor- und andere Ionen am Aufbau der Apatitkriställchen beteiligen, kann mit Hilfe der hier angewendeten Methoden nicht entschieden werden.

Die Doppelbrechung des Apatits ist sehr gering. Häufig wird optische Isotropie vorgetäuscht, wenn nicht gerade längsgestreckte Apatitkriställchen, in Schliffebene liegend, mikroskopisch betrachtet werden können.

Die Doppelbrechung eines Kristalls wird unter Anwendung folgender Handhabungen am Polarisationsmikroskop sichtbar: Wir legen den Dünnschliff (20 μ Stärke) eines längsgestreckten Kristalls, beispielsweise eines parallel zur Prismenfläche geschliffenen Quarzes oder den Schnitt durch einen länglichen Kalkspatkristall auf den drehbaren Objekttisch, stellen die Längsrichtung des Kristallobjekts parallel zu einem Faden des Okularfadenkreuzes im mikroskopischen Blickfeld. Dann kreuzen wir die Polarisatoren. Der Kristall verschwindet nun in vollkommener Dunkelheit. Nun wird am Objekttisch gedreht, bis die Längserstreckung des Kristalls eine Diagonalstellung erreicht, d. h. wir drehen den Objekttisch um 45°. Nun leuchtet der Kristall in einer für ihn typischen Farbe auf, die bereits einen Hinweis für seine Bestimmung erlaubt. — Bei Drehung des Präparates um 360° erzielt man insgesamt vier Hellstellungen (= Diagonalstellungen). — Diese Aufhellung, eine Wirkung der Doppelbrechung, wird aber nur sichtbar bei **optisch anisotropen** Kristallen, also bei Kristallen aller Systeme außer dem regulären (kubischen), — und auch nur dann, wenn im Dünnschliff der Kristall in bestimmten Lagen geschnitten ist. Ein Quarzkristall beispielsweise (oder ein Kalkspatkristall) zeigt nur dann eine maximale Aufhellung, wenn der Dünnschliff den Schnitt parallel zur Längsachse des Kristalls zeigt. Ein Querschnitt durch den Quarzkristall (also ein Schliff normaler Stärke parallel zu seiner Basisfläche) bleibt im Strahlengang zwischen gekreuzten Polarisatoren bei Drehung des Objekttisches um 360° immer dunkel.

Die maximale Auswirkung der Doppelbrechung wird nur in speziellen Schnittlagen sichtbar. Das kompliziert die Polarisationsmikroskopie, bereitet dem geübten Praktiker jedoch keine besonderen Schwierigkeiten mehr.

Die Brechungsindices des **Kalkspats** liegen unter Anwendung monochromatischen Lichts (Linie D) bei folgenden Werten:

$$n_\varepsilon = 1{,}4864$$

$$n_\omega = 1{,}6583$$

Die Differenz ergibt einen negativen Wert:

$$n_\varepsilon - n_\omega = -0{,}1719$$

Der optische Charakter des Kalkspats ist negativ. Die Doppelbrechung (relativ hohe Differenz zwischen den beiden Brechungsindices) ist stark.

Die Brechungsindices des **Quarzes** liegen unter Anwendung von Na-Licht bei folgenden Werten:

$$n_\varepsilon = 1{,}5533$$

$$n_\omega = 1{,}5442$$

Die Differenz ergibt einen positiven Wert:

$$n_\varepsilon - n_\omega = +0{,}0091$$

Der optische Charakter des Quarzes ist positiv. Die Doppelbrechung (geringere Differenz zwischen den beiden Brechungsindices) wesentlich schwächer.

Die schon erwähnte geringe Doppelbrechung des **Apatits** resultiert aus seinen beiden Brechungsindices (unter Anwendung von gelbem Licht):

$$n_\varepsilon = 1{,}642$$

$$n_\omega = 1{,}646$$

Die Differenz ergibt einen negativen Wert:

$$n_\varepsilon - n_\omega = -0{,}004$$

Der optische Charakter des Apatits ist negativ (die Doppelbrechung sehr schwach).

(Kubische Kristalle haben nur einen Brechungsindex, sie sind nicht doppelbrechend).

Die Behandlung der Beispiele Apatit, Quarz und Kalkspat weist schon auf praktische polarisationsmikroskopische Bestimmungsmöglichkeiten der oben genannten drei Hauptbestandteile der Rhät-Bonebeds hin: Phosphatische Wirbeltierreste, klastische Gemengteile (meist Quarzsandkörner), karbonatische Grundmasse (z. B. Kalkspat).

3,2 **Fossilerhaltung der einzelnen Wirbeltierreste**

Die polarisationsoptische Methode ermöglicht neben der hier nur sehr grob angedeuteten Mineralbestimmung, strukturelle Anordnungen der mineralischen Baustoffe direkt zu sehen.

3,21 **Haifischzähnchen** *(Acrodus)*

Mehrere Haifischzähnchen der Gattung *Acrodus* aus dem Rhät-Bonebed vom Olgahain südöstlich von Bebenhausen bei Tübingen/Württ.

sind untersucht worden. Es handelt sich um bis wenige Millimeter groß werdende, längliche Zähnchen, die schon Annäherungen an die Form eines Pflasterzahnes zeigen (= Zahnform, die sich zum „Knacken" harter Schalen eignet). Von der Firstlinie des *Acrodus*-Zähnchens ausgehende, sich verzweigende Runzeln sind häufig makroskopisch sichtbar.

Im mikroskopischen Bild zeigt der Längsschnitt durch einen *Acrodus*-Zahn einen deutlichen dreigeteilten Aufbau. Distal (an der Oberfläche des Zähnchens, = Kaufläche) ist eine dünne schmelzähnliche Schicht zu sehen, die offensichtlich aus Durodentin besteht (vgl. KEIL 1966, S. 41 f., S. 141). Durodentin ist eine Modifikation des normalen Dentins. Feinste Fasern, sicherlich vorwiegend Apatit, verlaufen von der unteren Grenzfläche der Schicht zur Zahnaußenseite, sind aber nicht streng in Schliffebene eingeregelt, liegen also nicht genau in der Ebene des Längsschnittes.

Die stärkere zweite Schicht unter der schmelzähnlichen dünnen Lage wird von zahlreichen, fast parallel verlaufenden, dunkel gefärbten Kanälchen durchzogen, die sich im proximalen (unteren) Bereich schon vielfach verzweigen und senkrecht in die schmelzähnliche Außenschicht einmünden, sich dort aber sofort verlieren. Die phosphatische Grundsubstanz zeigt auch eine optische Orientierung (gesetzmäßige Ausrichtung). Doch liegen hier die Fasern parallel den Schicht-Begrenzungslinien. Ihre Ausrichtung bildet also mit der Faserrichtung in der schmelzähnlichen Außenschicht einen Winkel von 90°.

In der dritten Schicht, der Zahnbasis, läßt sich keine einheitliche optische Orientierung der phosphatischen Substanz mehr feststellen. Bei Betrachtungsweise mit gekreuzten Polarisatoren und Drehung des Objekttisches wird eine undulöse Auslöschung sichtbar. „Wolkenähnliche" Verdunkelungen huschen über diesen Bereich des Zahn-Längsschnittes.

3,22 **Fischzähnchen** *(Saurichthys)*

In den Rhät-Bonebeds sind kleine, auch nur wenige Millimeter lange Zähnchen der Gattung *Saurichthys* häufig zu finden. Vor allem fallen die spitzen Zahnkronen auf, die zum Teil makroskopisch eine Längsriefung erkennen lassen.

Im mikroskopischen Bild werden eine schmelzähnliche Außenschicht und ein zentraler Teil sichtbar, dessen Knochensubstanz häufig herausgebrochen ist (Taf. 1, Bild 2 u. 3). In zahlreichen Dünnschliffen ist der entstandene Hohlraum mit Sedimentmaterial erfüllt, wie es im umgebenden Gestein zu finden ist. Bei der Herstellung des Präparates eines einzelnen Zähnchens konnte festgestellt werden, daß dieser Raum zum großen Teil leer war.

Die schmelzähnliche Außenschicht, eine über den Zentralteil gestülpte Kappe, besteht aus modifiziertem Dentin (vgl. KEIL, 1966, S. 145), ähnlich der Außenschicht bei *Acrodus*. Die Fasern einer phosphatischen Substanz verlaufen zwar parallel, aber nicht geradlinig. Sie bilden zum distalen Teil hin (zur Zahnspitze hin) offene Winkel. Eine große Zahl dunkelgefärbter, paralleler, feiner Linien ragt von der inneren Be-

grenzungsfläche der Kappe in die schmelzähnliche Schicht. Die Linien erreichen aber nicht die Außenfläche der Zahnkrone. Sie sind besonders im polarisierten Licht ohne Analysator sichtbar.

In der Spitze der zentralen Füllung, die noch erhalten ist (Taf. 1, Bild 2), sieht man bei gleicher Betrachtungsweise einen stärkeren Kanal, der genau in der Längsachse des kegelförmigen Zähnchens verläuft. Dieser Teil der Füllung verhält sich optisch isotrop.

Reste der zentralen Füllung an der Zahnbasis sind dagegen optisch anisotrop, zeigen also bei Drehung des Objekttisches und gekreuzten Polarisatoren Aufhellungen. Im einzelnen nicht mehr mikroskopisch wahrnehmbare phosphatische Elemente liegen in gleicher Richtung nebeneinander. Die optischen Achsen (= Längsachsen der fasrigen Apatitelemente) verlaufen etwa parallel zur Grenzfläche: Füllung gegen schmelzähnliche Außenschicht.

3,23 **Fischschuppen** (Ganoidschuppen, *Gyrolepis*)

Die in den Rhät-Bonebeds häufig sichtbaren rhombischen Schuppen von nur wenigen Millimeter Größe, die gewöhnlich mit dem Sammelbegriff *Gyrolepis albertii* AG. bezeichnet werden (M. SCHMIDT, 1928, 1930), zeigen in der Regel auf einer Seite eine wellig gefurchte, glänzende Oberfläche. Die Richtung der Wellenfurchen entspricht der längeren Diagonalen am Rhombus.

Der mikroskopische Querschnitt durch eine solche Schuppe (Taf. 2, Bild 4 u. 5) entspricht dem bei A. H. MÜLLER (1966, S. 185, Abb. 210 B, b) gezeigten Schema. Wir sehen nämlich eine gut struktuierte, farblose Ganoin-Schicht und eine stärkere, in württembergischen Rhät-Bonebeds braun gefärbte Schuppenbasis (Isopedin). Eine weitere, bei MÜLLER genannte Cosmin-Schicht, ist im vorliegenden Falle nicht sichtbar.

Die farblose Ganoin-Schicht leuchtet bei der Betrachtungsweise mit gekreuzten Polarisatoren in der jeweiligen Diagonalstellung weiß auf, im Gegensatz zur fast optisch isotrop wirkenden Schuppenbasis. Es handelt sich um das Weiß der I. Ordnung, also um eine relativ schwach wirkende Doppelbrechung. Weitere polarisationsmikroskopische Untersuchungen haben ergeben, daß es sich um längsgeschnittene Apatitfasern handelt, die etwa senkrecht auf der Schuppenbasis stehen. Hier wirkt sich also die maximale Doppelbrechung $n\varepsilon - n\omega$ des Apatits aus.

Außerdem wird bei Betrachtung ohne Analysator eine feine Struktur sichtbar (Taf. 2, Bild 4), entweder streng parallel zur Schuppenbasis angeordnete Lamellen oder solche, die eine Wellung zeigen. Ob dieser Unterschied auf verschiedene Schnittrichtungen zurückzuführen ist oder ob verschiedene Schuppenarten getroffen worden sind, muß noch geklärt werden.

Die Ausbildung wellenförmiger Lamellen läßt bei gekreuzten Polarisatoren (Taf. 2, Bild 5) ein beachtenswertes Bild entstehen: Die farblose Ganoin-Schicht zeigt bei Drehung des Objekttisches abwechselnd helle und dunkle Streifen. Die Apatitfasern, die angenähert in Schliffebene

liegen, stehen nicht streng ausgerichtet senkrecht auf der braunen Schuppenbasis. Im Dünnschliff sind eine Mehrzahl von Faserbüscheln längsgeschnitten, so daß bei gekreuzten Polarisatoren je nach Auslöschungs- oder Diagonalstellung die alternierenden dunklen und hellen Streifen sichtbar werden.

Ganoin ist nach A. H. MÜLLER (1966, S. 185) „eine dem Zahnschmelz vergleichbare Substanz". Charakteristischer Zahnschmelz mit prismatischer Struktur tritt jedoch erst bei höheren Wirbeltieren, nämlich bei Säugern und Mensch auf (vgl. KEIL 1966, S. 43 ff.). Im vorliegenden Falle handelt es sich wohl um eine Modifikation des Dentins (Vitrodentin, = Petrodentin, vgl. A. H. MÜLLER 1966, S. 185), das durch seine Anordnung in vielen kleinen Calciumphosphat-Fasern an echten Zahnschmelz erinnert.

Die in württembergischen Rhät-Bonebeds braun gefärbte Schuppenbasis weist eine andere Struktur auf. In Schliffen von 20 μ Stärke wirkt sie fast optisch isotrop, bleibt also bei gekreuzten Polarisatoren und Drehung des Objekttisches fast ständig dunkel. Stärkere Schliffe zeigen Aufhellungen und lassen erkennen, daß auch hier einheitlich orientierte phosphatische Elemente vorliegen. Doch verlaufen die Längsachsen (= optische Achsen) dieser Elemente parallel zur längeren Seite des Schuppen-Querschnitts, stehen also genau senkrecht zu den Fasern des Ganoins.

Konzentrisches Wachstum (Anwachsstreifen) wird in der Schuppenbasis (Taf. 2, Bild 4) bei Betrachtung ohne Analysator sichtbar.

Die untersuchten württembergischen Rhät-Bonebeds (BÜCHNER 1966) stammen von Orten, die im Einwirkungsbereich einer Bruchtektonik lagen.

Rhät-Bonebed vom Olgahain südöstlich Bebenhausen bei Tübingen
R = 3505,58 H = 5379,66

Aufgearbeitetes Rhät-Bonebed im Psilonotenkalk des Steinbruches im Hägnach bei Tübingen
R = 3506,10 H = 5379,15

Rhät-Bonebed-Blöcke vom Hangweg Eichenfirsthöhe zur Beckles-klinge in der Nähe des Rollerbrunnens, nordöstlich Tübingen
R = 3507,22 H = 5381,90

Rhät-Bonebed und aufgearbeitetes Rhät-Bonebed im Psilonotenkalk von der Eichenfirsthöhe, nordöstlich Tübingen
R = 3508,04 H = 5382,20

Viele karbonatisch verheilte Spalten und Risse, die das Gestein durchziehen, können auf die in der Nähe liegenden tektonischen Störungen zurückgeführt werden. Bonebed-Reste in phosphatischer Erhaltung werden auch von diesen Rissen durchzogen (vgl. Taf. 2, Bild 4 u. 5), an denen in schmalen Bereichen eine Karbonatisierung des Fossilrestes eingesetzt haben kann. Weitere sekundäre Veränderungen der organischen Reste sind in Rhät-Bonebeds des Tübinger Raumes nicht festzustellen.

4. Fossilerhaltung der Wirbeltierreste in Ostwestfalen-Lippe

4,1 Allgemeine Bemerkungen über Rhät-Bonebeds in Ostwestfalen-Lippe

Rhät-Bonebeds sind in der näheren Umgebung Bielefelds bisher noch nicht gefunden worden. LANDWEHR (1901, 1903), MEYER (1904), BURRE (1911, 1926), ALTHOFF (1914, 1928) erwähnen in ihren Veröffentlichungen nichts, weisen z. T. aber auch darauf hin, daß die Aufschlußverhältnisse in ihrer Zeit schlecht gewesen seien.

Mir selbst gelang es im Jahre 1964 bei einer Geländebegehung zusammen mit Herrn Dr. KORFSMEIER, in dem verfallenen Steinbruch einer stillgelegten Ziegelei westlich Lippinghausen, Landkreis Herford, ein Rhät-Bonebed nachzuweisen, das auf S. 16 f. beschrieben wird. Vor etwa 80 Jahren hat MONKE (1888, S. 147) entsprechende Lagen in Sundern nördlich Herford gefunden.

Ein auffälliges Grenz-Bonebed an der Grenze Steinmergelkeuper (Mittlerer Keuper) gegen Rhät (Oberer Keuper) ist indessen im Lippischen Bergland bekannt (MESTWERDT 1911, S. 425; NAUMANN 1914, S. 583 ff., 1922, S. 28 ff.). Dieses Bonebed wird bereits ins Rhät gestellt. In der Literatur sind jedoch Angaben über weitere Bonebed-Lagen zu finden, die in höheren stratigraphischen Niveaus des Rhäts im Gebiet der Geologischen Blätter Vlotho und Herford-Ost gefunden worden sind (SCHLÖNBACH 1862, S. 170 ff.; WAGENER & BRANDT 1864; NAUMANN 1922, S. 28 ff.; MESTWERDT 1922, S. 17, S. 20). Viele Angaben gehen auf die erfolgreiche Tätigkeit Otto BRANDTs in Vlotho im vorigen Jahrhundert zurück, den MESTWERDT (1922) „einen um die Geologie seiner Heimat verdienten Forscher" nennt. Eine Reihe von Belegstücken Otto BRANDTs wird heute in den Geologisch-Mineralogischen Sammlungen des Übersee-Museums zu Bremen aufbewahrt.

NAUMANN (1922) hat den Vlothoer Rhätkeuper in vier Stufen untergliedert, von denen die unterste, „die unteren Grenzschichten" genannt, an dieser Stelle von besonderem Interesse ist. Der Autor erwähnt besonders die linsenartige Ausbildung der Bonebed-Lagen, von denen in jener untersten Stufe des Vlothoer Rhäts mindestens eine, doch auch mehrere übereinander nachzuweisen seien.

4,2 Rhät-Bonebed im Steinbruch nordwestlich der Ziegelei Deesberg bei Vlotho

Im Jahre 1966 haben Herr Dr. SERAPHIM und Herr BRANZKA den alten, stillgelegten Steinbruch nordwestlich vom Gut und der Ziegelei Deesberg bei Vlotho besucht und ein geringmächtiges Bonebed an der Steinbruchsohle gefunden. Ob dieser Aufschluß mit dem bei NAUMANN (1922, S. 31) genannten identisch ist, muß noch klargestellt werden, da NAUMANN eine verwirrende Ortsbeschreibung („rechts der Weser") anführt und die aufgeschlossenen Schichten des Deesberg-Steinbruches in die „Stufe der Schiefertone mit *Protocardia* und Quarzitschiefer", also in die dritte Stufe stellt, in der nach WAGENER & BRANDT (1864) auch Bonebed-Reste vorkommen sollen.

Der alte, verlassene Steinbruch liegt am Hang westlich des Wesertales, knapp westlich der Bahnlinie Vlotho — Bad Oeynhausen.

R = 3489,94 H = 5784,12

Er ist von mir am 22. 9. 1966 anläßlich einer Vorexkursion besucht worden, wobei reichlich Proben vom Bonebed an der Steinbruchsohle genommen worden sind. Am 25. 9. 1966 war er eins der Ziele einer geologischen Exkursion des Vereins unter Führung von Herrn Dr. SERAPHIM (SERAPHIM 1966).

Das etwa 2 cm starke Bonebed führt an seiner Basis, schon makroskopisch auffallend, zahlreiche gelblichgraue Mergelgerölle, zweifellos aufgearbeiteter Steinmergelkeuper, — und darüber viele Bonebed-Wirbeltierreste. An bestimmbaren Resten sind zu nennen:

Zähnchen: *Ceratodus parvus* AG.
Saurichthys acuminatus AG.
Acrodus sp.

Schuppen: *Gyrolepis albertii* AG.

Die schmelzähnlichen Überzüge sind tiefschwarz, glänzend ausgebildet.

Doch überwiegen unbestimmbare Knochensplitter. Einige dunkle, rundliche Knollen lassen sich nach äußeren Kennzeichen als Koprolithen deuten.

Das Vorkommen von Steinmergelkeuper-Geröllen läßt vermuten, daß es sich um das Grenzbonebed handelt (Grenze Steinmergelkeuper/Rhät). Eine genaue stratigraphische Einordnung muß aber wegen bestehender Unklarheiten einer gesonderten Bearbeitung vorbehalten bleiben.

Von den gewonnenen Proben sind Dünnschliffe angefertigt worden (vgl. Taf. 3, Bild 6 u. 7; Taf. 4, Bild 8 u. 9).

Zusammensetzung des Gesteins:

1. Viele, meist unbestimmbare Wirbeltierreste
2. Feinkörnige Mergelgerölle, sichtbar beispielsweise auf Taf. 4, Bild 9, links und rechts des Knochenrestes
3. Grobe Sandkörner
4. Mergelige Grundmasse mit feinen Sandkörnern.

An dieser Stelle sollen die Wirbeltierreste einer besonderen Betrachtung unterzogen werden.

Im Dünnschliff lassen sich die Fischschuppen *Gyrolepis albertii* AG. an ihrem zweischichtigen Bau (Ganoin-Schicht, Schuppenbasis) besonders leicht erkennen und bestimmen (Taf. 3, Bild 6). Im Gegensatz zu den württembergischen Bonebed-Resten, die einen Aufbau aus höchstwahrscheinlich ursprünglichen phosphatischen Bauelementen zeigen, wird hier im Vlothoer Bonebed besonders bei Betrachtungsweise mit gekreuzten Polarisatoren innerhalb der phosphatischen Grundsubstanz eine wechselnd große Zahl von mikroskopisch erkennbaren Quarzkristallen sichtbar. Die Quarze, die in speziellen Fällen die phosphatische Fossilsubstanz vollkommen verdrängt haben, zeigen häufig eine angenäherte Ideal-

gestalt, nämlich je nach Schnittlage lange Prismen oder hexagonale Umrisse.

Die Vlothoer Bonebed-Reste sind also sekundär verkieselt, d. h. durch Zufuhr von SiO_2 in wässriger Lösung und Bildung von Quarzkristallen sind ursprüngliche Mineralgemenge z. T. oder völlig verdrängt worden. Auf Taf. 3, Bild 6 ist eine deutlich erkennbare Fischschuppe *(Gyrolepis)* abgebildet. Auf Taf. 3, Bild 7 sehen wir bei gekreuzten Polarisatoren eine intakte Ganoin-Schicht, darunter eine fast völlig umgewandelte (verkieselte) Schuppenbasis. Nur der linke Teil der Basis bleibt bei gekreuzten Polarisatoren dunkel, hier liegt noch Phosphatsubstanz vor. Der größere, rechte Teil der Basis besteht aus einem wirren Haufwerk von Quarzkriställchen, die häufig den Schnitt nach dem länglichen Prisma zeigen. Rechts unter der großen Schuppe auf Taf. 3, Bild 6 liegt schräg angeordnet eine kleinere Schuppe. Hier hat die Mineralumbildung die urprüngliche Ganoin-Schicht erfaßt, nicht aber die Schuppenbasis, wie Taf. 3, Bild 7 zeigt. In der Ganoin-Schicht haben sich Quarze gebildet, die Schuppenbasis blieb intakt, ist also noch phosphatisch erhalten.

Die Abbildungen auf Taf. 4 (Bild 8 u. 9) vermitteln einen guten Eindruck von Quarz-Neubildungen in der ursprünglichen, phosphatischen Substanz eines unbestimmbaren Knochensplitters. Das Wachsen kleiner Quarzkristalle war vor allem an den äußeren Begrenzungsflächen des Restes, an Spaltrissen oder organisch-strukturellen Unstetigkeiten innerhalb des Restes begünstigt. Die Verkieselung, besser „Verquarzung", wirkte also von außen auf die phosphatischen Reste ein. Im Inneren der Reste begann der Umwandlungsprozeß zunächst nur an Stellen, wohin SiO_2 in gelöster Form gelangen konnte.

Die beigefügten Abbildungen vom Vlothoer Bonebed zeigen Mineralbildungsvorgänge, die in den ursprünglichen, phosphatischen Wirbeltierresten **sekundär** (nach ihrer Einbettung ins Sediment) erfolgt sind. Hauptsächlich hat sich Quarz gebildet, untergeordnet können auch Kalkspat-Rhomboeder beobachtet werden.

Die Verkieselung hat auch Teile der Grundmasse erfaßt. Häufig durchsetzt ein größtenteils in der Matrix (Füllung zwischen den groben organischen und klastischen Bestandteilen) gebildetes Quarz-Kristallindividuum Teile eines organischen Wirbeltierrestes ohne Rücksicht auf die einstmals mineralogische Verschiedenheit der Bestandteile. Regenerationssäume an Quarz-Sandkörnern können beobachtet werden, d. h. hier haben Sandkörner den Kristallkeim gebildet, sind durch Zufuhr und Anlagerung von SiO_2 weitergewachsen, wobei die Anwachszone die gleiche optische Orientierung aufweist wie das ursprüngliche Sandkorn.

Die erkennbaren Fischzähnchen zeigen das gleiche Bild. Kaum liegt ein Wirbeltierrest in jener Fossilerhaltung vor, die in württembergischen Bonebeds festzustellen ist.

Folgende Beobachtung im Vlothoer Bonebed muß hervorgehoben werden: Bei mikroskopischer Betrachtung ohne eingeschalteten Analysator, also bei einer Betrachtungsweise, wie sie etwa das biologische Mikroskop

ermöglicht, ist der ursprüngliche Aufbau aller organischen Reste zu erkennen. Die Mineralneubildungen haben also keineswegs ursprüngliche, organisch bedingte Strukturen verwischt.

In den Steinmergelkeuper-Geröllen sind keine groben Quarzkristalle zu sehen. Entweder sind sie von der Umbildung nicht betroffen worden oder haben anders reagiert, was erst der Vergleich mit sicher unbeeinflußtem Material ergeben kann.

Koprolithen, die in den Schliffen getroffen worden sind, zeigen auch eine andere Ausbildung als in Württemberg. Hier in Vlotho werden sie von einem Filzwerk bräunlicher Nadeln durchsetzt, die u. U. auch als Neubildungen zu deuten sind.

Der Umfang der Quarz-Neubildungen im Vlothoer Rhät-Bonebed läßt erkennen, daß mindestens ein Teil der Kieselsäure (SiO_2) dem Sediment **zugeführt** sein muß. Ein derartig hoher Gehalt an SiO_2 kann nicht aus dem umgebenden Sediment selbst stammen, kann nicht von einer An- oder Auflösung feiner Quarz-Sandkörner abgeleitet werden.

4,3 Rhät-Bonebed im Steinbruch der Ziegelei westlich Lippinghausen (Kreis Herford)

Zum Vergleich mit dem Vlothoer Vorkommen soll hier ein Rhät-Bonebed angeführt werden, das allerdings nicht im Anstehenden, sondern in gebrochenem und liegengebliebenem Gestein des ehemaligen Steinbruches an der stillgelegten Ziegelei westlich Lippinghausen (Landkreis Herford) von mir am 27. 5. 1964 gefunden worden ist.

R = 3474,50 H = 5779,68

Sehr kleine, fast unkenntliche Wirbeltierreste sind auf Schichtflächen des feinkörnigen, bankig ausgebildeten Rhät-Quarzits angereichert, dessen stratigraphische Stellung innerhalb des Rhäts noch zu klären ist. Von den Grenzen der Quarzitbänke reicht das Bonebed nur wenige Millimeter tief ins Gestein.

Folgende Fossilien konnten bestimmt werden:

Saurichthys acuminatus AG.
Gyrolepis sp.

Hinzu gesellen sich viele unbestimmbare Knochenreste und Koprolithen. Die Zähnchen und Schuppen übersteigen nur in wenigen Fällen Abmessungen von einem Millimeter. Knochenbruchstücke von bis 20 Millimetern Größe konnten beobachtet werden.

Die Dünnschliffe zeigen folgendes:

Grobe klastische Gemengteile treten nur spärlich auf. Für das Bonebed von Lippinghausen trifft also die Regel nicht zu, daß Wirbeltierreste und grobklastische Bestandteile sich in vergleichbaren Mengenverhältnissen mischen. In Lippinghausen liegen die organischen Reste in Feinsand, der durch Diagenese jene Festigkeit und Härte erlangt hat, die eine Bezeichnung „Rhät-Quarzit" erlauben. Das sandige Sediment hat also nachträglich eine Verkieselung erfahren. Zu beachten sind nun die Erhaltungsarten der Wirbeltierreste:

Auch im mikroskopischen Bild werden meist nur unbestimmbare Fossilreste sichtbar. In vielen Fällen bestehen sie aus phosphatischer Substanz. Diese Reste bleiben bei Betrachtung mit gekreuzten Polarisatoren und Drehung des Objekttisches immer dunkel oder zeigen nur ganz geringfügige Aufhellungen. Allerdings werden inmitten der phosphatischen Substanz Nester und Einzelbildungen nadeliger Karbonate und in einigen großen Knochenresten Neubildungen größerer Quarzindividuen beobachtet. Also auch in Lippinghausen sind einzelne Bonebed-Wirbeltierreste sekundär verändert worden, wenn auch nicht in dem Maße wie in Vlotho. Mehrere größere Fossilreste weisen eine phosphatische, dunkelbleibende Substanz auf, in der einige Quarze im Querschnitt (Sechseck) und im Längsschnitt (Prisma, in einem Falle sogar mit zwei ausgebildeten Pyramiden) getroffen sind. An den wenigen, allerdings nur sehr kleinen Ganoidschuppen läßt sich nirgends mehr die Ganoin-Schicht in einer Erhaltung feststellen, wie sie in Württemberg ausgebildet ist. Gerade die ursprüngliche Ganoin-Substanz scheint in Lippinghausen sekundären Umbildungsprozessen zum Opfer gefallen zu sein.

5. Zur Technik der fotografischen Aufnahmen

Die Abbildungen Taf. 1, Bild 1, 2 u. 3, Taf. 4, Bild 8 u. 9 sind mit Hilfe folgender Apparaturen aufgenommen worden:

Stativ: Älteres REPROVIT-Gerät (LEITZ).

Beleuchtungsquelle: Ältere MONLA-Lampe mit Regel-Transformator (LEITZ).
Iris-Blende fast geschlossen.

Beleuchtungsapparat: Alter Glaszylinder (ehemaliges Aufbewahrungsglas für Insekten) und eine Leselupe.

Polarisator: Polarisationsfilter für ein LEICA-Objektiv.

Analysator: Auf das Foto-Objektiv aufsteckbarer Polarisationsfilter.
Dieser Filter mußte so lange gedreht werden, bis eine maximale Dunkelheit im Blickfeld erzielt wurde.

Aufnahmeapparatur: Am Höhen-verstellbaren REPROVIT-Arm ist ein LEITZ-Balgengerät II mit VISOFLEX-Ansatz III und LEICA-M-Gehäuse angeschraubt worden.

Foto-Objektiv: LEITZ-ELMAR 1:2,8/50 mm.

Der Vergrößerungsmaßstab ist hierbei stufenlos veränderlich, leider reicht die Vergrößerung nicht für alle Zwecke aus. Die Wiedergabe des Bildes auf der fotografischen Aufnahme ist sehr gut.

Die stärkeren Vergrößerungen auf Taf. 2, Bild 4 u. 5, Taf. 3, Bild 6 u. 7 sind mit Hilfe eines älteren biologischen LEITZ-Forschungsmikroskops hergestellt worden.

Beleuchtungsquelle: MONLA-Lampe
Mikroskop-Objektiv: 3,2 : 1
Mikroskop-Okular: Periplan 10 x

Unter das Objekt wurde eine Polarisationsfolie gelegt. Als Analysator diente ein Polarisationsfilter, der auf das Okular gelegt wurde und gedreht werden mußte, bis die maximale Dunkelheit im Blickfeld erzielt war.

In bestimmtem Abstand war wieder die Apparatur mit Balgengerät II, VISOFLEX-Ansatz III, LEICA-M-Gehäuse über dem Mikroskop-Okular angebracht worden.

Die Bildwiedergabe ist nicht ganz befriedigend, da sich randliche Unschärfen eingestellt haben.

Die genaueren polarisationsmikroskopischen Untersuchungen sind mit einem LABORLUX-POL-Mikroskop der Firma LEITZ durchgeführt worden. Mir wurde die Benutzung eines in der Baustoffprüfstelle der Stadt Bielefeld befindlichen Geräts erlaubt, wofür dem Leiter der Dienststelle, Herrn Bauingenieur H. GÄRTNER, besonders gedankt wird. Der Naturkunde-Abteilung des Städtischen Museums Bielefeld fehlt leider noch ein derartiges Gerät, das ein rationelleres Arbeiten gestatten könnte.

6. Zusammenfassung

Im wesentlichen setzen sich Rhät-Bonebeds aus folgenden Anteilen zusammen:

1. Wirbeltierreste
2. Grobe klastische Gemengteile.

Das Bindemittel ist in den meisten Fällen karbonatisch.

Besonders häufige Wirbeltierreste sind Zähnchen von Haifischen (Gattungen *Hybodus* und *Acrodus*), Lungenfischen (Gattung *Ceratodus*) und Knorpelganoiden (Gattung *Saurichthys*) sowie Ganoidschuppen (Gattung *Gyrolepis*). Eine große Anzahl von meist unbestimmbaren Knochenresten und Koprolithen beteiligt sich an der Zusammensetzung der Bonebeds.

Dünnschliffe von einzelnen Zähnchen der Gattungen *Acrodus* und *Saurichthys* und von Schuppen der Gattung *Gyrolepis* sind unter dem Polarisationsmikroskop untersucht worden. Sie entstammen Rhät-Bonebeds aus der Umgebung Tübingens/Württ. Höchstwahrscheinlich sind in diesen Resten ursprüngliche Anordnungen kristalliner, phosphatischer Substanzen in verschiedenen Schichten bis auf den heutigen Tag erhalten. Die Zähnchen weisen alle eine mehr oder minder starke schmelzähnliche Schicht an ihrer Oberseite auf, die aus modifiziertem Dentin besteht. Feinste, aus Apatit bestehende Fasern, die einzeln mit der zur Verfügung stehenden mikroskopischen Apparatur nicht mehr wahrnehmbar sind, zeigen in ihrer Gesamtheit optische Effekte, die auf gesetzmäßige Anordnungen schließen lassen. Die Ganoidschuppen (Gattung *Gyrolepis)* bestehen aus einer Ganoin-Schicht und einer Schuppenbasis. Eine Betrachtungsweise zwischen gekreuzten Polarisatoren erlaubt Schlüsse auf die Anordnungen von Apatitfasern in Ganoin-Schicht und Schuppenbasis.

Rhät-Bonebeds von Vlotho und Lippinghausen (Landkreis Herford) im ostwestfälisch-lippischen Raum werden mit den württembergischen verglichen. Hierbei zeigen sich besonders Verschiedenheiten in der Fossilerhaltung der Wirbeltierreste. In starkem Maße lassen die Reste von Vlotho, in geringerem auch die Reste von Lippinghausen eine Verkieselung erkennen. Mikroskopisch sichtbare Quarzkristalle, häufig in

ihrer Eigengestalt, sind in die phosphatische Grundsubstanz eingelagert. Die Neubildungen von Quarzen können die ursprüngliche, phosphatische Substanz in speziellen Fällen völlig verdrängen. Primäre organische Strukturen sind dabei nicht verloren gegangen, wie die Betrachtung in polarisiertem Licht ohne Analysator zeigt.

Der Umfang der Verkieselung, so auch das häufig sichtbare orientierte Anwachsen von Quarz an vorhandene Sandkörner und die folgende Verdrängung phosphatischer Substanz in den Wirbeltierresten lassen für das Vlothoer Rhät-Bonebed den Schluß zu, daß eine Zufuhr von SiO_2 in wässriger Lösung stattgefunden hat, daß die Verkieselung erst **nach** Einbettung der Reste im Sediment erfolgt ist.

In Lippinghausen können besonders in großen, unbestimmbaren Knochenresten Neubildungen von Quarzen festgestellt werden. Bei den Umwandlungsprozessen hat sich in den ursprünglich phosphatischen Resten auch Kalkspat gebildet. In Lippinghausen sind es nadelige Aggregate, in Vlotho z. T. gut ausgebildete Rhomboeder.

7. Literatur

ALTHOFF, W.: Die geologischen Aufschlüsse Bielefelds. — 3. Ber. Naturw Ver. Bielefeld. S. 193—225, 1 Abb., Bielefeld 1914.

ALTHOFF, W.: Übersicht über die Gliederung der mesozoischen Schichten bei Bielefeld. — 5. Ber. Naturw. Ver. Bielefeld, S. 1—20, Bielefeld 1928.

BRANDT, O.: Versteinerungen und Mineralien aus Westphalen. — In: Bericht über die 26. Generalversammlung des naturhist. Vereins für Rheinland u Westphalen, Correspondenzblatt 2, S. 80—82, Verh. naturhist. Ver. d. preuß. Rheinlande u. Westphalen, **26**, (3. Folge, 6. Jg.) Bonn 1869.

BÜCHNER, M.: Petrologische Untersuchungen an der Keuper-Lias-Grenze Württembergs. — Dipl.-Arbeit, Manuskript Gießen 1961.

BÜCHNER, M.: Zur Petrologie und Entstehung der Gesteine an der Keuper-Lias-Grenze in Württemberg. — Dissertation Gießen 1965, veröff. i. Eigenverlag, 159 S., 16 Tab., 1 Karte, 8 Taf., Gießen 1966.

BURRE, O.: Der Teutoburger Wald (Osning) zwischen Bielefeld und Oerlinghausen. — Jahrb. Königl. Preuß. Geol. Landesanst., **32**, I, 2, S. 306—343, 1 Taf., Berlin 1911.

BURRE, O.: Erläuterungen zur geolog. Karte v. Preußen usw. — Blatt Herford-West. — 43 S., 5 Abb., Berlin 1926.

HENNIG, E.: Geologie von Württemberg nebst Hohenzollern. — Handb. Geol. Bodenschätze Deutschlands, **2**, 1, 383 S., 61 Abb., 9 Taf., Berlin (Borntraeger) 1923.

KEIL, A.: Grundzüge der Odontologie. 2. Aufl. 278 S., 251 Abb., 4 Taf., Berlin (Borntraeger) 1966.

LANDWEHR, F.: Die Grenze der Trias- und Juraformation im Stadtgebiet Bielefeld. — Ravensberger Blätter, **1**, 9, S. 68—71, Bielefeld 1901.

LANDWEHR, F.: Die Grenze der Trias- und Juraformation im Stadtgebiet Bielefeld. — Ravensberger Blätter, **3**, 7, S. 50, Bielefeld 1903.

MESTWERDT, A.: Über Faciesverhältnisse im Rät und untersten Lias in Nordwestdeutschland. — Jahrb. Königl. Preuß. Geol. Landesanst., **31**, II, 2, S. 420—429, Berlin 1911.

MESTWERDT, A.: Erläuterungen zur geolog. Karte v. Preußen usw. — Blatt Herford-Ost. — 45 S., 4 Abb., Berlin 1922.

MESTWERDT, A., u. BURRE, O.: Erläuterungen zur geolog. Karte v. Preußen usw. — Blatt Bielefeld. — 39. S., Berlin 1926.

MEYER, E.: Der Teutoburger Wald (Osning) zwischen Bielefeld und Werther. — Jahrb. Königl. Preuß. Geol. Landesanst., **24**, 3, S. 349—380, 1 Taf., Berlin 1904.

MONKE, H.: Die Liasmulde von Herford in Westfalen. — Verh. naturhist. Ver. preuß. Rheinlande, Westfalen usw., **45** (5. Folge, 5. Jg.), S. 125—238, 1 Karte, 2 Taf., Bonn 1888.

MÜLLER, A. H.: Lehrbuch der Paläozoologie. — **3**, Vertebraten, Teil 1, Fische i. w. Sinne u. Amphibien. — 638 S., 698 Abb., Jena (VEB Fischer) 1966.

NAUMANN, E.: Über Gipskeuper, Rät und Lias im östlichen Teile des Blattes Rinteln. — Jahrb. Königl. Preuß. Geol. Landesanst. **34**, II, 3, S. 578—588, Berlin 1914.

NAUMANN, E.: Erläuterungen zur geolog. Karte v. Preußen usw. — Blatt Vlotho. — 54 S., Berlin 1922.

QUENSTEDT, F. A.: Der Jura. — 842 S., 42 Abb., 3 Beil., Atlas mit 100 Taf., Tübingen (Laupp) 1858.

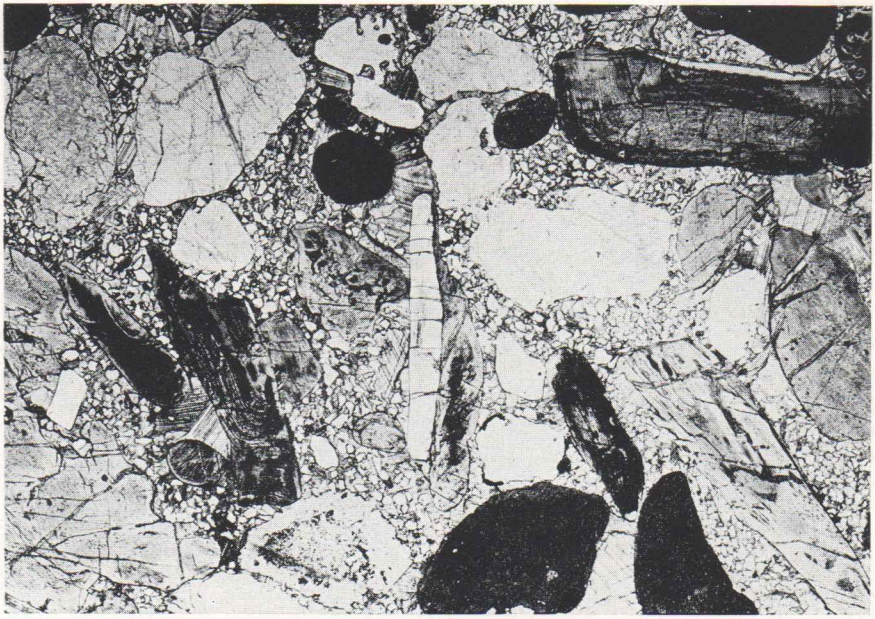
SCHLÖNBACH, A.: Beitrag zur genauen Niveaubestimmung des auf der Grenze zwischen Keuper und Lias im Hannoverschen und Braunschweigischen auftretenden Sandsteines. — Neues Jb. Mineral. Jg. 1862, S. 146—177, 1 Taf., Stuttgart 1862.

SCHMIDT, M.: Die Lebewelt unserer Trias. — 461 S., 1220 Abb., 4 Tab., Oehringen (Rau) 1928.

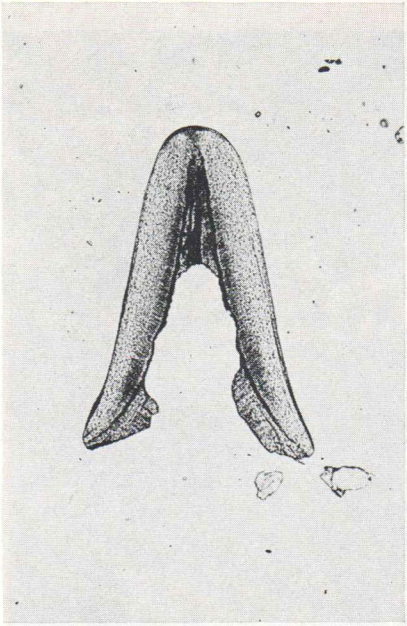
— Erläuterungen zur geolog. Spezialkarte von Württemberg. — Blatt Tübingen (Nr. 96). — 206 S., 54 Abb., 4. Taf., Stuttgart 1930.

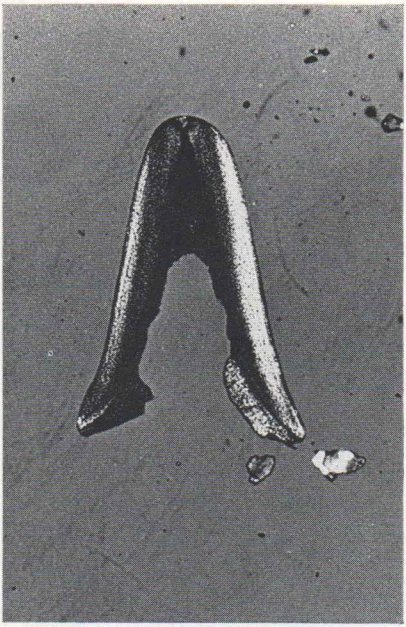
SERAPHIM, E.: Führer zur Geologisch-mineralogischen Exkursion in den Raum Vlotho (Weser) am 25. Sept. 1966. —
Nr. 27 der Reihe noch unveröff. Exkursionsführer des Naturw. Ver. Bielefeld 1966.

WAGENER, R., u. BRANDT, O.: Die jurassischen Bildungen der Gegend zwischen dem Teutoburger Walde und der Weser. — Verh. naturhist. Ver. preuß. Rheinlande u. Westphalen, **21**, S. 5—33, Bonn 1864.



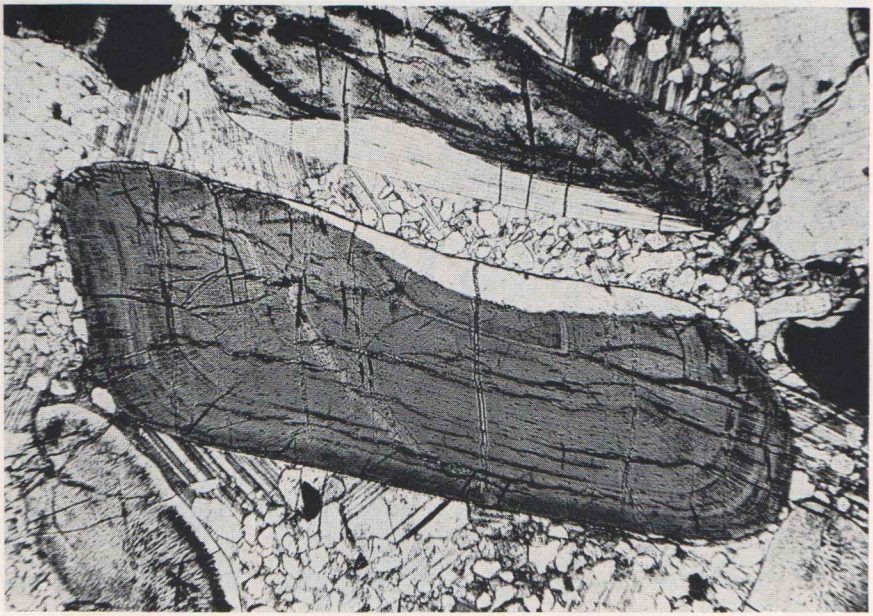
Tafel 1, Bild 1: Rhät-Bonebed von Tübingen, Dünnschliff, Vergr.: 12fach polarisiertes Licht ohne Analysator.



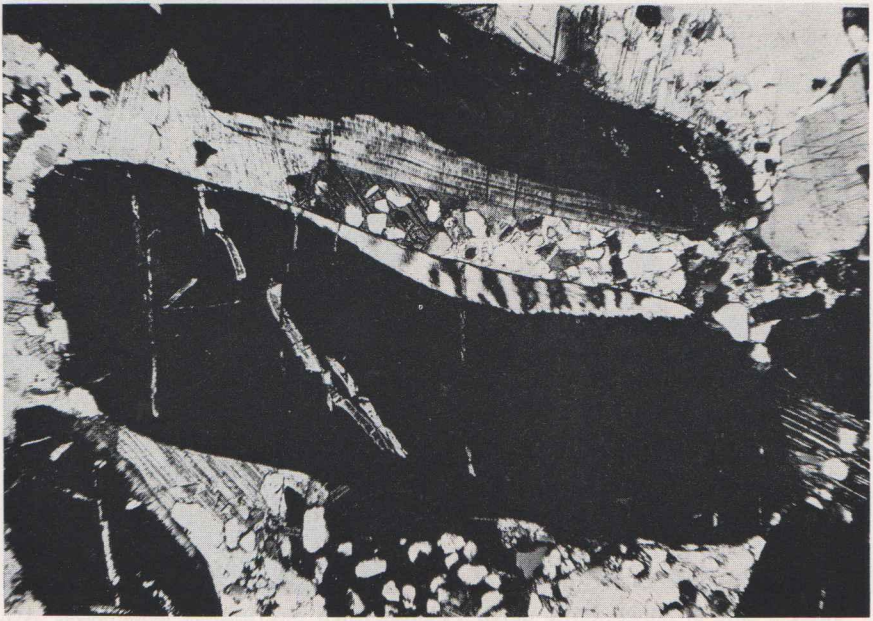


Tafel 1, Bild 2: Längsschnitt durch Fischzähnchen *Saurichthys acuminatus* AG. Rhät-Bonebed Tübingen (Olgahain), Dünnschliff, Vergr.: 15fach

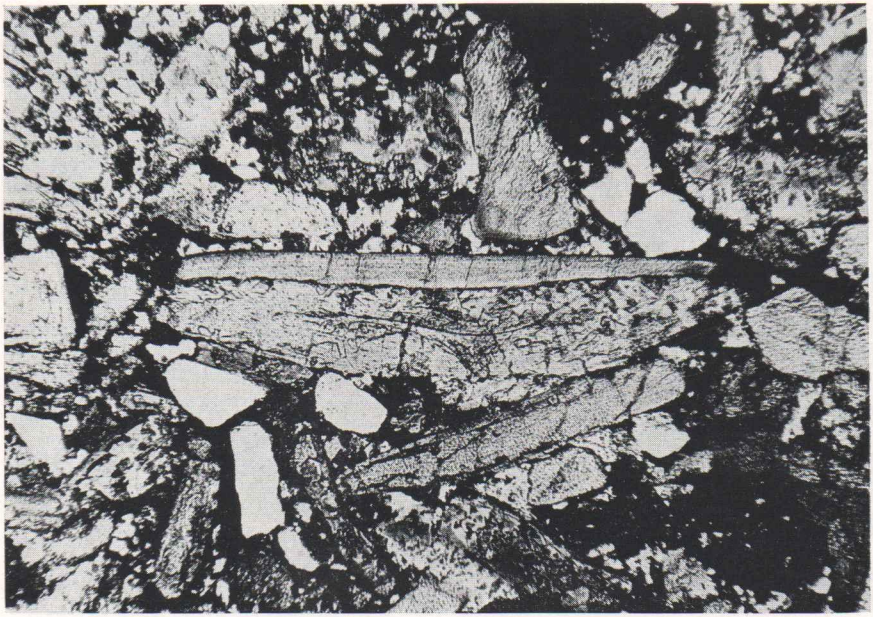
Tafel 1, Bild 3: Gleiche Aufnahme bei gekreuzten Polarisatoren.



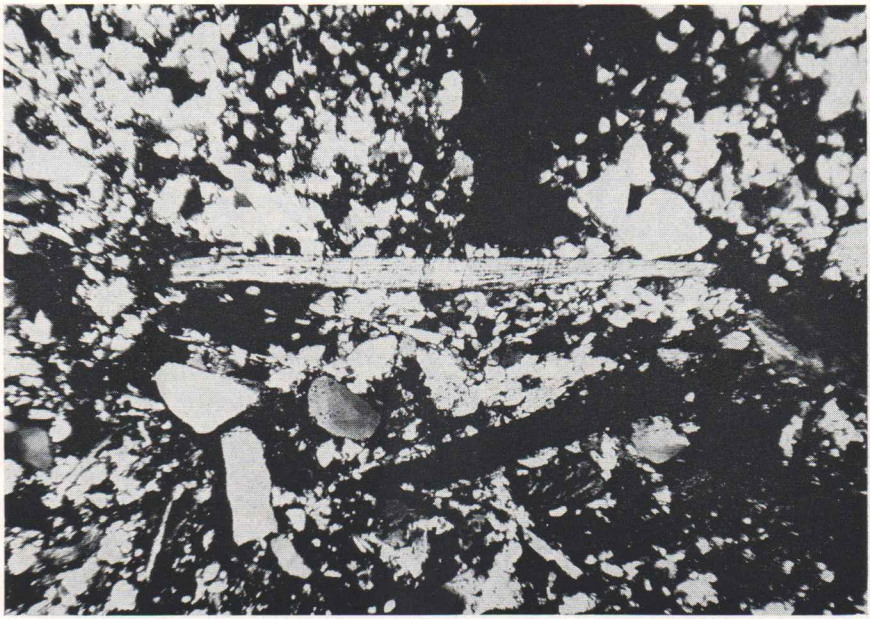
Tafel 2, Bild 4: Schnitte durch zwei Schuppen *Gyrolepis albertii* AG. Rhät-Bonebed Tübingen (Rollerbrunnen), Dünnschliff, Vergr.: 28fach polarisiertes Licht ohne Analysator.



Tafel 2, Bild 5: Gleiche Aufnahme bei gekreuzten Polarisatoren.



Tafel 3, Bild 6: Schnitte durch Schuppen *Gyrolepis albertii* AG.
Rhät-Bonebed Vlotho (Deesberg), Dünnschliff, Vergr.: 35fach
polarisiertes Licht ohne Analysator.



Tafel 3, Bild 7: Gleiche Aufnahme bei gekreuzten Polarisatoren.



Tafel 4, Bild 8:
Rhät-Bonebed Vlotho (Deesberg) mit Schnitt durch einen Knochenrest.
Dünnschliff, Vergr.: 13fach, polarisiertes Licht ohne Analysator.



Tafel 4, Bild 9: Gleiche Aufnahme bei gekreuzten Polarisatoren.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des Naturwissenschaftlichen Verein für Bielefeld und Umgegend

Jahr/Year: 1967

Band/Volume: 18

Autor(en)/Author(s): Büchner Martin

Artikel/Article: Fossilerhaltung in rhätischen Bonebeds 5-24